

インドネシア国ジャワ島の牛の無機物栄養

熊谷 元¹⁾・加藤 健¹⁾・勝俣昌也¹⁾・石田直彦¹⁾
矢野秀雄¹⁾・川島良治¹⁾・ヤマトヤヒヤ²⁾
(¹⁾京都大学農学部*, (²⁾ボゴール農科大学**)

Mineral Status of Cattle in Java in Indonesia

Hajime KUMAGAI¹⁾, Ken KATOH¹⁾, Masaya KATSUMATA¹⁾, Naohiko ISHIDA¹⁾, Hideo YANO¹⁾,
Ryoji KAWASHIMA¹⁾ and Jajat JACHJA²⁾

¹⁾*Department of Animal Science, faculty of Agriculture, Kyoto University*

²⁾*Bogor Agricultural University*

Mineral status of cattle in Java in Indonesia was investigated by evaluating mineral concentrations in forage and blood of cattle during both rainy and dry seasons in 1988. Investigations were conducted in Jonggol (West Java), Malang (East Java) and Mojokerto (East Java).

Low P content in Forage averaging 0.11% on dry matter basis, high Ca: P ratio in forage in rainy season (7.7 : 1) and low plasma Pi concentrations averaging 4.71mg/dl were observed in Jonggol. Although the Se content in forage from Jonggol in dry season, Malang and Mojokerto ranging from 0.05 to 0.08ppm was marginal the Se concentration in whole blood ranging from 0.11 to 0.21 μ g/ml was much higher than the critical level.

In Jonggol, the Cu content in forage averaging 8.2ppm was marginal and the plasma Cu concentration averaging 0.22 μ g/ml was much lower than the critical level. The Fe content in forage from three places was much higher than 1,000 ppm which is the maximal tolerable level of Fe for cattle.

無機物の過剰や欠乏は家畜の増体不良や繁殖成績の低下などを引き起こすことが知られている。近年特に熱帯地域において牧草中の無機物の過不足と牛の無機物栄養の不良が報告されている^{1,2)}。しかし東南アジアにおける牛の無機物栄養状態に関する詳細な調査報告はほとんど見当たらない。本研究ではインドネシア国ジャワ島で飼養される牛の無機物栄養状態を飼料中および血液中の無機物濃度から検討した。

*所在地：京都市左京区北白川追分町（〒606）

** Adress : Jalan Raya Pajajaran Bogor, Indonesia

実験方法

調査場所と時期：1988年の1月（雨期中頃）と8月（乾期の終わり）にインドネシア国ジャワ島内のジョンゴル（西部ジャワ）、マラン（東部ジャワ）及びモジョクルト（東部ジャワ）の3カ所で調査を行った。ジョンゴルではボゴール農科大学の附属牧場を対象とした。30頭前後の牛が午前中は野草地で放牧され、午後は刈り取ってきた牧草を与えられていた。ミネラルブロック等の給与は行っていなかった。マランとモジョクルトでは屠殺場とその周辺農家を対象とした。農家では1戸あたり1-2頭の牛を野草地での繋牧、あるいは刈り取ってきた野草、トウモロコシ茎葉部、サトウキビの葉、サツマイモのつる、長芋の皮などの給与によって飼養していた。

血液の採取：のべ138頭の牛（雄100頭、雌38頭）を対象とした。品種は、オンゴル牛が126頭、バリ牛が6頭、オンゴル牛とバリ牛、オンゴル牛とマドーラ牛、バリ牛とマドーラ牛の交雑牛が計6頭であった。牛の年齢は歯式で判定し、すべてが1才齢以上の成牛であった。血液はジョンゴルの牛は頸静脈から、マランとモジョクルトの牛は屠殺時に頸静脈から採取した。採血後すぐにヘパリン処理し、1部は全血のまま、残りは3000rpmで15-30分間遠沈して血漿を得、酸洗したポリプロピレン容器に入れてドライアイスで凍結した後、日本に持ち帰って分析に供した。

飼料の採取：ジョンゴルでは野草地及び牧草地内から各々2カ所を選び、飼料を採取した。マランとモジョクルトでは、各々牛が育てられた村内から3-4戸の農家を選び、牛の飼料を採取した。飼料は現地で風乾してビニール袋に入れ、日本に持ち帰って粉碎し、分析に供した。

分析方法：血漿中Pi, Ca, Mgの測定はサンプルを10%トリクロロ酢酸で除タンパクした後に行った。血漿中Cu, Zn, 全血中Se及び飼料中P, Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn, Fe, Mo, Seの測定はサンプルを硝酸と過塩素酸で分解した後に行った。Pは比色法³⁾で、Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn, Feはフレイム原子吸光法で、Moはフレイムレス原子吸光法で、Seは蛍光⁴⁾法で測定した。

統計処理：飼料中、血液中の無機物濃度を各々SASプログラムパッケージのGLMプロシジャーで解析し、採取場所、採取季節、及び採取場所と採取季節との交互作用の効果を調べた。

実験結果

Table 1, 2に飼料中無機物含量を示した。P含量の2季節の平均値は、ジョンゴルが乾物中0.11%、マランとモジョクルトが各々0.24, 0.27%でジョンゴルが他の2場に比べて有意に低かった（ $P < 0.01$ ）。飼料中Se含量の平均値はジョンゴルの雨期が0.37 ppm, ジョンゴルの乾期及び他の場所が0.05-0.08 ppmであった。飼料中Cu含量の2季節の平均値はジョンゴルが8.2 ppm, マランが13.3 ppm, モジョクルトが16.3 ppmでジョンゴルがモジョクルトに比べて有意に低かった（ $P < 0.05$ ）。Fe含量は飼料によって最低249 ppmから最高34,400 ppmまでの非常に広い範囲にわたって分散し、その平均値はいずれも1,000 ppmを越えていた。

Table 1. Macro mineral concentrations of forages from three places in Indonesia

Season	No. of Samples	P	Ca	Mg	K	Na
% on dry matter basis						
Jonggnl						
Rainy	9	0.11(0.04) ^a	0.83(0.24)	0.19(0.06)	1.47(0.34)	0.14(0.39)
Dry	4	0.13(0.04)	0.61(0.19)	0.20(0.11)	1.65(0.79)	0.50(0.57)
Malang						
Rainy	7	0.28(0.09)	0.93(0.65)	0.33(0.10)	2.19(0.24)	0.06(0.07)
Dry	8	0.20(0.09)	0.44(0.14)	0.27(0.07)	1.98(0.47)	0.06(0.07)
Mojokerto						
Rainy	7	0.31(0.15)	1.24(0.64)	0.41(0.12)	2.21(0.52)	0.11(0.07)
Dry	6	0.23(0.10)	0.65(0.36)	0.31(0.18)	2.01(0.50)	0.11(0.10)
significance of differences between means						
Places		**	NS	**	**	NS
Seasons		NS	**	NS	NS	NS
Place×Season		NS	NS	NS	NS	NS

** $p < 0.01$, NS not significant^a Mean(S.D.)**Table 2.** Trace mineral concentrations of forages from three places in Indonesia

Season	No. of Samples	Se	Cu	Fe	Mo	Zn
ppm on dry matter basis						
Jonggol						
Rainy	9	0.37(0.13) ^a	7.1(2.4)	2960(4080)	0.82(0.90)	36.9(12.7)
Dry	4	0.06(0.01)	10.9(4.3)	1020(740)	1.35(0.57)	52.5(5.1)
Malang						
Rainy	7	0.06(0.01)	15.0(9.7)	5640(4370)	1.14(0.61)	35.9(12.8)
Dry	8	0.05(0.01)	10.2(3.2)	2000(1030)	1.24(0.39)	39.5(14.2)
Mojokerto						
Rainy	7	0.06(0.01)	20.2(10.3)	10760(14710)	2.07(0.89)	58.6(17.1)
Dry	6	0.08(0.02)	11.7(6.0)	3120(2700)	1.29(0.70)	38.6(21.7)
Significance of Differences Between Means						
Places		NS	**	NS	NS	NS
Seasons		NS	NS	*	NS	NS
Place×Season		NS	NS	NS	NS	NS

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, NS not significant^a Mean(S.D.)

Table 3 に血中無機物濃度を示した。血漿中 Pi 濃度の 2 季節の平均値はジョングルが 4.71 mg/dl, マランとモジョクトが各々 7.00, 6.65 mg/dl でジョングルが他の 2 場に比べて有意に低かった (P < 0.01)。ジョングルでは雨期の血漿中 Pi 濃度が平均 4.26 mg/dl, 乾期が 5.17 mg/dl で雨期が乾期に比べて有意に低かった (P < 0.01)。全血中 Se 濃度の平均値はジョングルの雨期が 0.34 μg/ml, その他が 0.11-0.21 μg/ml であった。血漿中 Cu 濃度の 2 季節の平均値はジョングルが 0.22 μg/ml, マランとモジョクトが各々 0.88, 0.81 μg/ml でジョングルが他の 2 場に比べて有意に低かった (P < 0.01)。

Table 3. Blood mineral concentrations of cattle from three places in Indonesia

Season	No. of Samples	Plasma					Blood
		Pi	Ca	Mg	Cu	Zn	Se
		mg/dl			μg/ml		
Jonggol							
Rainy	19	4.26(0.88) ^a	10.67(0.44)	2.29(0.18)	0.22(0.12)	0.91(0.11)	0.34(0.01)
Dry	19	5.17(1.38)	10.06(0.51)	2.63(0.19)	0.22(0.10)	0.89(0.10)	0.21(0.01)
Malang							
Rainy	25	7.24(0.88)	10.08(0.53)	2.08(0.18)	0.95(0.17)	0.83(0.14)	0.11(0.01)
Dry	25	6.76(0.88)	9.88(0.39)	2.33(0.22)	0.81(0.20)	0.85(0.16)	0.13(0.01)
Mojokerto							
Rainy	25	6.82(1.01)	10.02(0.49)	2.04(0.27)	0.75(0.15)	0.89(0.18)	0.17(0.02)
Dry	25	6.47(1.87)	9.52(0.49)	2.42(0.32)	0.86(0.16)	0.87(0.20)	0.15(0.01)
Significance of Differences between Means							
Places		**	**	**	**	NS	**
Seasons		NS	**	**	NS	NS	**
Place×Season		*	NS	NS	NS	NS	**

*p < 0.05, **p < 0.01, NS not significant

^a Mean(S.D.)

考 察

NRC 飼養標準では牛の維持の P 要求量は飼料中 0.18% とされている⁵⁾。ジョングルでは全飼料の P 含量が要求量を下回っていたが, マランとモジョクトの飼料中平均 P 含量は要求量を上回っていた。血漿中 Pi 濃度が 4.5 mg/dl を下回ると, P 欠乏の疑いがあるとされる⁶⁾。ジョングルでは雨期に全個体の 53%, 乾期に全個体の 32% が欠乏の指標値を下回っていたが, マランとモジョクトでは 1 例を除いて欠乏の指標値を上回っていた。ジョングルでは飼料中低 P 含量が血漿中 Pi 濃度の低下を引き起こした原因のひとつと考えられた。

飼料中の Ca : P 比の適正範囲は 1 : 1 から 7 : 1 の間であるとされている。この比が 7 : 1 を上回ると P の利用率及び血漿中 Pi 濃度が低下することが知られる⁷⁾。本調査における飼料中 Ca : P 比はジョングルの雨期においては 7.7 : 1 で適正範囲を上回り, ジョングルの乾期及びマランとモジョクト

においては適正範囲内の値であった。ジョンゴルの雨期では飼料中の低 P 含量のみならず飼料中の高 Ca : P 比が血漿中 Pi 濃度を低下させたと考えられた。

牛の Se の最低要求量は飼料中 0.05 ppm とされる⁵⁾。また全血中 Se 濃度が 0.02 $\mu\text{g}/\text{ml}$ を下回ると Se 欠乏の疑いがあるとされる⁸⁾。ジョンゴルの雨期の飼料中 Se 含量は最低要求量を上回り、これを反映して全血中 Se 濃度も欠乏の指標値を大きく上回っていた。一方ジョンゴルの乾期及びマラン、モジョクトの飼料中 Se 含量は最低要求量前後の値を示していたにもかかわらず、全血中 Se 濃度は欠乏の指標値をはるかに上回っていた。この原因は明らかではない。

牛の Cu の要求量は飼料中の Fe, Mo, S の含量に影響され、4 ppm から 10 ppm といわれる⁵⁾。ジョンゴルの飼料中平均 Cu 含量は 10 ppm を下回っていた。マランとモジョクトの飼料中平均 Cu 含量は 10 ppm を上回っていた。血漿中 Cu 濃度が 0.65 $\mu\text{g}/\text{ml}$ を下回ると、Cu 欠乏の疑いがあるとされる。ジョンゴルでは全個体が欠乏の指標値を下回っていたが、マランとモジョクトではほとんどの個体が欠乏の指標値を上回っていた。ジョンゴルでは飼料中低 Cu 含量が血漿中 Cu 濃度の低下を引き起こした原因のひとつと考えられた。

飼料中の Fe の最大許容量は 1,000 ppm とされ⁵⁾、これを上回ると Cu の吸収が阻害されることが知られる。いずれの場所でも飼料中の平均 Fe 含量は最大許容量を上回っていた。ジョンゴルの牛の血漿中 Cu 濃度が低かったことの原因として過剰の Fe の摂取が関与している可能性が示唆された。

いずれの場所においても飼料中の Na, K, Zn, Mo は欠乏値及び過剰値を示さなかった。したがってこれらの元素の過不足の問題はないと思われた。いずれの場所においても飼料中 Mg は欠乏していなかったが、血漿中 Mg は雨期にマランとモジョクトにおいて欠乏の疑いがあるとされる 2.0 mg/dl を下回っていた個体が全体の 40% 存在した。この原因は不明である。

本研究では調査地が 3 カ所のみ過ぎなかったため、この結果をもってジャワ島全域の牛の無機物栄養状態を論じることはできない。しかしジョンゴルでは牛の低 P, 低 Cu 栄養状態が推察された。ジャワ島では、特に飼料中の低 P と高 Ca : P 比による P 欠乏、及び飼料中の低 Cu と高 Fe による Cu 欠乏に注意する必要があると考えられた。

文 献

1. HAYASHI, M., Y. OGURA, I. KOIKE, N. YABE, R. MUDIGDO and A. PERANGINANGIN (1985) Bull. Natl. Inst. Anim. Health 88 : 35
2. VIJCHULATA, P., S. CHIPADPANICH and L. R. McDOWELL (1938) Tropical Animal production 8 : 131
3. GOMORI, G. (1942) J. Lab. Clin. Med. 27 : 955
4. WATKINSON, J. H. (1966) Anal. Chem. 38 : 92
5. NRC (1984) Nutrient Requirement of Beef Cattle. Sixth revised edition, National Academy Press, Washington, D. C. : pp. 38-46
6. McDOWELL, L. R., J. H. CONRAD, G. L. ELLIS and J. K. LOOSLI (1983) Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Resions. Institute of Food and Agricultural science, University of Florida, Gainesville :

pp. 54

7. YOUNG, V. R., W. P. C. RICHARDS, G. P. LOFGREEN and J. R. LUICK (1966) Br. J. Nutr. 20 : 783
8. ANDREWS, E. D., K. G. HOGAN and A. D. SHEPPARD (1976) N. Z. Vet. J. 24 : 111