

## カルシウム代謝障害

ミネラルは、骨や歯の成分として骨格の形成、血液など体液の pH や浸透圧の調節、神経や筋肉への情報伝達、生理活性あるいは酵素反応の賦活物質として動物の成長や生命維持の上で重要な働きをしています。放牧のように自然に近い飼養形態では、土-草-家畜という関係を通して欠乏症が起こりやすく、また土壌に含まれるミネラル間の相互作用により、消化管からの吸収が阻害される場合もあります。

舎飼いなど人為的に制御された飼養条件下では単純な欠乏症は起こりにくいのですが、泌乳牛におけるカルシウム(Ca)のように、生乳中への多量の分泌が起こる場合には、ミネラル代謝障害が発生しやすくなります。

乳牛の血中 Ca 濃度の正常値は 9~11mg/dl で、7.4mg/dl 以下の状態を低 Ca 血症といいます。分娩直後の乳牛は低 Ca 血症の状態にあることが多く、重症の場合には起立不能になり、軽症であっても採食量が低下し、ケトーシス、第四胃変位、後産停滞などの周産期病が増えると言われています。

### 1. Ca の代謝と代謝障害

#### 1) Ca の血中濃度

Ca の血中濃度は、上皮小体ホルモン(PTH)、カルシトニン (CT) あるいはビタミン D<sub>3</sub>によって厳密に調整されています。血中 Ca が低下すると上皮小体から PTH が分泌され、これが骨の破骨細胞を刺激して骨のミネラルを放出して血中 Ca 濃度を増加させます。CT は甲状腺で合成・分泌されるホルモンで、PTH とは逆に血中 Ca 濃度を低下させる働きをします。

#### 2) Ca の所在

Ca は体内ではほとんどリン酸カルシウムとして骨に存在し、体液、皮膚、粘膜、筋肉、腱、脂肪、血管、神経などの軟組織への分布は 1%程度に過ぎません。牛の場合、体内には約 6kg の Ca が存在していますが血液中には約 2g しか含まれていません。

#### 3) 泌乳との関係

泌乳はこの Ca 代謝に大きな影響を与えます。例えば日乳量 30kg の乳牛の場合、約 35g の Ca が乳中に分泌されます。従って、種々の要因により腸管や骨からの Ca 吸収が阻害される分娩前後では、低 Ca 血症が進行しやすくなります。最近の研究では、分娩後 10 日まで 10~50%の乳牛が潜在的な低 Ca 血症（血漿 Ca 濃度が 7.5mg/dl 以下）であることが報告されています。

Ca は生体の恒常性維持に不可欠な要素であり、その低下はさまざまな生理機能に影響を与え、周産期疾患のリスクを増大させると考えられています。例えば、低 Ca 血症は子宮筋の正常な緊張状態を失わせ、子宮脱の主たる原因となるほか、乳熱が進行した乳牛では胎盤停滞が起こりやすいといわれています。また、乳熱に罹患した乳牛では、そうでない牛に比べて、分娩後の飼料摂取の低下が著しく、泌乳初期のエネルギー摂取量が消費エネルギーよりも少ない負のエネルギーバランス(NEB)を悪化させます。これには低 Ca 血症に伴う消化管運動の低下が関係すると考えられています。さらに、血漿 Ca

濃度が低いほど、第四胃の収縮性が低下することが示されており、第四胃アトニーとそれに続く第四胃変位の原因の一つと考えられています。

## 2. 分娩性低 Ca 血症 (乳熱)

分娩性低 Ca 血症は、乳牛の分娩前後に起こる急激な血清 Ca 濃度の低下により、筋肉の痙攣、ついで麻痺、起立不能を呈する疾病で、乳熱、産褥麻痺とも呼ばれています。本症は分娩後 3 日以内に発症します。血中 Ca 濃度低下の要因としては、初乳への急速な Ca 分泌と腸管からの Ca 吸収不足があげられます。初乳中の Ca 濃度は 160mg/dl と、常乳に比べ 1.3 倍高くなっており、血中 Ca 濃度に大きな影響を与えます。一方、骨からの Ca 動員が遅れると、Ca 要求量の増加分は腸管からの Ca の吸収によって賄われます。しかし分娩直前には、妊娠子宮の消化管への機械的圧迫やエストロゲン濃度の上昇に伴って食欲が減退しており、結果的に腸管からの Ca 摂取量は低下しています。このため、カルシウム剤の経口投与が行われています。

ビタミン D3 や PTH は、血中 Ca 濃度の低下に反応して血中の Ca 濃度を高める働きをします。腸管のビタミン D3(1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>)受容体は腸内絨毛の上皮細胞にあり、上皮細胞内を通過する Ca の吸収を促進します。このビタミン D 受容体は加齢に伴って、および分娩直前直後にかけて減少します。このため、本症は 1~2 産次牛に比べて高産次牛の発生率が高くなりますが、これは牛乳に分泌される Ca 量が年齢とともに増加するのに対し、腸管のビタミン D3 受容体数が減少することも一因と考えられています。

分娩時の血中 Ca 濃度低下を防ぐためには、飼料中の Ca、P 含量などの管理が重要です。一般には腸管からの能動的 Ca 吸収を促進させるため、乾乳期飼料中の Ca および P 含量を低く押さえ(乾物量比 Ca0.5%、P0.3%以下)、分娩後に高 Ca 飼料(乾物量比 1%以上)に切り替えること、分娩 1 週間前にビタミン D3 を筋注することなどが推奨されています。また最近では、飼料中のミネラルが有する電位差(カチオン・アニオンバランス:DCAD)の制御による乳熱の予防法も検討・応用されています。DCAD については酪農・豆知識第 52 号(平成 23 年 6 月)をご参照ください。

## 3. ダウナー症候群

ダウナー症候群とは、主として乳熱に対する治療開始の遅延、難産、外傷性損傷など種々の原因で起立困難となり、後肢の虚血性麻痺を生じて長期間起立不能になった状態をいいます。乳熱と同様、分娩後 2~3 日以内の高泌乳牛に多発するため、産前産後起立不能症とも呼ばれていますが、Ca 剤による治療に反応しないのが特徴です。乳熱を主因として、分娩時の神経損傷による産科麻痺、重度の脂肪肝による脱力、その他特定できない要因(第一次要因)により起立不能となります。この状態が持続すると、長時間の圧迫により筋肉の虚血(第二次要因)が生じ、回復困難な起立不能となります。発症初期には、低 Ca 血症、低リン血症であることが多く、低 Mg 血症を併発することもあります。予防法としては、日ごろから過肥に陥らないように注意するとともに、分娩前後の低 Ca 血症の予防に努め、滑りにくい牛床の広い牛房で分娩させることが大切と考えられます。

(日本飼養標準 乳牛 2006 年版より)

日産合成工業株式会社 学術・開発部