

人数が増えると一人の貢献度は低下する！？

社会心理学でとても有名な実験があります。およそ100年前のドイツの心理学者リンゲルマンの「綱引きの実験」です。

綱引きをするときに1人で行った時の、力（貢献度）を100%として、順次綱を引く人の数を増やしていった、その時人はどれだけの力をだしているかというものです。1人より2人のほうが相乗効果によって、より強く引く力がでるという予想に反して、結果は反対のものでした。

すなわち、2人で綱を引くと、そのそれぞれは、一人の時の93%、3人のときは85%、8人のグループで綱を引いたときは、1人の時の49%としか力を発揮できていなかったということです。集団が大きくなればなるほど、個人の本来持っている力（貢献度）がどんどん低下するという現象で、これを「リンゲルマン効果」というそうです。

自分しかいない状況では、何かあればそれを乗り切るためにその人は持っている最大の力をもって、それを乗り切ろうとするのですが、それが何人にもなると、「それは誰かがやるかもしれない」、「自分でなくてもよいかもしれない」、「自分だけ頑張る必要があるの?」、「自分一人くらい」、「誰かが・・・」というような心理に陥りやすいということです。組織が大型化するときの最も陥りやすい現象だとリンゲルマンは警告しています。

私どもの周りにも巨大化した組織が次々にできています。このリンゲルマン効果を打ち消すことのできる企業が発展する企業なのです。組織内の一人一人が最大の力を発揮させるために何をすればよいのか？組織は真剣に考え実行しなければなりません。これらに関する答えもいろいろと論じられていますが、ここには書きません。

THMSも小さいながらも私一人から初めて20年になり、来年は獣医師10名、授精師1名の組織になります。どうすれば一人一人が最大に（へとへとになるまで）働く「漆黒のブラック企業」になれるのか、社長の最後の挑戦です。

次の論文は、11月下旬に開かれる大動物臨床研究会での教育講演の内容です。

図表もありますが、興味のある人は是非お読みください。

黒 崎

# 飼養管理による乳牛の周産期低カルシウム血症予防を考える

黒崎尚敏

(株) トータルハードマネジメントサービス  
(〒088-2722 野付郡別海町上春別旭町 22)

## 要 約

周産期低カルシウム血症は、臨床型及び非臨床型を問わず、他の周産期疾病と密接に関連している。搾乳牛として必ず通り抜けなければならない、いわゆる“Gate Way Disease”としての低カルシウム血症をいかに軽度に通り返けるかが重要な視点となる。栄養面における乾乳期のエネルギーコントロールによって、乳熱リスクは低下する。一方、蛋白質の動員も周産期には顕著となり、その動員は骨格筋を中心に行われる。これらの動員に備えての体蛋白（アミノ酸）の蓄積が乾乳期に求められ、この時期の十分に適切な代謝タンパク質の供給が推奨されている。Dietary cation anion difference (DCAD) の概念は、乳熱予防にとって世界的・常識的な手法として普及しているが、その有効性の一端としての骨細胞性骨溶解による「易交換性カルシウム」の蓄積という視点が加えられた。DCAD においては、陰イオン塩利用による DCAD 値に関心が集まるが、第一義的に重要なのは飼料中  $K^+$ 、 $Na^+$  の低減努力である。 $Mg$  は、カルシウム代謝及び乳熱予防にとって不可欠のミネラルである。こうした栄養的な対策と同様に、乾乳及び周産期における牛の精神的・肉体的安楽性（ストレスの除去）の影響は、極めて大きくこれらに失敗している農場が多い。飼養管理という総合的な視野にたった取り組みが、乳熱を筆頭とした周産期疾病予防には重要である。

キーワード：乳熱、低カルシウム血症、DCAD、栄養管理、周産期疾病

## はじめに

Hibbs<sup>1)</sup>によれば、乳熱という言葉が初めて文献に登場したのは、1793年 Eberhardt によるものである。そこから200年以上経過したが、いまだ確実な予防方法が確立したとは言いがたい。しかしながら、この10-15年間でその予防方法が飛躍的に進化したことも事実である。現在推奨される予防方法について、以下に述べたい。

## 1. 周産期臨床型低カルシウム血症と非臨床型低カルシウム血症

周産期低カルシウム血症（Periparturient Hypocalcemia：以下 PPHC）は、臨床型と非臨床型（潜在性）に分けられる。特に非臨床型 PPHC の基準は、過去から 7.5mg/dl 以下が一般的であったが<sup>2)</sup>、最近の指標では 8mg/dl(2.0mmol/L) 以下とするようになってきている<sup>3)</sup>。時代が臨床型 PPHC の問題を克服しつつあると同時に、非臨床型 PPHC の増加やその影響（損失）をより強く認識しつつある証拠ではないかと思われる。

## 2. 周産期の栄養管理と乳熱予防

乳熱を含む周産期疾病の予防にとって、乾乳期の栄養は重要である。それらは、乾乳後期だけでなく乾乳前期の栄養も大きく影響することが示されている<sup>4)</sup>。また乾乳後期から分娩時には、胎児の急速な成長、乳腺の発達と初乳合成と脂肪や他の栄養素の動員に対するすべての代謝調整が、母体側における乾物量摂取（以下 DMI）の低下という状況のなかで達成させなければならないことが大きな瑕疵となって母体に負荷を与えることになる。<sup>5)</sup> この非搾乳牛から搾乳牛への突然の変化に対応する栄養要求の急速な拡大における、キーとなる栄養素は「糖（glucose）とカルシウム（以下 Ca）」であると Lean は述べている。<sup>5)</sup>

### 1) エネルギーコントロール

乾乳期におけるエネルギーコントロールが周産期疾病を低下させることが明らかになり、その考え方は日本においても急速に普及しつつある。Dann<sup>4)</sup> や Janovick<sup>6)</sup> らは、乾乳前期及び後期におけるハイバルキーな飼料によるエネルギーコントロールによって、周産期疾病を低下させることを報告した。Drackley は<sup>7)</sup>、このハイファイバーコントロールエナジーダイエット（以下 HFCEd）によって、乳熱が大幅に低下することをその講演のなかで明言した。Roche らも分娩時のボディコンディションスコア（以下 BCS）が、3.5 以上の牛は、3.0 に比べ乳熱オッズが 30% 増加すると報告し、それは DMI の低下と乳量の増加によるのではないかと述べている<sup>8)</sup>。現代の乾乳期におけるエネルギーは、その飼養環境の変化により、以前より過剰摂取（及び過肥）におちいりやすい状況になっていると考えられる<sup>9)</sup>。

この HFCEd が乳熱を減少させる理由については、

- ① 周産期の乾物摂取量の低下抑制効果による Ca 及びエネルギー（糖源）吸収（Input）の増加
- ② 周産期のインスリン耐性の予防効果による細胞レベルでのエネルギー（糖やアミノ酸）取り込みを改善し、Ca の吸収や肝機能（糖新生）を含む全般的な代謝の健全化
- ③ 低アルカリ飼料（低カリ）によるマイルドな DCAD（PTH 反応性の改善：骨からの Ca 動員）効果
- ④ 泌乳初期の飛び出し乳量の僅かな低下による Ca や糖排出（Output）抑制効果

などによる総合的予防効果が考えられる。

推奨されるエネルギー濃度は、十分な繊維量（NDF）を確保しつつ、1.35-1.4 Nel Mcal/kg DM あるいは、16-18 Nel Mcal/day 前後が推奨されている。Ji らは<sup>10)</sup>、1.62 Nel Mcal/kg DM の飼料を 8 週間給与された牛の沈着内臓脂肪は、より proinflammatory サイトカインの発現キャパシティーが大きく、結果として肝機能とそれにとまなう健康を害しているとも報告している。設計においては、初産牛及び経産牛の DMI を考慮することが重要である。これらエネルギーコントロールについては、臨床獣医 2011 年 5 月号<sup>9)</sup> を参照されたい。

## 2) 蛋白（代謝蛋白 Metabolic protein）

乾乳期における過剰エネルギー摂取のリスクとは反対に、乾乳期における体蛋白質蓄積の重要性が注目されている。Bell らは、分娩直後の泌乳による蛋白質の不足が極めて深刻であることを報告し<sup>11)</sup>、この時期には、急速に活発化した乳腺代謝（泌乳）と糖新生に使われる蛋白質（アミノ酸）の不足に対応するため、乳牛は体蛋白を動員してそれを補うことになる。これはあたかも、エネルギーの不足を体脂肪から動員するのと全く同じ道理である。この時、体蛋白の主な動員先は筋蛋白がまずターゲットとなっている。McNeill らは、妊娠末期の羊を使った実験によって、低蛋白で飼養された羊において、内臓や乳腺に大きな変化がないなかで、骨格筋の蛋白（窒素）が大きく低下していることを報告している<sup>12)</sup>。分娩後の体重の低下は、脂肪だけではなく体蛋白のロスによるところも少なくないことが分かった。分娩数週間で、筋蛋白 10kg の動員は筋量にして 60kg にも及ぶと Lean は述べ<sup>5)</sup>、Reid らは<sup>13)</sup>、羊において、要求量に満たない栄養供給によって、分娩直後の筋肉繊維の直径が 25% も減少することを報告している。

乾乳期におけるバイパス蛋白の増給が周産期の健康によい影響のあることが多数報告されつつある<sup>14)</sup>。Xu らは、分娩前のバイパスアミノ酸添加が周産期の健康によい影響があったと報告し<sup>15)</sup>、Phillips は、分娩前のより高い蛋白飼料によって、体蛋白のより少ない動員と体脂肪のより多い残留、そしてより多い乾物摂取量の観察を報告している<sup>16)</sup>。また、Van Saun らは、追加的なバイパス蛋白によって(Revised quantitative insulin sensitivity check index RQUICKI) の数値が高まり、それはより高い分解性蛋白の供給よりも有効であることを報告している<sup>17)</sup>。これは分娩前の飼料中蛋白を単純に増給しても、それが直接的な代謝タンパク (Metabolizable Protein 以下 MP) の増加につながることを示していて、設計には重要な概念となる。同時に蛋白の過剰摂取は避けなければならないことは明白なことである。この MP 供給については、最新の設計プログラムによる計算が不可欠であるが、その給与量は、Cornell Net Carbohydrate and Protein System ver. 6.1 (CNCPS) による