

乳牛の初乳中ミネラル含量に及ぼす高温環境及び産次の影響

久米新一¹⁾・田辺 忍¹⁾・栗原光規¹⁾・高橋繁男²⁾・相井孝允³⁾
(¹⁾農林水産省畜産試験場*, (²⁾草地試験場**, (³⁾九州農業試験場***)

Effect of Hot Environmental Temperature and Lactation Number on Mineral Content in Colostrum of Dairy Cows

Shinichi KUME¹⁾, Shinobu TANABE¹⁾, Mitsunori KURIHARA¹⁾, Shigeo TAKAHASHI²⁾ and Takamitsu AII³⁾

¹⁾National Institute of Animal Industry, ²⁾National Grassland Research Institute

³⁾Kyushu National Agricultural Experiment Station

Fifty-nine Holstein dairy cows were used to clarify the effect of hot environmental temperature and lactation number on mineral contents in colostrum. Calcium, P, Mg, K and Mn contents in colostrum of 9 cows calved in summer (Mean temperatures before parturition: 24.2–27.2°C) were significantly lower than those of 12 cows calved in winter (Mean temperatures before parturition: 5.1–7.9°C), but Na contents of cows calved in summer were higher. Calcium, P, Mg and Mn contents in colostrum just after parturition were highest at primiparous cows and decreased with the increasing lactation number. However, Fe, Zn and Cu contents in colostrum were not affected by hot temperatures and lactation number. Also, Fe, Cu and Mn contents in colostrum were extremely lower than the requirements for newborn calves, although colostrum contained sufficient amounts of Ca, P, Mg and Zn for newborn calves.

新生子牛は、下痢、肺炎などの疾病が発生しやすいことから、分娩直後には生体防御機能を維持するために初乳中の免疫関連成分の摂取が不可欠である¹⁾。近年、ミネラルも家畜の免疫機能に関与していることが明らかにされ、ミネラル欠乏による家畜の免疫機能の低下が認められている²⁾ものの、新生子牛の免疫機能と初乳中のミネラルの関係は今までに報告されていない。

また、初乳成分は個体、品種、産次、給与飼料など、さまざまな要因の影響をうけて変動することが

*所在地：茨城県稲敷郡莖崎町池の台2 (〒305)

**所在地：栃木県那須郡西那須野町千本松 (〒329-27)

***所在地：熊本県菊池郡西合志町須屋2421 (〒861-11)

知られている¹⁾。そこで、本研究ではホルスタイン種乳牛の初乳中ミネラル含量に及ぼす高温環境及び産次の影響を明らかにし、新生子牛のミネラル栄養と初乳中のミネラルの関係について検討した。

実験方法

供試牛として、農林水産省九州農業試験場（九州農試）で1988年の冬季（2－3月）に分娩した乳牛12頭（産次：3.4±1.9）及び夏季（8－9月）に分娩した乳牛9頭（産次：3.8±1.2）を、また農林水産省畜産試験場（畜試）で1992年に分娩した乳牛38頭（初産：13頭，2産：6頭，3産：11頭及び4産以上：8頭）を用いた。冬季及び夏季分娩牛の分娩前1ヶ月間の平均気温はそれぞれ5.1～7.9℃及び24.2～27.2℃であり、夏季の気温は泌乳牛の臨界温度の上限³⁾をほぼ超えていた。畜試の1年間の月平均気温は、3.2～24.6℃であった。また、供試牛には乳牛の養分要求量を満たすように飼料給与した。

供試牛は分娩直後に搾乳後、3回/日（九州農試）及び2回/日（畜試）搾乳し、乳量を計量した。初乳は、九州農試では分娩日及び分娩1日後は各搾乳毎のサンプルを、また分娩3日後は合乳サンプルを利用したが、畜試では分娩直後及び分娩4日後の朝搾乳のものを定量採取した。初乳成分の定量は、既報^{3,4)}の方法で実施した。

結 果

冬季及び夏季分娩牛の初乳中ミネラル含量を、表1に示した。乳量は分娩直後から分娩3日後にかけて次第に増加したが、冬季分娩牛と夏季分娩牛間に差異は認められなかった。初乳中のミネラル含量は、Kを除くといずれも分娩直後に最高値を示し、その後急激に減少した。しかし、初乳中のK含量は冬季分娩牛では分娩後ほぼ一定であったのに対して、夏季分娩牛では分娩直後に低く、その後増加した。ただし、本研究では冬季及び夏季分娩牛の各1頭の初乳中CaおよびP含量が非常に低い値を示したので、それらは統計処理から除外した。

初乳中のCa, P, Mg, K及びMn含量は夏季分娩牛が冬季分娩牛よりも低い値を示したが、初乳中のNa含量は夏季分娩牛が冬季分娩牛より高かった。しかし、初乳中のFe, Zn及びCu含量には夏季分娩牛と冬季分娩牛間に差異は認められなかった。

畜試の分娩直後における初乳中の比重及び蛋白質率は初産牛が最低値を示し、2産及び3産の牛で増加したが、4産以上の牛ではやや減少した（表2）。それに対して、分娩直後の初乳中のCa, P及びMg含量は初産牛が最高値を示し、産次の進行とともに減少した。さらに、分娩直後の初乳中のMn含量は初産及び2産の牛が3産及び4産以上の牛より高く、またビタミンA含量は初産牛が他の産次の牛より高かったが、初乳中の全固形分率、Fe, Zn, Cu及びβ-カロチン含量には産次による影響は認められなかった。

一方、分娩4日後における初乳中の各成分は分娩直後より急激に減少したものの、各成分とも産次による影響は認められなかった。また、NRC標準における代用乳給与時の子牛のミネラル要求量⁵⁾と畜試の初乳中ミネラル含量を比較すると、初乳中のCa, P, Mg及びZn含量はほぼ要求量を満たしていたものの、Fe, Cu及びMn含量は要求量よりも非常に低い値であった（表3）。

Table 1. Mineral content in colostrum of cows calved in winter and summer

		n	Hours after parturition			
			0	12	24	72
Milk yield, kg/d	winter	12	12.1 ³		15.4 ⁴	21.7 ⁵
	Summer	9	11.2		14.3	21.4
Ca, mg/100ml ¹	Winter	11	227	176	149	129
	Summer	8	188	156	134	121
P, mg/100ml ¹	Winter	11	193	152	130	102
	Summer	8	153	131	118	100
Mg, mg/100ml ¹	Winter	12	36.1	23.0	15.9	11.3
	Summer	9	25.0	17.6	12.7	9.6
Na, mg/100ml ²	Winter	12	70	62	55	50
	Summer	9	68	66	63	58
K, mg/100ml ¹	Winter	12	162	156	161	148
	Summer	9	131	139	153	153
Fe, ppm	Winter	12	1.9	1.4	1.1	1.1
	Summer	9	2.3	1.6	1.3	1.0
Zn, ppm	Winter	12	16.9	10.7	6.8	5.9
	Summer	9	17.9	9.6	5.8	4.3
Cu, ppm	Winter	12	.13	.09	.08	.07
	Summer	9	.11	.10	.09	.09
Mn, ppm ²	Winter	12	.07	.05	.03	.03
	Summer	9	.04	.03	.02	.02

¹Means between winter and summer differ (P<.01).²Means between winter and summer differ (P<.05).³0-24hr after parturition, ⁴24-48hr after parturition,⁵3 day after parturition.**Table 2.** Colostrum composition of dairy cows just after parturition

	Lactation number			
	1	2	3	≥4
Number of cows	13	6	11	8
Age, months	28	44	58	78
Specific gravity	1.058 ^c	1.068 ^{ab}	1.072 ^a	1.065 ^b
Total solid, %	30.4	32.0	33.2	30.1
Protein, %	15.4 ^c	18.2 ^{ab}	19.8 ^a	17.1 ^{bc}
Ca, mg/dl	277 ^a	232 ^b	210 ^b	192 ^b
P, mg/dl	218 ^a	202 ^{ab}	180 ^{bc}	163 ^c
Mg, mg/dl	40.4 ^a	36.8 ^{ab}	32.1 ^{ab}	29.1 ^b
Fe, ppm	2.0	2.0	1.6	1.5
Zn, ppm	26.5	23.0	25.9	21.0
Cu, ppm	0.31	0.24	0.25	0.31
Mn, ppm	0.06 ^a	0.06 ^a	0.02 ^b	0.04 ^{ab}
Vitamin A, μg/dl	230 ^a	135 ^b	125 ^b	129 ^b
β-carotene, μg/dl	76	88	88	76

^{a,b,c}Means within the same row with different superscripts differ (P<.05)

Table 3. Comparison of mineral content in colostrum and mineral requirement of dairy calves

	Colostrum (DM)		NRC* (1988)
	0 d	4 d	
Ca, %	0.72	0.95	0.70
P, %	0.61	0.81	0.60
Mg, %	0.11	0.08	0.07
Fe, ppm	5.7	6.5	100
Zn, ppm	76.8	40.3	40
Cu, ppm	0.9	1.4	10
Mn, ppm	0.1	0.1	40

*Mineral requirement of dairy calves fed milk replacer (on a DM basis)

考 察

ホルスタイン種新生子牛は、分娩後1週間はほぼ初乳だけで飼養されているため、初乳は分娩直後の新生子牛にとって唯一のミネラル源といえる。しかし、初乳成分がさまざまな要因の影響をうけて変動する¹⁾ように、初乳中のミネラル含量も高温環境及び産次の影響をうけて変動することが認められた。

初乳中には、新生子牛の生体防御機能を維持するために必要な免疫関連成分が多量含有されているが、子牛の免疫機能に及ぼす初乳成分の効果では免疫グロブリンとビタミンAの効果が高い¹⁾。新生子牛への免疫グロブリンの移行は胎内の移行がないため、初乳からの移行に全てを依存し、またビタミンAも大部分を初乳からの移行に依存している¹⁾。しかし、比重の値から推定した初乳中の免疫グロブリン含量⁴⁾が初産牛で最低なのに対して、初乳中のビタミンA含量は初産牛で最高値を示したことから、それらの新生子牛に対する効果は産次で異なることが示唆された。

一方、家畜のミネラル栄養と免疫機能の関係では、ミネラル欠乏による家畜の免疫機能の低下が認められている²⁾ものの、新生子牛の生体防御機能に及ぼすミネラルの影響は明らかではない。新生子牛のミネラル栄養は、妊娠中に母体から胎児に移行するミネラルと分娩後に初乳から摂取するミネラルに依存している。しかし、本研究の結果からは新生子牛へのCa, P, Mg及びZnの移行は初乳からの寄与も大きい、Fe, Cu及びMnは大部分を母体からのそれらに依存していることが示唆された。また、初乳中のミネラル含量は高温時および老齢牛では減少する傾向がみられたので、新生子牛のミネラル栄養に及ぼす高温環境及び産次の影響の大きいことが推察された。したがって、新生子牛の生体防御機能とミネラル栄養の関係を明らかにするためには、今後種々の観点からの検討が必要と思われる。

文 献

- 1) FOLEY, J.A. and D.E. OTTERBY (1978) J. Dairy Sci. 61: 1033-1060
- 2) MILLER, E.R. (1985) J. Anim. Sci. 60: 1500-1507
- 3) 久米新一, 栗原光規, 高橋繁男, 相井孝允 (1991) 九農試報告 26: 311-359

- 4) 久米新一, 田辺 忍 (1992) 日畜会報 63 : 864-866
- 5) NRC (1988) Nutrient Requirement of Dairy Cattle. 6th. rev. ed. NAS. Washington, D.C.