

【短 報】 産業動物

分娩前にグラスタニーを発症した黒毛和種繁殖牛の1例

山田紗也 阿部紀次 佐藤綾乃 加藤敏英

酪農学園大学獣医学群獣医学類 生産動物医療分野 (〒069-0836 江別市文京台緑町582番地)

要 約

5歳5カ月齢(3産)、舎飼いの黒毛和種雌牛が分娩8日前に起立不能を呈したため、本学附属動物医療センターを受診した。初診時、グラスタニーに特徴的な重度の低マグネシウムおよび低カルシウム血症を示し、起立不能、四肢筋肉の振戦、発汗などがみられた。症例に給与されていた粗飼料はテナニー比、粗タンパク質含量ともに高かった。カルシウム製剤やマグネシウム製剤などの投与により症状改善がみられ、第9病日に正常分娩、その後第12病日に治癒した。本症例はカリウム、粗タンパク質含量が高い粗飼料を長期間に給与されていたため、慢性的な低マグネシウム血症状態に陥り、分娩直前になってグラスタニーが発症したものと推察された。

キーワード：黒毛和種繁殖牛、グラスタニー、牧草ミネラルバランス

-----北獣会誌 65, 285~289 (2021)

はじめに

牛のグラスタニーは、栄養・代謝性疾患としては、乳牛のケトosisや乳熱ほど世界的な発生はみられないが、突発的におこり死亡率が高い^[1]。この疾患はマグネシウム(Mg)代謝性異常によって惹起され、国内においては、肉用牛および乳用牛での発症例が報告されている^[1-4]。本疾患は牧草が急速に成長する春季に、泌乳初期で産次を重ねた牛が、放牧後2~3週以内に発生することが多い。また、栄養状態の悪い牛で分娩後70日以内に発生率が高いと報告されている^[3,5,6]。しかし近年は、土壌ミネラルの分析および改良が進んだこともあり報告数は減少している。このような状況のなかで、舎飼いの黒毛和種繁殖牛が分娩直前にグラスタニーを発症したので、今回はその臨床所見および治療経過、飼料分析成績等について報告する。

症 例

本症例は舎飼いの黒毛和種雌牛で、年齢は5歳5カ月齢、産歴は3産であった。分娩8日前に起立不能を呈したために、令和2年2月22日に本学附属動物医療セン

ターを受診した。

症状の経過：初診時(第1病日)の体温は38.6℃、心拍数は68回/分、呼吸数は32回/分で、食欲減退、自己起立不能、四肢筋肉の振戦、発汗、消化管運動の停止、心音不整、水様性下痢、皮膚・耳介の冷感などが認められた(図1)。第1病日の治療後夕方には自己起立、維持は可能になった。第2病日は自己起立、維持は可能で、前日より発汗量は減少し、四肢の振戦も消失した。心音



図1. 初診時の様子(自力での起立が不可能な状態)

連絡責任者：加藤敏英 酪農学園大学獣医学群獣医学類 生産動物医療分野
〒069-0836 江別市文京台緑町582番地
TEL：011-388-4786 FAX：011-388-4169 E-mail：ktoshi@rakuno.ac.jp

表 1. 臨床所見の推移ならびに投与薬剤

病 日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月 日	2/22	2/23	2/24	2/25	2/26	2/27	2/28	3/1	3/2	3/3	3/4	3/5
体 温 (°C)	38.6	38.9	39.0	39.0	38.9	39.2	38.1	38.7	38.9	38.5	38.8	39.6
心拍数 (回/分)	68	68	64	89	60	88	80	68	120	72	84	80
呼吸数 (回/分)	32	36	20	39	24	24	32	24	40	32	32	36
食 欲	-	+	+	+	-	+	+	-	±	±	±	+
自己起立	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
発 汗	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
振 戦	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
耳介・皮温温感	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+
消化管運動	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
糞性状	水様性	正常	正常	やや軟便	正常	やや軟便	やや軟便	正常	正常	軟便	やや軟便	正常
ボログルコン酸Ca製剤	○	○	○	○	○	○			○			
20%硫酸Mg製剤	○	○	○	○		○			○	○		
Ca・Mg合剤	○											
輸液剤	○	○	○		○	○	○	○			○	
ビタミン剤	○				○		○	○				
消炎鎮痛剤						○			○			○

表中の記号は、+：あり、-：なし、±：濃厚飼料は食べるが粗飼料は食べない。○は投与。

不整も前日より軽減した。第3病日には発汗はみられなくなったが、心音不整は続いていた。第4～8病日は食欲低下が続き、濃厚飼料・粗飼料ともに採食量が減少していた。第9病日の分娩後は、自己起立可能で、皮膚・耳介温感、消化管運動はあったが、発汗と振戦が再びみられた。第10、11病日では、発汗は消失していたが、四肢の振戦、食欲低下ならびに軟便がみられ、右臍部でピング音が聴取された。第12病日に食欲が回復し、振戦が消失したため終診とした (表 1)。

治療内容：病日ごとの投与薬剤を表 1 に示した。第1病日に低カルシウム (Ca)、低Mgの補正を目的にボログルコン酸Ca製剤 (ニューボロカールA：日本全薬、福島) を500 ml、20%硫酸Mg製剤 (動物用マグゾール注：日本全薬) を100 mlを静脈内に投与し、第1病日夕方にもCa・Mg合剤 (カルマデックス注：フジタ製薬、東京) を250 mlと20%Mg製剤50 mlを追加投与した。第2病日以降は、ボログルコン酸Ca製剤を第2～6病日に連日500 ml投与し、第9病日の分娩後にも500 ml投与した。20%硫酸Mg製剤は第2、3、4、6病日にそれぞれ150、100、50、100 ml投与し、第9病日の分娩後と第10病日にも100 ml投与した。また、脱水の補正と栄養補給を目的として高張食塩液、酢酸リンゲル液、アミノ酸製剤などの輸液剤を状況に応じてビタミン剤とともに静脈内投与した。第6、9、12病日には塩化Ca等を含む消炎鎮痛剤 (強力OSM：日本全薬) を100 mlを静脈内投与した。

血液および血液生化学的検査所見の推移：血液所見では、赤血球数 (RBC)、白血球数 (WBC)、ヘモグロビン量 (Hb) および血小板数 (PTL) は正常範囲内で推移し

表 2. 血液検査所見

項 目	病 日			
	1	3	7	8
RBC ($\times 10^4/\mu\text{l}$)	770	594	622	705
WBC ($/\mu\text{l}$)	9,700	6,100	5,500	8,400
Lym ($/\mu\text{l}$)	1,900	2,200	2,300	1,500
Mon ($/\mu\text{l}$)	0	0	0	200
Eos ($/\mu\text{l}$)	500	700	700	900
Seg ($/\mu\text{l}$)	7,300	3,200	2,500	5,800
Hb (g/dl)	13.8	11	11.1	12.4
Ht (%)	45	34.6	35.7	40.5
PTL ($\times 10^4/\mu\text{l}$)	22.6	25.6	27.6	21.6

検査機器はCelltac a (日本電工)、項目略号は本文参照

た。第1病日のヘマトクリット値 (Ht) および好中球値 (Seg) はそれぞれ45%、7,300/ μl と高値を示した。第3病日ではHt値は34.6%、Seg値は3,200/ μl とともに低下し、第7病日には、Seg値は2,500/ μl とさらに低下した。第9病日の分娩後では、Ht値とSeg値がそれぞれ40.5%および5,800/ μl と再び増加した (表 2)。

血液生化学的所見では、第1病日にCaおよびMgはそれぞれ4.5 mg/dl、0.4 mg/dlと著しい低値を示し、無機リン (iP) は4.7 mg/dlと正常範囲内であった。第3～5病日にかけてはCa、Mgは徐々に増加した。また第3病日にはiPが第1病日と比較して約2倍に増加した。第7病日ではCaは12.4 mg/dlと増加したが、Mgは1.6 mg/dlと低いままであった。iPは第4～7病日も高値が続いた。第9病日分娩後にはCaおよびiPはそれぞれ11.1 mg/dl、4.6 mg/dlと正常範囲に戻ったが、Mgは1.5 mg/dlと低値を継続した。第10病日ではCaとMgは正常範囲だったが、iPは11.1 mg/dlと急増した (表 3)。なおCa、Mg測定値の経日的推移を図 2 に示した。

表 3. 血液生化学的検査所見

項 目	病 日							
	1	3	4	5	7	9	10	
Ca (mg/dl)	4.5	7.5	7.7	8.2	12.4	11.1	11.6	
Mg (mg/dl)	0.4	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5	1.7	
iP (mg/dl)	4.7	8.3	7.6	8.8	7.5	4.6	11.1	
AST (IU/l)	1,000<	249	239		158	212	858	
CK (IU/l)	2,000<	940	584		162			
NH ₃ (mg/dl)							230	
T-Bill (mg/dl)							1.2	

検査機器は富士ドライケム NX500V (富士フィルム)、項目略号は本文参照

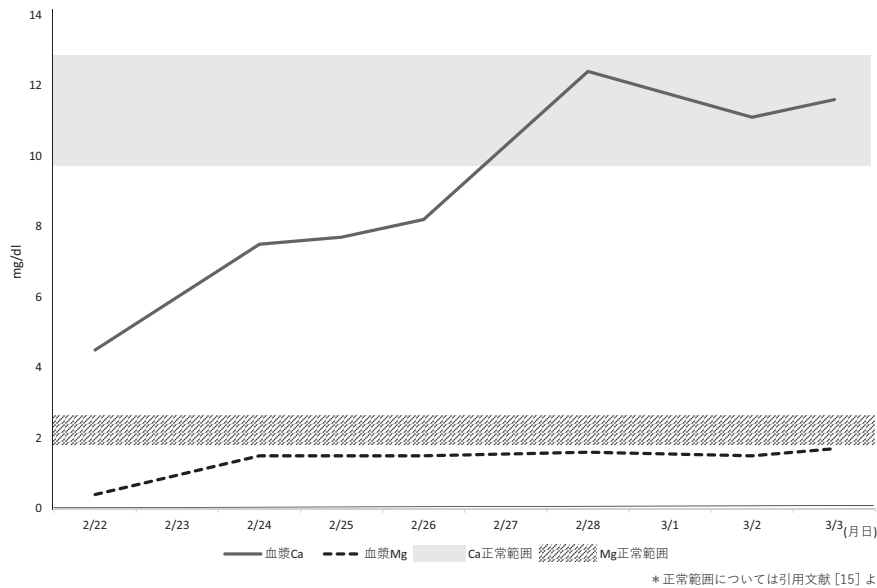


図 2 血清中Ca、Mg濃度の推移

第1病日では起立不能に伴い筋肉由来酵素であるアスパラギン酸アミノトランスフェラーゼ (AST) は1,000 IU/l以上、クレアチンキナーゼ (CK) は2,000 IU/l以上と著しい高値を示したが、第3～7病日にはAST、CKの値は低下した。分娩後の第10病日にASTは再度上昇して858 IU/lと高値を示し、アンモニア (NH₃)、総ビリルビン (T-Bill) もそれぞれ230 mg/dl、1.2 mg/dl

と高値を示した。

給与粗飼料の成分分析値：11月から発症にかけて約4か月間給与されていた粗飼料の成分分析成績を表4に示した。この中で、特に粗飼料Aが最も多く給与されていた。粗飼料Aはオーチャードグラスの1番草であり、同じ種類の標準値 (日本標準飼料成分表に記載されている値) に比べCaは若干低いもののMgは高かった。一

表 4. 発症前に給与していた粗飼料分析値

粗飼料	主要草種	番草	成 分					K/(Ca+Mg) (テタニー比)
			CP	Ca	P	Mg	K	
A ¹⁾	オーチャードグラス	1	14.77	0.31	0.40	0.22	3.44	2.64
B	オーチャードグラス	1	12.07	0.25	0.35	0.24	3.42	2.72
C	リードカナリーグラス	1	17.46	0.41	0.34	0.18	3.75	2.74
D	オーチャードグラス	2	11.67	0.42	0.47	0.40	3.35	1.58
E	オーチャードグラス	2	11.92	0.37	0.31	0.31	3.63	2.11
F	オーチャードグラス	3	17.23	0.41	0.55	0.35	3.37	1.76
標準値 ²⁾	オーチャードグラス	1	13.0	0.39	0.23	0.14	2.07	1.71
全道平均 ³⁾	オーチャードグラス	1	12.81	0.35	0.36	0.25	2.38	1.71

1) 粗飼料Aは11月から分娩直前まで、特に多く給与されていたもの、2) 引用文献 [17]、3) 雪印種苗株式会社の2020年11月報告より、成分略号は本文参照

方で、Kが3.44%と標準値2.07%ならびに全道平均2.38を大きく上回っており、テタニー比（ $K/(Ca+Mg)$ 当量比）も2.64と高値を示した。また、同飼料の乾物中の粗タンパク質割合（CP）は14.77%であり、標準値13.0ならびに全道平均12.81を大きく上回っていた。

考 察

グラステタニーは、一般に牧草のMg含量が低く、窒素とK含量が高く、テタニー比（ $K/(Ca+Mg)$ 当量比）が1.8~2.2以上の場合に発生率が増加するとされている^[7]。本症例に最も多く給与されていたオーチャード1番草のテタニー比は2.64とその値を上回っており、そのほかの給与粗飼料のテタニー比も高いものが多かった。また、テタニー比を提唱したKempら^[8]は、牛の消化管からのMg吸収を阻害する要因として、粗飼料中のタンパク質をあげている。自給肥料（堆肥、スラリー、尿液肥など）の多量施肥を行うと、粗飼料中の窒素（タンパク質）含量が増加するが、一方で炭水化物含量は低下する^[9]。炭水化物含量が減少すると、ルーメン内で揮発性脂肪酸の生成速度が低下し、pHが低下しづらくなる。pHが高くなることによってMgの溶解性が低下し、ルーメン上皮での吸収が低下、最終的に低Mg血症になる^[9,10]。このことから、症例に給与されていた粗飼料のタンパク含量が高かったことが、グラステタニー発症を助長したことが強く示唆された。さらに、高K含量の粗飼料を摂取した牛のルーメン内では、養分吸収においてKとMgが拮抗することが報告されている^[10]。すなわち、Mg取り込み機構は、K感受性およびK非感受性の担体輸送タンパク質で構成されており、ルーメンK濃度が低い場合、頂端膜電位はルーメン上皮細胞によるMg取り込みを亢進するが、逆にK濃度が高い場合には、頂端膜電位の脱分極を引き起こし、Mg取り込みを低下させる^[10]。以上のことから、本症例の背景には症例の体内外でグラステタニーを発症しやすい条件が揃っていたものと推察された。

一方、症例が低Ca血症を呈した理由としては、以下の機序が考えられた。低Ca血症時には、上皮小体から上皮小体ホルモン（PTH）が放出されるが、重度の低Mg血症（ $<1.2\text{mg/dl}$ ）では、PTHの分泌抑制とその抵抗性による重度の低Ca血症が生じると報告されている^[11-13]。このことから、低Ca血症は低Mg血症によって二次的に起こったものと考えられた。また、高iP血症を呈した理由としては、PTH作用低下によってiPの尿管での再吸収の亢進とビタミンDの活性障害による

もの、または起立不能による損傷した細胞から、大量のiPが細胞外シフトしたものと考えられた^[14]。筋肉由来酵素であるASTとCKの一過性の上昇は起立不能によるものと考えられるが、分娩後に再びASTが増加したことについては、NH₃、T-Billも高値を示したこと、また食欲低下がみられたことから肝疾患の影響が考えられる。

発生農場では分娩前後に起立不能になる症例が2018年に1症例、2020年に3症例と続いており、いずれもグラステタニーに特徴的な低Mg血症を呈していた。同居牛に対して血液を用いたスクリーニング検査を実施したところ、非臨床型低Mg血症の個体が散見された（成績には示さず）。牛の血清Mgは正常範囲が1.8~2.4 mg/dlとされており^[15]、狭い範囲で調節されているものの、多くの電解質や体液量の調節とは異なり、ホルモンによる調節機構を持たない。Mgは骨からの動員またはルーメン上皮の受容体数の増加によっては補うことはできず、食餌性に依存している^[16]ため、飼料中のMg含量を高めることが求められる。しかしながら、北海道や東北の寒冷地で、春先の低温時にイネ科牧草を主体とする放牧草のMg含量を0.2%以上に確保するのは非常に難しい。したがって、この時期には低Mg血症の予防策としてMgを含む飼料添加剤の経口投与や、Mg含有量の高い補助飼料の給与が必要である^[9]。現在、発生農場ではMg添加剤の給与に加え、施肥管理による粗飼料成分の改善を実施し、グラステタニー発症予防策を講じている。

謝 辞

稿を終えるにあたり、粗飼料成分や施肥管理等について貴重なご助言を賜った、酪農学園大学農食環境学群循環農学類の三枝俊哉教授に深謝いたします。

引用文献

- [1] 篠崎謙一：牛のグラステタニーについて、日獣会誌、30、133-143（1977）
- [2] 宮尾 瞬、石黒 茂、渡瀬 弘：鹿児島県下に多発する肉用牛のグラステタニー様疾患に関する一考察、日獣会誌、24、538-547（1971）
- [3] 村上大蔵、内藤善久、佐藤勝郎：牛のグラステタニーに関する研究、日獣会誌、34、323-331（1972）
- [4] Yoshida S: Osteoporosis in lactating dairy cows, *Biosphere Sci*, 54, 99-111 (2015)
- [5] 藤原宏樹、安藤貴朗、大塚浩通、渡辺大作：低カルシウム・低マグネシウム血症により起立不能を呈した

- 黒毛和種繁殖牛の一例、家畜臨床誌、31、12-17 (2008)
- [6] Odette O: Grass tetany in a herd of beef cows, *Can Vet J*, 46, 732-734 (2005)
- [7] 山岸則夫: 獣医内科学、日本獣医内科学アカデミー編、第2版、196-199、文永堂、東京 (2015)
- [8] Kemp A, 't Hart ML: Grass tetany in grazing milking cows, *Neth J Agr Sci*, 5, 4-17 (1957)
- [9] 松中照夫、三枝俊哉: 草地学の基礎 維持管理の理論と実際、140-150、農文協、東京 (2016)
- [10] Schonewille JT: Magnesium in dairy cow nutrition: an overview, *Plant Soil*, 368, 167-178 (2013)
- [11] Goff JP, Horst RL: Role of acid-base physiology on the pathogenesis of parturient hypocalcaemia (Milk Fever)-the DCAD theory in principal and practice, *Acta vet Scand*, 97, 51-56 (2003)
- [12] Van de Braak, AE, van't Klooster AT, Malestein A: Influence of a deficient supply of magnesium during the dry period on the rate of calcium mobilisation by dairy cows at parturition, *Res Vet Sci*, 42, 101-108 (1987)
- [13] Contreras PA, Manston R, Sansom BF: Calcium mobilisation in hypomagnesaemic cattle, *Res Vet Sci*, 33, 10-16 (1982)
- [14] 鈴木一由、山田 裕: 牛の輸液、139-170、緑書房、東京 (2020)
- [15] 佐藤 繁: 獣医内科学、日本獣医内科学アカデミー編、第2版、386-390、文永堂、東京 (2015)
- [16] Martens H, Leonhard-Marek S, Röntgen M, Stumpff F: Magnesium homeostasis in cattle: absorption and excretion, *Nutr Res Rev*, 31, 114-130 (2018)
- [17] 中央畜産会: 日本標準飼料成分表、(独法) 農業・食品産業技術総合研究機構編、2009年版、144-146、中央畜産会、東京 (2010)