

カルシウムの骨からの放出と 餌からの吸収を高める

乾乳後期における低カルシウム血症と乳熱の予防

帯広畜産大学畜産フィールド科学センター准教授 川島 千帆

分娩から数日間、産後の起立不能に悩まされている酪農家は多いのではないのでしょうか。特に産次を重ねた牛には起立不能にならないよう様子を観察し、搾乳量を調整しながら管理されていることと思います。この起立不能の主な要因は低カルシウム血症や乳熱です。今回は、分娩後の低カルシウム血症や乳熱を予防するために乾乳期にできることを考えていきます。(筆者)

乳熱は低カルシウム血症の重篤化

本連載の3回目「周産期疾病の種類とその要因」でも触れましたが、低カルシウム血症や乳熱とは何か、なぜ発症するのかについて簡単に復習したいと思います。低カルシウム血症の牛も乳熱の牛も血液中のカルシウム濃度が低い状態です。その基準濃度は低カルシウム血症では7.5mg/dl未満、乳熱では5.5mg/dl未満です。従って、乳熱は低カルシウム血症が重症化したものといえますし、これについては皆さんもご存じだと思います。しかし、どちらも同じく血中カルシウム濃度の低下が招く疾病であるのに、なぜ一方は「乳熱」と呼ばれているのか疑問に感じたことはないでしょうか。しかも症状の1つは体温・皮温の低下で、発熱ではありません。

ちょっと余談になってしまいますが、以前から気になっていましたので、本稿執筆に当たり牛のカルシウム代謝・骨代謝が専門である本学獣医学研究部門産業動物獣医療学系教授の山岸則夫先生にうかがってみました。「1925年に血中カルシウム濃度が測定されるまで(18、19世紀)は、「乳房の炎症」による病気との説もあったため「乳熱＝milk fever」と呼ばれることがあったようです。個人的な想像ですが、大腸菌性乳房炎で起立不能になったものも含めて診断していた(類症鑑別できなかった)可能性があると思います」との回答を頂きました。酪農や獣医学の歴史が見えるようで面白いなと思いましたが、乳熱の研究が乳量の少ない18世紀に既に行われてきたことに驚きます。そのくらい乳牛の飼養管理は難しいということでしょうか。

では、低カルシウム血症や乳熱を発症するとどのようなことが起こるのでしょうか。発症時期は分娩直後から分娩後2、3日目で、食欲不振や起立不能、筋肉のけいれん、体温・皮温の低下です。この原因は言うま

でもなく乳への急激なカルシウムの移行ですが、初乳期間は乳量がまだ少ないのではと思われるかもしれません。しかし、初乳中のカルシウム濃度は常乳の1.3~1.6倍なので、乳量は少なくとも血液中のカルシウム濃度に影響を与えてしまいます。そして低カルシウム血症や乳熱が引き金になり、ケトosisや第四胃変位、胎盤停滞、子宮内膜炎などの他の疾病を発症する場合があります。従って、低カルシウム血症や乳熱を防ぐ飼養管理が分娩後の乳牛の生産性を高めるために必須であるといえます。

小腸から吸収され、血液から乳へ

低カルシウム血症や乳熱予防の管理を考える前に、摂取した餌のカルシウム吸収、そして血液から乳へのカルシウム移行について整理します。摂取した餌のカルシウムは小腸から吸収されますが、その経路は2つあります。1つは細胞内を通過する吸収様式です。ここでの吸収はビタミンD(正しくは活性型ビタミンD)の作用により、濃度勾配に関係なく運ばれる能動輸送です。もう1つは細胞間を通過して吸収される様式です。こちらは濃度依存的、つまり濃度の高い方から低い方へ運ばれる受動輸送です。次に、血液から乳へのカルシウムの移行についてです。泌乳開始に伴い血中のカルシウム濃度が不足すると副甲状腺ホルモン(PTH)が分泌されます。そしてPTHは①腎臓でのカルシウムの再吸収により排せつ量を減らす②骨に蓄えられていたカルシウムを放出する③ビタミンDを活性化させ細胞内を経由したカルシウム吸収(能動輸送)を促進させる—という3つの働きで血中カルシウム濃度を維持するようにしています。しかし、分娩後に泌乳が始まったからといって、急に骨からカルシウムが大量に放出されるわけではありません。そのための準備が必要で、それが飼養管理のポイントになります。

加齢に伴う機能の低下にも注意

①乾乳後期のカルシウム給与量を抑える

乾乳後期にカルシウムの給与量を減らすことで、骨からのカルシウム放出が徐々に始まり分娩直後の急激な血中カルシウム濃度低下時にカルシウム放出が高まります。これが低カルシウム血症と乳熱予防につながります。しかし、この対策が成り立つためには、骨に十分なカルシウムが蓄積されていること、そして血液へカルシウムが放出されやすい環境になっていることが必要です。

②カチオン・アニオンバランス(DCAD)の有効利用

カチオンとは陽イオン、アニオンとは陰イオンのことです。飼料中の陽イオンの代表的なものはカリウム、ナトリウム、マグネシウム、カルシウムで、陰イオンの代表的なものは硫酸、リン、塩素です。そして何種類かの計算式がありますが、主に陽イオンのナトリウムとカリウム、陰イオンの硫酸と塩素のバランス(電位差)を示したのがDCADです。細かな計算方法はさておき、飼料中の陽イオンが多いとDCADは正の値になり血液はアルカリ性に、陰イオンが多いとDCADは負の値となり血液は酸性に傾きます。では、乾乳後期にどうすれば良いのでしょうか。血液はアルカリまたは酸性のどちらかに傾くと元に戻そうとします。カルシウムは陽イオンですので、血液が酸性に傾いていると陽イオンを多く取り込み元に戻そうとするため、カルシウムは骨から血液に放出されやすくなります。従って、ナトリウムとカリウムが少ない餌を給与することが重要になります。DCAD添加剤は販売されているので、それを使うのも1つの方法です(使用の際は尿へのカルシウム排せつが増えるためカルシウム給与を少し増やす必要がある)。添加剤を使わずに取り組める方法としては、カリウム含量の多い飼料の給与を避けることです。牛の糞尿にはカリウムが多く含まれているため、堆肥を多く入れている圃場で栽培された作物は要注意です。植物は土壌中のカリウムをカルシウムやマグネシウムよりも優先的に取り込むため、このような圃場の作物はカリウム含量が高くなります。そのため、刈り取り回数が多くなるほどカリウム含量は減る

ので、牧草を給与するときは1番草を避け2番草または3番草を給与するのが良いといえます。さらに、施肥する際には土壌中のカリウムやカルシウム、マグネシウム含量だけでなく、カリウムとのバランスを考慮してマグネシウムを多めに施肥することで、作物のカリウム吸収を抑えることもできます。

③受動輸送の促進

対策①と②は、主に骨からカルシウムを放出させ、低下した血中カルシウム濃度を回復させる方法です。これらに加え、餌からのカルシウム吸収を高めることができれば、より良いといえます。先ほど述べたように小腸からの吸収は細胞内を通る能動輸送と細胞間を通る受動輸送です。能動輸送はPTHやビタミンDの作用が不可欠で複雑に思われるかもしれませんが、血液が酸性になるとPTHの作用も高まるので対策②により改善が図れます。一方、受動輸送を高める方法としては、細胞同士の接続部(タイトジャンクション)を緩め、細胞間を少し広くさせることでカルシウムの移動をスムーズにさせることが挙げられます。具体的にはオリゴ糖の一種である2フラクトース無水物(DFAⅢという名前で販売されている)の給与です。筆者が以前行った試験では、分娩予定2週間前から毎日のDFAⅢ給与で分娩後の血中カルシウム濃度の低下が抑制されました。給与方法は日々の飼料に添加するだけなので、非常に簡便であるといえ

ます。

④骨へのカルシウム蓄積

これまで乾乳後期における対策を列挙しましたが、低カルシウム血症や乳熱予防には乾乳後期や分娩直後の対策だけでは不十分です。そもそも骨にカルシウムが十分蓄積されていなければ必要なときに放出できませんし、加齢に伴い餌からのカルシウム吸収、骨へのカルシウム蓄積、そして体内でのビタミンD合成が低下することにも留意しなくてはなりません。また、泌乳中は常に乳へたくさんのカルシウムが移行しているため、泌乳期～乾乳前期までのカルシウム給与量が本当に充足しているかを見直すことも重要であると考えています。




今回は低カルシウム血症や乳熱予防に関して整理しましたが、牛のカルシウム代謝は複雑で、もともと単胃動物に比べて吸収できる範囲が少ないこと、カルシウム以外のミネラル(リンやマグネシウム)の関与、分娩直前に起こる劇的なステロイドホルモンの変化も影響してきます。複雑過ぎて

情報が入るほど逆に頭を抱えてしまいそうになりますが、まずはできるところから1つ1つ見直して取り組んでいくことが大切だと感じます。

今回は乾乳期の密飼いが泌乳期に及ぼす影響について触れようと思います。これまでは主に栄養学的な視点での飼養管理が中心でしたが、次は施設や行動学的な飼養管理に視点を置いて考えていきます。

【参考文献】

Bonner, J Nutri(1998), 128, 917-920
 (独)農業・食品産業技術総合研究機構編(2006)「日本飼養標準・乳牛2006年版」
 農文協編(2015)「酪農大事典」(社)漁村文化協会
 大谷昌之ら「産業動物臨床医学雑誌」5(4)、pp. 202-209
 山岸則夫(2011)「産業動物臨床医学雑誌」2(2)、pp.64-69
 山岸則夫(2012)「日獣会誌」65、857-863
 Teramura et al. (2015), J Dairy Sci, 98(12), pp.8688-8697



プロフィール
 かわしま ちほ
 1976年北海道小樽市生まれ。99年帯広畜産大学畜産学部卒業、2001年帯広畜産大学大学院畜産科学研究科修了。食品会社勤務や帯広畜産大学21世紀COE研究員を経て、07年帯広畜産大学畜産フィールド科学センター助教、12年同講師、15年4月から現職

冬期の事故対策 出産後の早期気道確保

FRP製 温風式乾燥保育機

カーブウオーマー

効率よく仔牛を暖められる!!
 冬季出産の強い味方!!

腹部から温めるのがポイント!

セラミックヒーター付き (100V)

のぞき窓 開閉ストッパー 標準装備

外から温風を入れ込みます

元気になるから初乳を飲む勢いがすごいです!

へその緒が乾くお腹から温まるのがいいんです!

いざというときの1台! 冬季出産後の仔牛の事故率0%を目指そう!

仔牛が1頭入るほどの大きさで、出生直後の仔牛を数時間入れる。温風ヒーターが付属しており、温かい空気を仔牛のお腹から送り込み、仔牛を乾かし暖める。



FRPウチヤマ株式会社
 〒080-2463 帯広市西23条北1丁目1番6号
 TEL(0155)37-1414/FAX(0155)37-1411
<http://obihiro.frp-uchiyaama.com>