

ネパール国テライ地域における乳牛および水牛のミネラル栄養に関する調査

熊谷 元¹⁾, 杉山 美里¹⁾, 林 義明¹⁾, S. Shah²⁾

(¹⁾広島大学大学院国際協力研究科*, (²⁾トリブバン大学農畜産学部**)

A survey on mineral status of dairy cattle and buffalo in Terai region, Nepal

Hajime KUMAGAI¹⁾, Misato SUGIYAMA¹⁾, Yoshiaki HAYASHI¹⁾ and Shambu SHAH²⁾

¹⁾Graduate School for International development and Cooperation, Hiroshima University

²⁾Institute of Agriculture and Animal Science, Tribhuvan University

Summary

Nutritional status of minerals of lactating dairy cattle and buffalo from Terai region in Nepal was investigated by evaluating the mineral concentrations in feedstuff and blood plasma of animals in rainy, cold-dry and hot-dry seasons. Three villages located around Rampur in Chitwan District were chosen, and 205 animals from 30 dairy farms were studied. The animals were fed rice straw mainly and the amount was high in cold-dry and hot-dry seasons. Native grass and concentrate were supplemented and the amount was high in rainy season. The amount of concentrate was high in a particular village. The concentrations of phosphorus (P), magnesium (Mg) and zinc (Zn) in total rations fed were 0.33%, 0.25% and 41 mg/kg on a dry matter (DM) basis, respectively, on an average, which were as much as the requirement for lactating dairy cows. However, the concentrations of calcium (Ca), sodium (Na) and copper (Cu) were 0.35%, 0.06% and 4.2 mg/kg on a DM basis, respectively on an average, which were lower than the requirement. The concentrations of inorganic phosphorus (Pi) and Mg in blood plasma were 5.7 mg/dl and 2.9 mg/dl, respectively, on an average, which were higher than the critical levels of deficiencies. The concentrations of Ca, Cu and Zn in plasma, however, were 8.5 mg/dl, 0.56 μ g/ml and 0.67 μ g/ml, respectively, which were lower than the critical levels. The diversity of mineral concentrations in total rations was attributed to the variation of ingredients of feedstuff among the villages and seasons. Attention should be paid for Ca, Na, Cu and Zn status of dairy cattle and buffalo in the region since the concentrations of minerals in feedstuff and/or blood plasma were low.

ネパールは、GDPの40%を農業が占め、全人口に占める農業従事者の割合が80%を超える国である¹⁾。標高300 m以下の南部平原、テライ地域は国土面積の23%に過ぎないが、灌漑施設が比較的整った穀倉地帯で、全人口の45%が居住している。乳用牛と乳用水牛が各々30万頭飼養され、国内乳生産の35%を賄う酪農の拠点である²⁾。テライ地域は亜熱帯モンスーン気候に分類される。6月から10月までの雨季、11月から翌年2月までの涼乾季、3月から5月までの暑乾季の季節があり、降水量のほとんどは雨季にもたらされる (Table 1)。農業生産は穀物生産と家畜生産の複合形態を取り、粗飼料資源は当該地域の穀物残滓に依存している。市販の濃厚飼料は高価であるため多数は困難であり、小規模酪農家にとって涼乾季から暑乾季における飼料不足と飼料品質の低下が常に問題となっている。

これまでの研究で、家畜におけるミネラルの欠乏や過剰は、放牧等産の粗飼料に依存した飼養をする場合に多く発生することがわかっている。熱帯地域における事例としては、中南米およびアフリカ諸国においてリン(P)、カルシウ

*所在地：東広島市鏡山1-5-1 (〒739-8529)

**所在地：Rampur Campus, Rampur, Chitwan, Nepal

Table 1 Average monthly temperature and total monthly rainfall in Rampur, Chitwan, Nepal, in 2003

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Average monthly temperature (°C)	14.1	18.0	21.9	27.7	28.3	29.6	29.6	29.7	29.1	26.8	22.1	16.9
Total monthly rainfall (mm)	35.1	59.4	62.0	101.0	99.9	473.2	663.3	548.9	292.2	81.1	0.0	10.7

ム(Ca), マグネシウム(Mg), ナトリウム(Na), コバルト(Co), 銅(Cu), 亜鉛(Zn)の欠乏が多数報告されている³⁾。また熱帯アジアでは, インドネシア国およびタイ国で家畜の低Pおよび低Cu血症が報告されている⁴⁻⁷⁾。ネパール国テライ地域では, これまでも乳量・乳質の低下⁸⁾や繁殖成績の不良⁹⁾が報告されており, 上記のような飼養形態から, 涼乾季や暑乾季におけるエネルギーやタンパク質等の主要栄養素の不足が原因のひとつとして指摘されている¹⁰⁾。一方ミネラルの欠乏や過剰は乳生産や繁殖成績に影響を及ぼすことが知られているが, 当該地域における家畜のミネラル栄養に関する情報は極めて限られている。本研究ではテライ地域を代表する農村を選び, 飼料および家畜血漿中のミネラル含量を測定して両者の関係を解析し, 家畜のミネラル栄養状態の把握を試みた。

材料と方法

チトワン県ランプール周辺の3農村(A, B, C)の酪農家各10戸で飼養されていた泌乳中の牛と水牛を対象とした。調査は2002年12月から2004年3月にかけて行い, A村とB村は2002年12月(涼乾季), 2003年4月(暑乾季)および2003年8月(雨季)に, C村は2003年11月(涼乾季), 2004年3月(暑乾季)および2003年8月(雨季)において, 各村各季節毎に1週間程度の期間を設け, データ収集と試料採取を行った。2003年における各月の平均気温と総降水量をTable 1に示す。対象とした家畜の年齢, 産次, 泌乳量を聞き取り, 胸囲から体重を推定した。A村およびB村は乳牛の飼養を主とし, C村は水牛の飼養を主としていた。平均(最小~最大)の年齢, 産次, 体重および泌乳量は, 乳牛が5.3歳齢(3~9歳齢), 3.2産次(1~6産次), 334 kg(250~420 kg)および7.2 L(4~11 L), 水牛が7.7歳齢(4~11歳齢), 3.9産次(1~7産次), 461 kg(410~540 kg)および6.4 L(2~9 L)で, 乳牛の多くはジャージー種と在来種との交雑種, 水牛の多くはムラー種との交雑種であった。給与飼料の量は, 各個体ごとに給与飼料の現物量をばねばかりで測定し, 代表サンプルを得た。飼料サンプルは採取後速やかに70°Cで48時間乾燥して乾物率を測定した後に, 粉碎して室温保存した。一方, 家畜の血液を頸静脈からヘパリン入り真空採血管を用いて採取し, 速やかに3000 r.p.m.で15分間遠心処理して血漿サンプルを得, -20°Cで凍結保存した。血漿中の無機リン(Pi), CaおよびMg濃度の測定には, 血漿をトリクロロ酢酸によって除タンパクして得た試料を用い, 血漿中のCuおよびZn濃度の測定には血漿をヒーティングブロックにより120°Cで加熱乾燥した試料を用いた。上記の試料調製は現地で行い, 飼料サンプルとともに日本に携行して広島大学で分析を行った。飼料中のNa, カリウム(K), P, Ca, Mg, Cu, Znおよび鉄(Fe)含量と血漿中のCuとZnの測定には, 試料を硝酸次いで硝酸と過塩素酸の1:1混合液で湿式分解した液を用いた。P濃度は紫外可視分光光度計(V-520, 日本分光)による比色法¹¹⁾で測定した。NaおよびKは蛍光法によって, Ca, Mg, Cu, ZnおよびFe濃度は原子吸光法によっていずれも原子吸光分光光度計(AA-6600F, 島津製作所)を用いて測定した。総給与飼料中のミネラル含量は, 各飼料の乾物給与量に各飼料中のミネラル含量を乗じて積算したものを, 総乾物給与量で除して算出した。対象とした場所(村)と季節が総給与飼料中のミネラル含量と血漿中ミネラル濃度に及ぼす影響を, 以下の数学モデルを用い, 有意水準5%として最小自乗分散分析法¹²⁾により解析した。

$$Y = \mu + P_i + S_j + (PS)_{ij} + E_{ijk}$$

ここで, Y = 各測定値, μ = 全平均, P_i = 場所の効果, S_j = 季節の効果, $(PS)_{ij}$ = 場所と季節の交互作用, E_{ijk} = 誤差である。

結 果

Table 2に牛と水牛に対する各飼料の給与量を示す。粗飼料にはイナワラ、野草、トウモロコシ茎葉が用いられていたが、いずれの村、季節、家畜種においてもイナワラが主な粗飼料源で、牛で7.3-11.0 kg乾物/頭・日、水牛で9.8-13.3 kg乾物/頭・日給与され、その量は涼・暑乾季に多かった。野草は雨季に牛で0.3-1.7 kg乾物/頭・日、水牛で1.4-3.7 kg乾物/頭・日給与されていたが、涼・暑乾季にはほとんど給与されていなかった。濃厚飼料のなかではフスマと市販の配合飼料の給与量が比較的多く、村と季節によってはトウモロコシ粉、醸造粕類、カラシ油粕、米ヌカが給与されていた。濃厚飼料の総給与量は1.8-4.9 kg乾物/頭・日で、雨季における給与量が多く、B村では他の村と比較して多く給与されていた。

Table 3に各飼料中の乾物中ミネラル含量を示す。最も給与量の多いイナワラのPおよびCu含量は各々0.11% (0.04

Table 2 Amount of feed supplied for cattle and buffalo in 3 villages of Rampur, Chitwan, Nepal (dry matter kg/day/head)

Villages	Feeds	Cattle			Buffalo		
		Rainy	Cold-dry	Hot-dry	Rainy	Cold-dry	Hot-dry
A	Rice straw	7.3 ± 2.3	10.8 ± 1.9	10.4 ± 1.9	9.8 ± 1.6	13.3 ± 1.6	12.4 ± 1.0
	Native grass	1.7 ± 1.2	0.5 ± 1.3	0.9 ± 1.6	1.4 ± 0.3	0.2 ± 0.4	0.7 ± 1.2
	Wheat bran	2.2 ± 0.6	1.7 ± 0.5	1.8 ± 0.4	1.1 ± 0.3	1.3 ± 0.5	1.7 ± 0.3
	Commercial concentrate	0.2 ± 0.4	0.1 ± 0.3	0.1 ± 0.3	0.8 ± 0.4	0	0.0 ± 0.1
	Others ^a	1.3 ± 0.4	0.6 ± 0.5	0.2 ± 0.1	1.1 ± 0.5	0.5 ± 0.8	0.1 ± 0.1
B	Rice straw	9.6 ± 1.8	9.2 ± 1.6	9.5 ± 1.2	— ^b	—	10.7 ± 0.6
	Native grass	0.3 ± 0.4	0.2 ± 0.3	0.2 ± 0.4	—	—	0
	Wheat bran	2.9 ± 0.3	2.4 ± 0.4	2.5 ± 0.4	—	—	2.9 ± 0.2
	Commercial concentrate	1.9 ± 0.5	1.9 ± 0.4	2.2 ± 0.3	—	—	2.5 ± 0.3
	Others	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0	—	—	0
C	Rice straw	—	10.6 ± 2.4	11.0 ± 1.1	12.1 ± 3.4	11.9 ± 3.5	11.3 ± 2.5
	Native grass	—	0.9 ± 0.5	0.0 ± 0.2	3.7 ± 1.0	0.7 ± 0.2	0.3 ± 0.4
	Wheat bran	—	1.8 ± 0.4	0.9 ± 1.1	1.9 ± 0.9	2.2 ± 0.8	1.5 ± 1.2
	Commercial concentrate	—	0.5 ± 0.5	0.3 ± 0.7	0.6 ± 0.7	0.9 ± 0.8	0.4 ± 0.7
	Others	—	0.7 ± 0.5	1.6 ± 0.5	1.8 ± 0.6	0.9 ± 0.8	1.6 ± 1.0

Values are means ± std. ^aMaize stems and leaves, corn flour, brewery waste, mustard oil cake and rice polish. ^bNo lactating animal.

Table 3 Mineral concentrations in feed supplied for cattle and buffalo in 3 villages of Rampur, Chitwan, Nepal

Feeds	Phosphorus	Calcium	Magnesium	Sodium	Potassium	Copper	Zinc	Iron
	% on a dry matter basis					mg/kg on a dry matter basis		
Rice straw	0.11 ± 0.04 (0.04-0.18)	0.38 ± 0.01 (0.36-0.40)	0.21 ± 0.02 (0.19-0.25)	0.037 ± 0.02 (0.016-0.080)	2.03 ± 0.35 (1.46-2.45)	2.3 ± 0.4 (1.9-3.0)	34.6 ± 7.7 (24.8-47.9)	280 ± 57 (227-375)
Native grass	0.46 ± 0.13 (0.34-0.66)	0.55 ± 0.12 (0.40-0.70)	0.31 ± 0.06 (0.25-0.41)	0.035 ± 0.03 (0.010-0.079)	2.75 ± 0.41 (2.04-3.19)	4.9 ± 1.2 (3.3-6.7)	31.5 ± 5.7 (34.8-39.8)	266 ± 107 (88-415)
Wheat bran	0.88 ± 0.16 (0.64-1.06)	0.09 ± 0.01 (0.08-0.10)	0.35 ± 0.02 (0.32-0.37)	0.009 ± 0.003 (0.006-0.012)	1.25 ± 0.14 (1.02-1.39)	12.0 ± 1.8 (9.3-15.2)	75.9 ± 6.5 (70.1-87.7)	146 ± 36 (105-220)
Commercial concentrate	1.28 ± 0.21 (1.01-1.63)	0.92 ± 0.32 (0.51-1.48)	0.50 ± 0.04 (0.44-0.56)	0.440 ± 0.089 (0.320-0.600)	2.54 ± 0.65 (1.90-3.84)	7.1 ± 1.1 (5.6-9.2)	46.5 ± 9.9 (34.4-64.3)	407 ± 38 (342-470)
Corn flour	0.34 ± 0.12 (0.14-0.47)	0.03 ± 0.02 (0.01-0.07)	0.13 ± 0.01 (0.11-0.15)	0.003 ± 0.003 (0.001-0.006)	0.42 ± 0.05 (0.35-0.47)	1.9 ± 0.2 (1.5-2.1)	21.5 ± 2.9 (16.3-24.6)	58 ± 15 (33-76)
Brewery waste	0.39 ± 0.07 (0.34-0.47)	0.29 ± 0.04 (0.26-0.33)	0.10 ± 0.02 (0.08-0.12)	0.012 ± 0.004 (0.008-0.016)	0.10 ± 0.06 (0.05-0.017)	11.5 ± 1.6 (9.9-13.1)	44.1 ± 5.0 (40.0-49.7)	221 ± 30 (190-250)
Mustard oil cake	1.37 ± 0.04 (1.32-1.40)	0.59 ± 0.01 (0.58-0.59)	0.44 ± 0.01 (0.43-0.44)	0.026 ± 0.030 (0.001-0.070)	1.60 ± 0.36 (1.40-2.13)	5.8 ± 3.8 (3.6-11.5)	46.6 ± 1.0 (45.7-47.9)	414 ± 35 (367-448)
Rice polish	1.20 ± 0.63 (0.56-1.97)	0.07 ± 0.01 (0.06-0.08)	0.44 ± 0.14 (0.24-0.55)	0.005 ± 0.005 (0.003-0.009)	1.03 ± 0.40 (0.52-1.49)	6.2 ± 2.0 (4.3-8.0)	45.0 ± 19.0 (25.6-69.7)	228 ± 42 (192-288)

Values are means ± std (minimum-maximum).

～0.18) および 2.3 mg/kg (1.9～3.0) で他の飼料に比較して低かった。濃厚飼料として用いられていたフスマ、トウモロコシ粉および米ヌカのCa含量は平均で0.1%以下の低値を示した。市販の配合飼料を除く給与飼料中のNa含量は平均0.04%以下で極めて低く、Fe含量は200 mg/kg以上の値を示すものが多かった。Table 4に乳牛に対する総給与飼料乾物中のミネラル含量を示す。乳牛飼料は全平均でPが0.33%, Caが0.35%, Mgが0.25%, Naが0.06%, Kが1.9%, Cuが4.2 mg/kg, Znが41 mg/kg, Feが264 mg/kgであった。Mgは涼乾季, KおよびZnは雨季に低く (P<0.01), Naは暑乾季, Cuは雨季に高かった (P<0.01)。B村は他の村に比べてP, Mg, NaおよびCuが高く, Kは低かった (P<0.01)。Table 5に水牛に対する総給与飼料乾物中のミネラル含量を示す。村間のミネラル含量の差異は乳牛飼料とほぼ同様の傾向を示した。

Table 4 Mineral concentrations in rations supplied for cattle in 3 villages of Rampur, Chitwan, Nepal

Villages	Seasons	% on a dry matter basis					mg/kg on a dry matter basis			
		Phosphorus	Calcium	Magnesium	Sodium	Potassium	Copper	Zinc	Iron	
A	Rainy	0.23 ± 0.08	0.32 ± 0.03	0.24 ± 0.02	0.020 ± 0.010	1.90 ± 0.23	4.70 ± 0.84	38.5 ± 4.5	220 ± 16	
	Cold-dry	0.26 ± 0.05	0.34 ± 0.02	0.22 ± 0.01	0.039 ± 0.007	2.19 ± 0.10	3.48 ± 0.47	44.1 ± 1.5	267 ± 13	
	Hot-dry	0.29 ± 0.08	0.37 ± 0.02	0.25 ± 0.02	0.058 ± 0.009	2.30 ± 0.15	3.23 ± 0.26	49.4 ± 2.5	255 ± 4	
B	Rainy	0.40 ± 0.07	0.35 ± 0.06	0.27 ± 0.02	0.065 ± 0.012	1.49 ± 0.11	4.13 ± 0.69	36.9 ± 4.0	231 ± 13	
	Cold-dry	0.41 ± 0.04	0.37 ± 0.02	0.25 ± 0.01	0.073 ± 0.024	1.54 ± 0.42	4.67 ± 0.31	51.8 ± 2.3	235 ± 12	
	Hot-dry	0.39 ± 0.02	0.36 ± 0.09	0.27 ± 0.01	0.139 ± 0.008	1.87 ± 0.05	4.25 ± 0.18	43.8 ± 1.5	228 ± 4	
C	Rainy	— ^a	—	—	—	—	—	—	—	
	Cold-dry	0.29 ± 0.04	0.35 ± 0.04	0.22 ± 0.02	0.041 ± 0.014	2.00 ± 0.12	3.77 ± 0.25	32.6 ± 1.6	329 ± 14	
	Hot-dry	0.26 ± 0.05	0.33 ± 0.08	0.23 ± 0.01	0.036 ± 0.024	2.15 ± 0.18	3.32 ± 0.62	30.7 ± 3.4	339 ± 29	
Significance										
Village		**	NS	**	**	**	**	**	**	
Season		NS	NS	**	**	**	**	**	**	
Village × season		NS	NS	NS	**	NS	**	**	NS	

Values are means ± std. ^aNo lactating animal. **: p<0.01, NS: not significant.

Table 5 Mineral concentrations in rations supplied for buffalo in 3 villages of Rampur, Chitwan, Nepal

Villages	Seasons	% on a dry matter basis					mg/kg on a dry matter basis			
		Phosphorus	Calcium	Magnesium	Sodium	Potassium	Copper	Zinc	Iron	
A	Rainy	0.13 ± 0.03	0.39 ± 0.06	0.24 ± 0.03	0.038 ± 0.036	1.93 ± 0.17	3.77 ± 0.44	34.4 ± 1.9	238 ± 1	
	Cold-dry	0.21 ± 0.02	0.35 ± 0.01	0.21 ± 0.01	0.039 ± 0.001	2.24 ± 0.08	3.02 ± 0.27	43.1 ± 1.5	276 ± 9	
	Hot-dry	0.23 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0.053 ± 0.004	2.31 ± 0.04	2.98 ± 0.12	49.6 ± 1.0	256 ± 2	
B	Rainy	— ^a	—	—	—	—	—	—	—	
	Cold-dry	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Hot-dry	0.39 ± 0.01	0.36 ± 0.01	0.27 ± 0.02	0.142 ± 0.001	1.87 ± 0.01	4.26 ± 0.08	44.2 ± 0.4	229 ± 1	
C	Rainy	0.37 ± 0.06	0.38 ± 0.05	0.27 ± 0.03	0.032 ± 0.015	1.92 ± 0.34	5.37 ± 1.28	37.0 ± 4.0	268 ± 19	
	Cold-dry	0.33 ± 0.06	0.36 ± 0.04	0.23 ± 0.02	0.048 ± 0.022	2.00 ± 0.13	4.11 ± 0.78	34.4 ± 3.8	332 ± 12	
	Hot-dry	0.29 ± 0.04	0.32 ± 0.05	0.24 ± 0.01	0.033 ± 0.017	2.09 ± 0.11	3.89 ± 0.59	32.6 ± 2.8	335 ± 17	
Significance										
Village		**	NS	**	**	**	**	**	**	
Season		NS	*	**	*	*	**	*	**	
Village × season		*	NS	NS	NS	NS	NS	**	**	

Values are means ± std. ^aNo lactating animal. *: p<0.05, **: p<0.01, NS: not significant.

Table 6に乳牛の血漿中ミネラル濃度を示す。全平均でPiが5.9 mg/dL, Caが8.5 mg/dL, Mgが2.6 mg/dL, Cuが0.56 µg/mL, Znが0.67 µg/mLであった。乳牛の血漿中Mg濃度は、雨季において高く, Cu濃度は暑乾季において低かった (P<0.01)。乳牛のPiはB村がA村に比べて高かった (P<0.05)。Table 7に水牛の血漿中ミネラル濃度を示す。全平均で比較した場合, 水牛の血漿中Mg濃度は牛に比べて高く, 3.1~3.5 mg/dLの値を示した。血漿中Pi, Ca, CuおよびZn濃度は、乳牛と水牛の間に大きな差異は認められなかった。

Table 6 Mineral concentrations in plasma of cattle in 3 villages of Rampur, Chitwan, Nepal

Villages	Seasons	Number	Inorganic phosphorus	Calcium	Magnesium	Copper	Zinc
				mg/dl		µg/ml	
A	Rainy	14	5.35 ± 0.89	8.44 ± 0.55	2.50 ± 0.27	0.55 ± 0.14	0.63 ± 0.11
	Cold-dry	23	5.35 ± 0.95	8.39 ± 0.52	2.71 ± 0.35	0.59 ± 0.17	0.70 ± 0.14
	Hot-dry	19	6.07 ± 1.57	8.61 ± 0.53	2.42 ± 0.33	0.54 ± 0.15	0.56 ± 0.12
B	Rainy	27	5.97 ± 1.49	8.48 ± 0.75	2.83 ± 0.43	0.59 ± 0.26	0.62 ± 0.16
	Cold-dry	26	6.18 ± 1.23	8.58 ± 0.66	2.55 ± 0.36	0.60 ± 0.13	0.69 ± 0.17
	Hot-dry	29	6.31 ± 1.31	8.30 ± 0.58	2.65 ± 0.31	0.50 ± 0.14	0.76 ± 0.17
C	Rainy	0	–	–	–	–	–
	Cold-dry	5	5.64 ± 0.76	8.46 ± 0.31	2.42 ± 0.08	0.52 ± 0.19	0.64 ± 0.15
	Hot-dry	5	5.92 ± 0.44	8.35 ± 0.31	2.20 ± 0.22	0.42 ± 0.38	0.59 ± 0.19
Significance							
Village			*	NS	**	NS	NS
Season			NS	NS	*	**	NS
Village × season			NS	NS	*	NS	**

Values are means ± std. *: p<0.05, **: p<0.01, NS: not significant.

Table 7 Mineral concentrations in plasma of buffalo in 3 villages of Rampur, Chitwan, Nepal

Villages	Seasons	Number	Inorganic phosphorus	Calcium	Magnesium	Copper	Zinc
				mg/dl		µg/ml	
A	Rainy	4	5.40 ± 1.23	8.02 ± 0.65	3.46 ± 0.46	0.50 ± 0.16	0.47 ± 0.20
	Cold-dry	5	4.98 ± 1.79	9.13 ± 0.54	3.07 ± 0.47	0.62 ± 0.19	0.66 ± 0.08
	Hot-dry	5	5.41 ± 0.74	8.75 ± 0.44	3.05 ± 0.16	0.66 ± 0.25	0.52 ± 0.02
B	Rainy	0	–	–	–	–	–
	Cold-dry	0	–	–	–	–	–
	Hot-dry	2	5.61 ± 1.19	8.35 ± 0.26	3.53 ± 0.47	0.44 ± 0.02	0.47 ± 0.05
C	Rainy	14	5.91 ± 1.07	8.55 ± 0.44	3.06 ± 0.33	0.67 ± 0.28	0.58 ± 0.09
	Cold-dry	15	5.45 ± 1.02	8.30 ± 0.60	3.31 ± 0.43	0.68 ± 0.24	0.57 ± 0.13
	Hot-dry	12	5.52 ± 0.89	8.77 ± 0.43	3.29 ± 0.43	0.48 ± 0.11	0.68 ± 0.12
Significance							
Village			NS	NS	NS	NS	NS
Season			NS	NS	NS	NS	NS
Village × season			NS	*	NS	NS	*

Values are means ± std. *: p<0.05, **: p<0.01, NS: not significant.

考 察

テライ地域では稲作は通常年2回行われ、6月と11月が収穫期である。イナワラは年間を通じて確保されているため、主要な粗飼料として常時利用されていたと考えられる。一方、いずれの村においても、涼乾季と暑乾季におけるイナワラの給与量は雨季に比較して多く、雨季には野草の給与量が多かった (Table 2)。涼乾季には低温の影響で新鮮な草類が減少し、暑乾季は少雨により草類が不足する時期であるが、雨季には野草の生育が旺盛になる。加えて野草中のTDNとCP含量はイナワラに比較して高いため¹⁰⁾、雨季においては野草を補助飼料として多く給与していたと考えられる。また、比較的栄養条件に恵まれた雨季に分娩時期を合わせる工夫もなされる結果、同季節に乳量のピークを迎える個体も多いため、濃厚飼料の給与量も多くなったと考えられる。

濃厚飼料の給与量はB村が最も多かった (Table 2)。またイナワラの給与量はB村が最も少なかった。主要な濃厚飼料であるフスマのPとMg含量は粗飼料に比べて高く、K含量は低かった (Table 3)。またイナワラのPとCu含量は極めて低かった。この結果、B村は他の村に比べて総給与飼料中のPとMgが高く、Kが低値を示したと考えられる。またB村ではNaおよびCuを多く含む市販の濃厚飼料が多く用いられていたため、総給与飼料中のNaとCuも高くなったと考えられる。また季節間の飼料構成の違いが、総給与飼料中のミネラル含量の季節による差異に反映したと考えられる。すなわち、雨季は他の季節に比べて、総給与飼料中のK、ZnおよびFeが低く、Cuが高かった。しかし給与飼料中のミネラル含量には同一飼料でもサンプルにより大きな変異もあったため (Table 3)、季節による変化が全ての村で一律に認められるとは限らなかった。

日本飼養標準・乳牛は、乳生産量が10 kg/日の泌乳牛のP、Ca、Mg、NaおよびK要求量は各々飼料乾物中0.29%、0.46%、0.20%、0.18%および0.80%、泌乳牛のCu、ZnおよびFe要求量は各々飼料乾物中10 mg/kg、40 mg/kgおよび50 mg/kgとしている¹³⁾。乳牛に対する総給与飼料中のミネラル含量は、MgとKについては主要な飼料中の含量が要求量を上回っていた (Table 3)。一方イナワラのP含量は要求量を大きく下回り、イナワラと野草のZn含量は要求量より低い場合があったが、フスマや市販の濃厚飼料中の含量が高かったため、総給与飼料中のP、MgおよびZn含量は要求量をほぼ満たしていたと考えられる。これらとは対照的に、Caは一部の野草と市販の配合飼料を除いて要求量以下であった。Naは市販の配合飼料を除いて、Cuはフスマと醸造粕を除いて各飼料中含量が要求量以下であり、特にイナワラのNaとCu含量が低かったため、総給与飼料中の含量も要求量を大きく下回っていた (Tables 4 and 5)。Feは総給与飼料中の含量が要求量を大きく上回っていたが、中毒発生限界である1000 mg/kg¹³⁾を上回ることはなかった。

乳牛の血漿中Pi、Ca、MgおよびZn濃度の正常範囲を各々4-6 mg/dL、9-10 mg/dL、1.8-2.4 mg/dLおよび0.7-1.3 μg/mLとされる¹⁴⁾。またMcDowell³⁾は牛のCu欠乏の指標値として血漿中Cu濃度0.65 μg/mL以下を提唱した。本調査では乳牛の血漿中Pi濃度の平均値は正常範囲内かそれ以上の値を示していた (Table 6)。水牛の血漿中Pi濃度もほぼ4-6 mg/dLの範囲内にあった (Table 7)。このことから乳牛および水牛のリン栄養は飼料中のP含量を反映して正常な状態にあったと考えられる。また、B村の乳牛および水牛の血漿中Piが他の村と比較して高かったのは、飼料中P含量の差に起因したものと考えられる。多くの乳牛と水牛の血漿中Ca濃度は正常範囲をやや下回っていた。これは年間を通じて総給与飼料中のCa含量が要求量以下であったことを反映した結果と考えられる。家畜の血漿中Mgは正常範囲を上回っていた。これは飼料中のMg含量が要求量をほぼ満たしていたことによると考えられる。また、飼料中のKは総給与飼料中1.5%~2.4%の比較的高い値を示したが、K/(Mg+Ca)の当量比は1.1~1.5で、Mgの吸収に影響を及ぼしグラステタニーを引き起こす危険があるとされるほど高い値 (>2.2)¹⁵⁾ではなかった。水牛の血漿中Mg濃度は平均3.22 mg/dLで牛 (2.61 mg/dL) に比較して高かった。これは沼沢水牛を対象とした調査の結果⁴⁾と一致しており、水牛一般のMg代謝が牛と異なることを示唆しているのかもしれない。

飼料中のZn含量は家畜の要求量をほぼ満たしていたと考えられるが、乳牛において59%、水牛において77%の個体の血漿中Zn濃度は正常範囲を下回っていた。ヒトをはじめとしたいくつかの動物種で、高濃度のFeの摂取がZnの吸収を阻害することが知られる。ラットを用いた試験でFeの欠乏によってFeとZnの両方の吸収が促進されることから、両ミネラルには共通の吸収メカニズムが働いていると考えられ¹⁶⁾ 吸収においてはお互いに拮抗関係にあることが示唆

される。牛および綿羊においても1000 mg/kg以上のFeの添加が肝臓や腎臓のZn濃度を低下させることが報告されている^{17, 18)}。本調査における総給与飼料中のFe含量は220~330 mg/kgで、Znの臓器への集積を阻害することが実験的に確認されるほどの高濃度ではなかったが、長期的なFeの多量摂取によりZnの体内蓄積量が減少し、それに伴って血漿中Znが低下した可能性もある。乳牛において67%、水牛において56%の個体の血漿Cu濃度は正常範囲を下回っていた。これは年間を通じて総給与飼料中のCu含量が要求量以下であったことが主な原因と考えられる。一方、反芻動物において飼料中のFe含量が250~500 mg/kg程度の場合でもCuの吸収を阻害し、肝臓へのCu蓄積量や血漿中Cu濃度を低下させることが実験的に確認されている¹⁹⁻²¹⁾。Kumagaiらはインドネシアジャワ島および中央タイで調査を行った。特定の地域において牛の血漿中Cu濃度が欠乏値を示し、その原因として飼料中の低Cu含量の他、飼料中に含まれる400 mg/kg以上のFeの関与をも示唆した^{6, 7)}。Znと同様、多量の飼料中Feが血漿中のCu濃度に影響を及ぼした可能性もある。

以上の結果、村および季節による給与飼料の構成の違いが総給与飼料中のミネラル含量の変動をもたらしていることが示された。また、飼料および血漿中ミネラル含量から、当該地域の牛・水牛飼養において、潜在的にCa, Na, CuおよびZnが不足している可能性が示唆された。調査したいずれの農家においてもミネラルの補給は行っていなかったことから、不足が危惧されるミネラルについては、鉱塩の自由舐食あるいは濃厚飼料中へのプレミックス添加により積極的な補給を行う必要があると考えられた。

謝 辞

本調査を行うにあたって貴重な助言と協力をいただいたトリブバン大学農畜産学部の教官の方々に敬意を表す。本研究の一部は文部科学省科学研究費補助金（平成12~15年度，課金番号12575025）により行われた。

文 献

- 1) World Bank (2004) The World Bank Group, World Development Indicators Data base, <http://www.worldbank.org/data>.
- 2) 畜産技術協会 (1996) ネパール畜産現地調査報告書, 社団法人畜産技術協会, 東京: pp.14-80.
- 3) McDowell LR (1976) Incidence of nutritional deficiencies and excesses in tropical regions and beneficial results of mineral supplementation. in Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates, ed. By McDowell LR, Academic Press, INC., San Diego: pp.359-381.
- 4) 林 光昭, 小倉幸子, 小池生夫, 屋部憲清 (1985) スマトラ島メダン市周辺で採取した放牧草と牛血清中の無機物含量, 家畜衛生試験場研究報告 88: 35-42.
- 5) Kumagai H, Ishida N, Katsumata M, Yano H, Kawashima R, Jachija J (1990) A study on nutritional status of macro minerals of cattle in Java in Indonesia. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 3: 7-13.
- 6) Kumagai H, Ishida N, Katsumata M, Yano H, Kawashima R, Jachija J (1990) A study on nutritional status of trace minerals of cattle in Java in Indonesia. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences: 15-20.
- 7) Kumagai H, Swasdiphanich S, Prucasari P, Yimmongkol S, Rengsirikul B, Thammageeratiwong P (1996) A study on the mineral status of beef and dairy cattle and buffalo in central Thailand. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 9: 525-531.
- 8) Hayashi Y, Maharjan KL, Kumagai H (2004) Milk production and nutritional status of dairy cattle and buffaloes of small-scale farms in Terai region, Nepal, The 11th AAAP Animal Science Congress Proceedings vol. II, pp.30-33.
- 9) Shah SK, Nakao T (2003) Some characteristics of vaginal prolapse in Nepali Buffaloes. Journal of Veterinary Medical Science 65: 1213-1215.
- 10) Hayashi Y, Maharjan KL, Kumagai H (2006) Feeding traits, nutritional status and milk production of dairy cat-

- tle and buffalo in small-scale farms in Terai, Nepal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 19: in press.
- 11) Gomori G (1942) A modification of colorimetric phosphorus determination for use with the photo electric colorimeter. *Journal of Laboratory Clinical Medicine* 27: 955 - 960.
 - 12) Harvey WR (1985) *User's Guide for LSMLMW*, Ohio State University, Columbus: pp.1 - 46.
 - 13) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (1999) 日本飼養標準・乳牛, 中央畜産会, 東京 : pp.34 - 39.
 - 14) National Research Council (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, National Academy Press, Washington, D. C.: pp.105 - 161.
 - 15) Kemp A, t'Hart ML (1957) Grass tetany in grazing milking cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 5: 4 - 17.
 - 16) Flamnagan PR, Haist J, Valberg LS (1980) Comparative effects of iron deficiency induced by bleeding and a low-iron diet on the intestinal absorptive interaction of iron, cobalt, manganese, zinc, lead, and cadmium. *Journal of Nutrition* 110: 1754 - 1763.
 - 17) Standish JF, Ammerman CB, Palmer AZ, Simpson CF (1971) Influence of dietary iron and phosphorus on performance, tissue mineral composition and mineral absorption in steers. *Journal of Animal Science* 33: 171 - 178.
 - 18) Grün M, Anke M, Hennig A, Sefener W, Partschfeld M, Flachowsky G, Groppe B (1978) Excessive oral iron application to sheep (2) the influence on the level of iron, copper zinc and manganese in different organs. *Arch. Tierernahrung* 28: 341 - 347.
 - 19) Standish JF, Ammerman CB, Simpson CF, Palmer AZ (1969) Influence of graded level of iron, as ferrous sulfate, on performance and tissue mineral composition of steers. *Journal of Animal Science* 29: 496 - 503.
 - 20) Bremner I, Humphries WR, Phillippo M, Walker MJ, Morrice PC (1987) Iron-induced copper deficiency in calves: dose-response relationships and interactions with molybdenum and sulphur. *Animal Production* 45: 403 - 414.
 - 21) Phillippo M, Humphries WR (1987) The effect of dietary molybdenum and iron on copper status and growth in cattle. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 109: 315 - 320.