

## ネパール国南部低地における酪農家の給与飼料中多量ミネラル含量の月次推移

田 端 祐 介<sup>1)</sup>, M. K. Shah<sup>2)</sup>, N. R. Devkota<sup>2)</sup>, S. K. Shah<sup>2)</sup>, 広 岡 博 之<sup>1)</sup>, 熊 谷 元<sup>1)</sup>

(1)京都大学大学院農学研究科\*, (2)トリブバン大学農畜産学部\*\*)

**A Survey on Monthly Changes in Macro Mineral Concentrations in Feeds of Dairy Farms in Tarai Region, Nepal**Yusuke TABATA<sup>1)</sup>, Manoj Kumar SHAH<sup>2)</sup>, Nava Raj DEVKOTA<sup>2)</sup>, Shyam Kishor SHAH<sup>2)</sup>,  
Hiroyuki HIROOKA<sup>1)</sup> and Hajime KUMAGAI<sup>1)</sup><sup>1)</sup>Graduate school of Agriculture, Kyoto University,<sup>2)</sup>Institute of Agriculture and Animal Science, Tribhuvan University**Summary**

Monthly changes in macro mineral concentrations of feeds in dairy farms were investigated to evaluate mineral status of dairy cattle and buffalo. Fifteen dairy farms in three villages located around Rampur in Chitwan District were chosen, and feed amounts and its concentrations fed to mature dairy cattle and buffalo were quantified in every month from April 2007 to March 2008. The animals were fed green fodders mainly from May to July and straws from August to April. The total DM amounts of feeds were decreased in July, which was reflected from the highest amount of green fodders. The concentrations of magnesium (Mg) and potassium (K) in feedstuffs were as much as the requirements for dry and pregnant cows. However, the concentrations of phosphorus (P) and calcium (Ca) were lower than the requirements for dry and pregnant cows in some months. In particular, the concentration of sodium (Na) was considerably lower than the requirement for dry and pregnant cows. It was suggested that attention should be paid for P, Ca and Na status of dairy cattle and buffalo in the region because the concentrations of the minerals in feedstuff might be insufficient in the particular months for P and Ca and in year-round for Na.

ネパール国では畜産が農業の中で重要な部門であり、そのGDPに占める割合は11%に達する<sup>1)</sup>。ネパール国の南部に広がる国土面積の23%を占める標高300m以下の平野は、南部低地(タライ)地域と呼ばれ、灌漑施設が整った国内の主要な穀倉地帯となっている<sup>2)</sup>。この地域では酪農と耕作との混合農業を営む農家が多く見られる。農家では水牛もしくは乳牛が飼養され現金収入と自家消費のために搾乳が行われている。乳生産は農家における主要な収入源となっていることから、家畜の乳生産量を増加させることは農家の収入を増やすうえで重要である。しかしながら、乳生産量を増加させるうえで阻害要因として、乾季の飼料不足など給与飼料に由来する家畜の低栄養状態が指摘される<sup>3)</sup>。

この地域の農家における給与飼料の改善を図るには、まずは家畜への程度の栄養素が給与されているかについて情報を収集することが必要である。すでに南部低地では、酪農家の飼養する水牛と乳牛の飼料給与状況について調査

がいくつか行われているが<sup>4-6)</sup>、給与飼料中ミネラル含量の情報は極めて限られており、熊谷ら<sup>7)</sup>の調査があるのみである。熊谷ら<sup>7)</sup>は、同地域において酪農家における乳牛と水牛の飼料中ミネラル含有率と血漿中ミネラル濃度を年3回(雨季、涼乾季、暑乾季)調査し、その結果、潜在的にカルシウム(Ca)、ナトリウム(Na)、銅(Cu)、亜鉛(Zn)が不足することを指摘した。この報告は給与飼料中ミネラル含量と水牛と牛のミネラル栄養状態を把握するうえで貴重な情報といえるが、調査回数に限られており現状を把握するための十分な情報とは言えない。したがって、年内の飼料中ミネラル給与についてはさらなる情報の収集が必要と考えられる。とくに同地域においては農家が給与する飼料が季節により異なるため飼料中のミネラル含有率が年内で変動すると考えられることから、その年内変動を詳細に把握することが重要である。そこで、本調査ではネパール国南部低地を代表する農村において飼料中の多量ミネラル含有率の月次推移を把握しその年内変動を検討した。

\*所在地：京都市左京区北白川追分町(〒606-8502)

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

**Table 1** Average monthly temperature and total monthly rainfall in Rampur, Chitwan, Nepal, in 2007

	Jan.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Average monthly temperature(°C)	15.0	18.0	27.6	29.8	29.8	29.0	29.8	28.4	26.8	21.8	16.7
Total monthly rainfall(mm)	0.0	80.3	100.9	131.0	406.7	497.2	424.9	926.7	120.2	4.6	0.0

## 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5戸を対象とし、2007年4月から2008年3月にかけて調査を行った。同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)。農家調査では、対象とした農家における成牛の頭数、年齢、産次、泌乳量を聞きとり、胸囲から体重を推定した。胸囲から体重の推定は熊谷ら<sup>8)</sup>が報告した推定式を用いた。A村およびB村は水牛の飼養を主とし、C村は乳牛の飼養を主としていた(Table 2)。成牛(乳牛3歳齢以上、水牛4歳齢以上)の平均の年齢、産次、体重および泌乳量は、乳牛が6.3歳齢(3~15歳齢)、3.3産次(1~7産次)、352 kg(292~394 kg)、8.5 L(4~13 L)、水牛が7.8歳齢(4~15歳齢)、3.3産次(1~10産次)、429 kg(319~502 kg)、2.7 L(1

~5 L)で、乳牛の多くはホルスタイン種もし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在来種の交雑種であった。成牛に占める泌乳牛の割合(%)は、暑乾季、雨季、涼乾季でそれぞれ58%、73%、62%であり、雨季において泌乳牛の占める割合が高かった。調査農家における家畜飼養は基本的に周年舎飼いで行われており、その飼養条件のもと時折昼間放牧が取り入れられていた。給与飼料の調査は毎月中旬に行い、データ収集および試料採取を行った。給与飼料量は各農家で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、水分含量が多い飼料については採取後速やかに70°C 48時間乾燥して乾物含有率を測定した後に、乾燥した飼料はそのまま、粉碎して室温保存した。飼料中のリン(P)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)の測定では、試料を硝酸ついで過塩素酸で湿式灰化した液を用いた。P含有率は紫外可視分光光度計(UV-160, 島津製作所)による比色法<sup>9)</sup>で測定した。Na含有率は蛍光法によって、Ca, Mg, Na, K含有率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。給与飼料中のミネラル含有率は各飼料の乾物給与量に各飼料中のミネラル含有率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。統計処理では、各農家で季節(月)毎に測定されたデータを反復データとみなし、農村、季節の効果を母数効果、農村内農家の効果を巣ごもり変量として反復測定データ分析を行った。分析はすべてSAS(1999)<sup>10)</sup>のMIXEDプロシ

**Table 2** Number of mature animals in surveyed farms

Villages	Dairy cattle <sup>a</sup>	Buffalo <sup>b</sup>
A (n = 5)	0.0	1.6 (1-3)
B (n = 5)	0.4 (0-2)	1.8 (0-3)
C (n = 5)	1.8 (1-3)	1.0 (0-2)

Average (min.-max.). Mature herd size was recorded in April, 2007.

a) Holstein-local or Jersey-local crossbred.

b) Murrah-local crossbred.

**Table 3** Dry matter supplies for cattle and buffalo

	Total	Concentrate	Straw	Greenfodder
VillageA	9936 ± 365 <sup>a</sup>	970 ± 115 <sup>a</sup>	5799 ± 363 <sup>a</sup>	3172 ± 234
VillageB	10750 ± 372 <sup>a</sup>	1092 ± 117 <sup>a</sup>	7079 ± 369 <sup>b</sup>	2576 ± 238
VillageC	12159 ± 365 <sup>b</sup>	2167 ± 115 <sup>b</sup>	7590 ± 363 <sup>b</sup>	2583 ± 234
Apr., 2007	12363 ± 731 <sup>a</sup>	2281 ± 230 <sup>a</sup>	6334 ± 725 <sup>a</sup>	3661 ± 468 <sup>a</sup>
May	13044 ± 731 <sup>ab</sup>	1688 ± 230 <sup>ab</sup>	4553 ± 725 <sup>ab</sup>	6803 ± 468 <sup>b</sup>
Jun.	10320 ± 731 <sup>c</sup>	1570 ± 230 <sup>c</sup>	1946 ± 725 <sup>c</sup>	7120 ± 468 <sup>bc</sup>
Jul.	7393 ± 731 <sup>d</sup>	1021 ± 230 <sup>bc</sup>	1616 ± 725 <sup>cd</sup>	5250 ± 468 <sup>d</sup>
Aug.	10805 ± 731 <sup>ace</sup>	1268 ± 230 <sup>c</sup>	5651 ± 725 <sup>abe</sup>	4109 ± 468 <sup>ade</sup>
Sep.	12791 ± 731 <sup>abef</sup>	1335 ± 230 <sup>c</sup>	9668 ± 725 <sup>f</sup>	1992 ± 468 <sup>f</sup>
Oct.	11660 ± 731 <sup>abcefg</sup>	1524 ± 230 <sup>c</sup>	9475 ± 725 <sup>f</sup>	731 ± 468 <sup>fg</sup>
Nov.	10965 ± 731 <sup>acefg</sup>	1393 ± 230 <sup>c</sup>	9073 ± 725 <sup>f</sup>	397 ± 468 <sup>g</sup>
Dec.	10412 ± 731 <sup>aceg</sup>	1175 ± 230 <sup>c</sup>	7865 ± 725 <sup>af</sup>	1074 ± 468 <sup>g</sup>
Jan., 2008	10903 ± 731 <sup>acefg</sup>	1027 ± 230 <sup>bc</sup>	8400 ± 725 <sup>f</sup>	1445 ± 468 <sup>gh</sup>
Feb.	10930 ± 757 <sup>acefg</sup>	1285 ± 238 <sup>c</sup>	8888 ± 751 <sup>f</sup>	705 ± 485 <sup>ghi</sup>
Mar.	9791 ± 757 <sup>ceg</sup>	1353 ± 238 <sup>c</sup>	8404 ± 751 <sup>f</sup>	30 ± 485 <sup>gij</sup>
Overall mean ± SE	10957 ± 242	1415 ± 80	6799 ± 225	2806 ± 293

g/head/day (Least square means ± SE for villages and months, Means ± SE for over all)

Mean values with different superscripts within the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

ジャーを用いて行った。さらに、農村と季節の効果は Tukey の多重比較検定を行った。有意差検定では  $P < 0.05$  を有意とみなした。

## 結果と考察

調査農家における成牛への飼料給与量とその内訳を農村および各月について Table 3 に示す。濃厚飼料には市販の配合飼料 ( $n = 2$ )、トウモロコシ粉 ( $n = 12$ )、米ぬか ( $n = 15$ ) およびフスマ ( $n = 15$ ) が、ワラ類には稲ワラ ( $n = 15$ )、小麦ワラ ( $n = 1$ )、ソバワラ ( $n = 1$ ) が、青刈り飼料には野草 ( $n = 15$ )、青刈りトウモロコシ ( $n = 15$ )、青刈りエンバク ( $n = 3$ )、サトウキビ頭梢部 ( $n = 1$ ) および飼料木 ( $n = 1$ ) が含まれる。Table 3 について全体の平均値をみると調査農家における飼料の乾物給与量は 1.1 kg であり、その内訳の給与量は濃厚飼料が 1.4 kg、ワラ類が 6.8 kg、青刈り飼料が 2.8 kg であった。乾物給与量は農村間で異なりが見られ総乾物給与量、ワラ類および濃厚飼料給与量において農村 C が他の農村よりも多かった ( $P < 0.05$ )。これらの給与量が農村 C において有意に高かった理由としては、農村 C では主に牛が飼養され他の農村では主に水牛が飼養されることから畜種の効果が、また、牛は水牛に比べて泌乳量が多いことから泌乳の影響が表れたと考えられた。次に、乾物給与量の月次推移をみると、雨季の初めに乾物給与量が減少し 7 月で最も低くなった ( $P < 0.05$ )。この結果は以前より現地で指摘されていた乾季 (涼乾季および暑乾季) の飼料不足とは異なるものであった。この時期には青刈りトウモロコシとその下草が収穫される時期であり農家は稲ワラの代替飼料としてこれら青刈り飼料を多く給与していた。したがって、7 月の乾物給与量の少なさは水分含量の多い青刈り飼料が多く給与

されたことが乾物給与量としてはかえって少なく給与されたことによると考えられた。7 月には乾物給与量の他に粗タンパク質 (CP)、可消化養分総量 (TDN) が最も低くなっていることも報告されるため<sup>6)</sup>、この時期に家畜への栄養供給量が不足した可能性が考えられる。ただし、同地域で家畜の乳生産量について調べた研究<sup>11)</sup>では、雨季に分娩した家畜の乳量が他の時期の乳量より少ない傾向は見られず、雨季の初めに家畜の栄養供給が不足したか否かは今のところ判断できない。この点については、さらなる情報収集が必要と考えられる。

Table 4 に各飼料中の乾物あたりのミネラル含有率を示す。P 含有率はワラ類で 0.11~0.12% と他の飼料に比較して低く、濃厚飼料が 1.06~3.66% と高かった。Ca 含有率はトウモロコシ粉、米ぬか、フスマで 0.1% 以下と低く、他方、飼料木において 2.59% と高かった。この飼料木 (*Leucaena leucocephala*) はマメ科に属し CP 22.3%, TDN 72.7% と栄養価の高い飼料であり<sup>12)</sup>、本調査では家畜への給与が確認された農家は 1 戸に留まるものの、現地では有用な飼料として広く認知されていた。また、Mg 含有率はソバワラと市販の配合飼料で高く、Na 含有率は市販の配合飼料を除き 0.04% 以下と極めて低かった。K 含有率は野草、青刈りエンバク、稲ワラ、市販の配合飼料が他の飼料と比べて高かった。

ミネラル給与量および給与飼料中ミネラル含有率を Table 5 および Table 6 にそれぞれ示す。ミネラル給与量と給与飼料中ミネラル含有率はどちらも農村間と季節間の異なりが見られた ( $P < 0.05$ )。まず農村間の異なりについてみると、農村 C においては全てのミネラルにおいて給与量が他の農村よりも多かった。このようなミネラル給与量の農村間の異なりは、ミネラル含有率では農村間の差が見られないものがあることから、乾物給与量の異なりが反

**Table 4** Macro mineral concentrations in feeds supplied for dairy cattle and buffalo in 15 farms in Rampur, Chitwan, Nepal

Feeds	n	Phosphorus	Calcium	Magnesium	Sodium	Potassium
		% on a dry matter basis				
Green fodder						
Native grass	6	0.40 ± 0.10	0.85 ± 0.59	0.41 ± 0.17	0.017 ± 0.006	2.86 ± 0.90
Maize stems and leaves	13	0.28 ± 0.08	0.72 ± 0.28	0.42 ± 0.18	0.011 ± 0.002	1.33 ± 0.60
Oats grass	3	0.51 ± 0.13	0.56 ± 0.16	0.16 ± 0.03	0.003 ± 0.001	2.43 ± 0.26
Sugarcane top	1	0.28	0.67	0.19	0.012	1.51
Fodder tree <sup>a</sup>	—	0.22	2.59	0.01	0.060	1.00
Straw						
Rice straw	15	0.11 ± 0.03	0.44 ± 0.12	0.20 ± 0.04	0.021 ± 0.005	2.24 ± 0.27
Wheat straw	5	0.12 ± 0.08	0.41 ± 0.13	0.09 ± 0.04	0.035 ± 0.011	1.83 ± 0.21
Buckwheat straw	3	0.11 ± 0.01	0.98 ± 0.46	0.72 ± 0.16	0.008 ± 0.009	1.86 ± 0.82
Concentrate						
Commercial concentrate	4	1.62 ± 0.10	0.96 ± 0.04	0.89 ± 0.06	0.239 ± 0.054	2.49 ± 0.19
Maize flour	8	3.66 ± 0.04	0.01 ± 0.00	0.11 ± 0.01	0.004 ± 0.001	0.42 ± 0.03
Rice bran	6	2.00 ± 0.56	0.06 ± 0.01	0.38 ± 0.06	0.010 ± 0.003	1.34 ± 0.34
Wheat bran	6	1.06 ± 0.14	0.10 ± 0.02	0.39 ± 0.06	0.012 ± 0.002	1.35 ± 0.19

Values are means ± standard deviations.

<sup>a</sup>*Leucaena leucocephala*: mineral concentrations were quoted from Upreti CR and Shrestha BK (2006).

**Table 5** Major mineral supply for cattle and buffalo

	Phosphorus	Calcium	Magnesium	Sodium	Potassium
Village A	37.8 ± 2.7 <sup>a</sup>	48.9 ± 2.7 <sup>a</sup>	27.2 ± 1.0 <sup>a</sup>	1.70 ± 0.19 <sup>a</sup>	196.2 ± 7.4 <sup>a</sup>
Village B	46.1 ± 2.7 <sup>b</sup>	51.7 ± 2.8 <sup>ab</sup>	27.5 ± 1.1 <sup>a</sup>	1.92 ± 0.19 <sup>a</sup>	222.0 ± 7.6 <sup>b</sup>
Village C	51.3 ± 2.7 <sup>b</sup>	59.1 ± 2.7 <sup>b</sup>	33.7 ± 1.1 <sup>b</sup>	2.74 ± 0.19 <sup>b</sup>	248.1 ± 7.4 <sup>c</sup>
Apr., 2007	66.4 ± 5.3 <sup>a</sup>	56.6 ± 5.5	35.8 ± 2.1 <sup>a</sup>	2.00 ± 0.38	229.1 ± 14.9 <sup>a</sup>
May	63.1 ± 5.3 <sup>ab</sup>	71.7 ± 5.5 <sup>a</sup>	43.0 ± 2.1 <sup>b</sup>	1.94 ± 0.38	232.8 ± 14.9 <sup>ab</sup>
Jun.	59.7 ± 5.3 <sup>abc</sup>	63.0 ± 5.5 <sup>ab</sup>	38.6 ± 2.1 <sup>abc</sup>	1.44 ± 0.38 <sup>a</sup>	183.7 ± 14.9 <sup>c</sup>
Jul.	40.3 ± 5.3 <sup>d</sup>	47.1 ± 5.5 <sup>c</sup>	28.1 ± 2.1 <sup>d</sup>	1.02 ± 0.38 <sup>ab</sup>	139.7 ± 14.9 <sup>d</sup>
Aug.	46.5 ± 5.3 <sup>cd</sup>	66.2 ± 5.5 <sup>abd</sup>	32.7 ± 2.1 <sup>acde</sup>	2.70 ± 0.38 <sup>c</sup>	235.2 ± 14.9 <sup>abe</sup>
Sep.	44.9 ± 5.3 <sup>cd</sup>	66.9 ± 5.5 <sup>abde</sup>	29.7 ± 2.1 <sup>def</sup>	3.04 ± 0.38 <sup>cd</sup>	276.0 ± 14.9 <sup>ef</sup>
Oct.	43.2 ± 5.3 <sup>d</sup>	48.2 ± 5.5 <sup>bcd</sup>	26.4 ± 2.1 <sup>dfg</sup>	2.63 ± 0.38 <sup>cde</sup>	246.9 ± 14.9 <sup>abefg</sup>
Nov.	35.2 ± 5.3 <sup>d</sup>	44.3 ± 5.5 <sup>cf</sup>	24.9 ± 2.1 <sup>dfg</sup>	2.46 ± 0.38 <sup>acde</sup>	233.5 ± 14.9 <sup>abeg</sup>
Dec.	33.6 ± 5.3 <sup>d</sup>	43.7 ± 5.5 <sup>cf</sup>	24.0 ± 2.1 <sup>dfg</sup>	1.95 ± 0.38 <sup>abce</sup>	219.5 ± 14.9 <sup>abceg</sup>
Jan., 2008	34.9 ± 5.3 <sup>d</sup>	48.0 ± 5.5 <sup>bcd</sup>	25.3 ± 2.1 <sup>dfg</sup>	2.14 ± 0.38 <sup>acde</sup>	229.9 ± 14.9 <sup>abeg</sup>
Feb.	40.4 ± 5.5 <sup>d</sup>	44.5 ± 5.7 <sup>cf</sup>	23.6 ± 2.2 <sup>dg</sup>	2.10 ± 0.39 <sup>acde</sup>	232.9 ± 15.4 <sup>abeg</sup>
Mar.	32.5 ± 5.5 <sup>d</sup>	38.6 ± 5.7 <sup>cf</sup>	21.7 ± 2.2 <sup>g</sup>	2.02 ± 0.39	206.1 ± 15.4 <sup>abceg</sup>
Overall mean ± SE	45.2 ± 1.8	53.4 ± 1.8	29.6 ± 0.8	2.12 ± 0.12	222.1 ± 5.09

g/head/day (Least square means ± SE for villages and months, Means ± SE for overall)

Mean values with different superscripts within the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

映したものであると推察された。次に季節変動についてみるとミネラル給与量と給与中ミネラル含有率のどちらも P, Ca, Mg では暑乾季から雨季の初めにかけて、Na と K では雨季の後半から涼乾季にかけて高い傾向が見られた。これらミネラルの季節変動はその時期に給与される飼料を反映し、暑乾季から雨季の初めにかけては P, Ca, Mg 含有率の高い青刈り飼料が、雨季の後半から涼乾季にかけては Na と K の含有率が比較的高いワラ類が給与されたためと考えられた。

調査農家の給与飼料中ミネラル含有率が牛と水牛の要求量を満たすか否かについて検討をするため、本調査で得られたミネラル含有率の月次推移 (Table 6) と飼養標準の要求量 (Table 7) を比較した。ネパール国内の牛および

水牛のミネラル要求量については不明な点が多く、現在のところ国内で飼養標準が取りまとめられていないため、本研究では日本飼養標準・乳牛 (2006 年度版)<sup>13)</sup> に示される要求量との比較を行った。日本飼養標準・乳牛 (2006 年度版) に示されるミネラルの要求量は Table 7 に示すとおりである。泌乳牛は表に示される乳量のうち最も調査農家の家畜の泌乳量に近い泌乳量 10 L の要求量を比較に用いた。暑熱条件においては家畜の発汗や流涎が増加するのでミネラル排泄量が増加するといわれる<sup>14)</sup>。そのため本調査では調査地の気温が 26°C 以上の暑熱環境となる 4 月から 10 月では要求量を、26°C 以下における乳牛の要求量より乾乳および妊娠牛では 10%、泌乳牛では 15~20% 増やして検討した<sup>13)</sup>。まず、P についてみると各月の平均値は乾

**Table 6** Major mineral contents in feeds for cattle and buffalo

	Phosphorus	Calcium	Magnesium	Sodium	Potassium
Village A	0.38 ± 0.02	0.51 ± 0.01	0.28 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.017 ± 0.001 <sup>a</sup>	1.98 ± 0.03
Village B	0.44 ± 0.02	0.50 ± 0.01	0.27 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.018 ± 0.001 <sup>a</sup>	2.06 ± 0.03
Village C	0.43 ± 0.03	0.50 ± 0.01	0.29 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.021 ± 0.010 <sup>b</sup>	2.05 ± 0.04
Apr., 2007	0.60 ± 0.04 <sup>a</sup>	0.46 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.29 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.016 ± 0.002 <sup>a</sup>	1.82 ± 0.06 <sup>a</sup>
May	0.48 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.56 ± 0.02 <sup>b</sup>	0.33 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.015 ± 0.002 <sup>ab</sup>	1.80 ± 0.06 <sup>ab</sup>
Jun.	0.54 ± 0.04 <sup>abc</sup>	0.62 ± 0.02 <sup>c</sup>	0.37 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.013 ± 0.002 <sup>abc</sup>	1.72 ± 0.06 <sup>abc</sup>
Jul.	0.55 ± 0.04 <sup>abcd</sup>	0.65 ± 0.02 <sup>cd</sup>	0.39 ± 0.01 <sup>cd</sup>	0.014 ± 0.002 <sup>abcd</sup>	1.91 ± 0.06 <sup>abd</sup>
Aug.	0.46 ± 0.04 <sup>bcd</sup>	0.61 ± 0.02 <sup>bcd</sup>	0.32 ± 0.01 <sup>ae</sup>	0.021 ± 0.002 <sup>e</sup>	2.21 ± 0.06 <sup>e</sup>
Sep.	0.35 ± 0.04 <sup>ef</sup>	0.50 ± 0.02 <sup>abf</sup>	0.23 ± 0.01 <sup>f</sup>	0.022 ± 0.002 <sup>e</sup>	2.18 ± 0.06 <sup>e</sup>
Oct.	0.36 ± 0.04 <sup>bef</sup>	0.41 ± 0.02 <sup>ag</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>f</sup>	0.022 ± 0.002 <sup>e</sup>	2.12 ± 0.06 <sup>e</sup>
Nov.	0.31 ± 0.04 <sup>f</sup>	0.40 ± 0.02 <sup>ag</sup>	0.23 ± 0.01 <sup>f</sup>	0.022 ± 0.002 <sup>e</sup>	2.13 ± 0.06 <sup>e</sup>
Dec.	0.32 ± 0.04 <sup>f</sup>	0.42 ± 0.02 <sup>ag</sup>	0.23 ± 0.01 <sup>f</sup>	0.019 ± 0.002 <sup>abe</sup>	2.10 ± 0.06 <sup>e</sup>
Jan., 2008	0.31 ± 0.04 <sup>f</sup>	0.44 ± 0.02 <sup>afg</sup>	0.23 ± 0.01 <sup>f</sup>	0.020 ± 0.002 <sup>ae</sup>	2.11 ± 0.06 <sup>e</sup>
Feb.	0.37 ± 0.04 <sup>bef</sup>	0.41 ± 0.02 <sup>ag</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>f</sup>	0.019 ± 0.002 <sup>abe</sup>	2.13 ± 0.06 <sup>e</sup>
Mar.	0.34 ± 0.04 <sup>ef</sup>	0.39 ± 0.02 <sup>g</sup>	0.22 ± 0.01 <sup>f</sup>	0.021 ± 0.002 <sup>e</sup>	2.10 ± 0.06 <sup>e</sup>
Overall mean ± SE	0.42 ± 0.01	0.49 ± 0.01	0.27 ± 0.01	0.019 ± 0.0005	2.03 ± 0.02

% on a DM basis. (least square means ± SE for villages and months, Means ± SE for overall)

Mean values with different superscripts within the same column are significantly different ( $P < 0.05$ ).

**Table 7** Recommended mineral content of diets for dairy cattle

	22–26°C		≥26°C	
	Dry, Pregnant cows	Lactating cows with milk yield of 10 litter	Dry, Pregnant cows	Lactating cows with milk yield of 10 litter
Phosphorus	0.24	0.27	0.26	0.31–0.32
Calcium	0.39	0.42	0.43	0.48–0.50
Magnesium	0.16	0.20	0.18	0.23–0.24
Sodium	0.10	0.18	0.11	0.21–0.22
Potassium	0.65	0.80	0.72	0.92–0.96

Recommended contents were quoted from Japanese Feeding Standard for Dairy Cattle (2006).

乳・妊娠牛と泌乳牛の要求量を満たしていた。しかしながら、農家別にみると4月と5月および9月から3月にかけて乾乳・妊娠牛の要求量より飼料中のP含有率が下回る農家が見られ、その割合は農家全体の20%、13%および7~33%を占めた。このことは成牛の維持要求量よりも給与飼料中のP含有率が下回る農家があり、その農家数は特に雨季の後半から涼乾季に多いことを示すと考えられた。さらに泌乳牛の要求量との比較では7月を除いた全ての月において要求量を下回る農家が見られ、その割合は農家全体の7~47%を占めた。次に、Ca含有率についてみると月別の平均値は10月で乾乳・妊娠牛の要求量より下回り、4月、11月、2月および3月で泌乳牛の要求量を下回った。したがって、これらの月においては飼料中のCaが不足する可能性が考えられる。また、農家別にみると4月、9~11月、2~3月に維持要求量である乾乳・妊娠牛の要求量を下回る農家が見られそれぞれ農家全体の47%、13~67%、7~36%を占めた。さらに泌乳牛の要求量との比較では8月を除いた全ての月で要求量より下回る農家が見られ、その割合は農家全体の7~100%を占めた。乳牛ではPが欠乏すると飼料摂取量の低下、消化率の低下、受胎率の低下が、Caが欠乏すると乳熱を発生しやすくなるとされている<sup>13)</sup>。調査地域では牛と水牛の繁殖成績の低さや乳熱の発生が問題とされているが、調査した農家ではこれらのPとCa不足による家畜の欠乏症状について証拠となるデータが得ることはできなかった。したがって、現地では不足を指摘することは尚早といえ、さらなるデータを収集して結論を出すべきと考えられる。他方、Mg含有率は泌乳牛の要求量を10月に若干下回ったが、乾乳・妊娠牛の要求量はいずれかの農家でも周年にわたり満たしていた。さらに、飼料中のNa含有率は要求量よりも大幅に低い結果であった。同地域の先行調査<sup>7)</sup>においても飼料中Na含有率の低さが同様に指摘されており、この地域において広く認められる状況と推察された。今回の調査では、1戸の農家において時折食塩を補給するという情報が得られたが、他の農家ではミネラルの補給は行われていなかった。乳牛ではNaが不足すると、食欲の減退や、泌乳牛における体重と泌乳量の減少が起きるとされている<sup>13)</sup>。調査農家で年間4回行った乳牛と水牛の体重の調査では、泌乳中の牛で体重の減少がいくつか確認されており、このことは主要栄

養素の欠乏の他にNa欠乏に由来する可能性が考えられた。飼料中K含有率はいずれの農家においても周年にわたり要求量より高い値で推移したが、MgやCaの利用率が低下する3%を超えるものではなかった<sup>15)</sup>。

以上の結果、調査地においては農家や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率の変動をもたらしていることが示された。また、飼料中のミネラル含有率から、当該地域の乳牛と水牛飼養においては、潜在的にPとCaが定期的に、Naが周年にわたり不足することが示唆された。本調査は酪農家におけるミネラル給与量の把握を目的としたため、牛の生産性や健康状態とミネラル欠乏の関係についてはまだまだ情報が不十分である。今後は、不足の可能性のあるミネラルについて補給をはかり、ミネラル不足と家畜の健康状態および生産性との関係を調査することが課題と考えられた。

## 謝 辞

本研究の一部は学術振興会特別研究員奨励費(19・5990)および科学研究費補助金(B19405041)の補助のもと行われた。

## 参考文献

- 1) FAO (2005) FAO statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- 2) 畜産技術協会 (1996) ネパール国畜産現地調査報告書, 社団法人畜産技術協会, 東京: pp. 14.
- 3) Karki U, Kolakchhapati MR, Paudyal N (1993) Impact of crossbred cows on the economy of small farmers and their performance in Gitanagar village development committee, Chitwan, Nepal. IAAS Research Report (1985–1991): 600–608.
- 4) Pant SS, Joshi NP, Gajurel KP (1993) Feeding practices for lactating buffaloes in Saradanagar village, Chitwan. IAAS Research Report (1985–1991): 116–128.
- 5) Hayashi Y, Maharjan KL, Kumagai H (2004) Feeding traits, nutritional status and milk production of dairy cattle and buffalo in small-scale farms in Terai, Nepal. Asian-Australasian Journal of Animal Science 19: 9–21.
- 6) Shah MK, Tabata Y, Devkota NR, Shah SK, Hirooka H, Kumagai H (2008) A survey on nutrient supply in relation to feeding system of buffalo and cattle in Tarai, Nepal. The 13th AAAP Animal Science Congress Proceedings.
- 7) 熊谷元, 杉山美里, 林義明, Shah S (2005) 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 微量栄養素研究 22: 51–58.

- 8) Kumagai H, Hirooka H, Nakao T, Maharjan KL, Shah SK, Oishi K (2008) A survey on age, bodyweight and heart girth of buffalo and cattle in Terai, Nepal. The 13th AAAP Animal Science Congress Proceedings.
- 9) Gomori G (1942) A modification of colorimetric phosphorus determination for use with the photo electric colorimeter. *Journal of laboratory Clinical Medicine* 27: 955–960.
- 10) Statistical Analysis System(1999) SAS/STAT Users Guide, Version 8 SAS Institute Inc., Cary NC USA.
- 11) 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.
- 12) Upreti CR, Shrestha BK (2006) Nutrient contents of feeds and fodder in Nepal. Nepal Agriculture Research Council: pp. 46, 87.
- 13) 農林水産省農林水産技術会議事務局 (2007) 日本飼養標準・乳牛 (2006 年度版). 中央畜産会, 東京 : pp. 39.
- 14) 畜産技術協会 (1999) 乳牛飼養管理技術指導マニュアル. 中央畜産会, 東京 : pp. 51–53.
- 15) National Research Council (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC: pp. 127.