

## 酪農・豆知識 第140号

### 潜在性ケトーシスの影響とリスク指標

酪農現場で「潜在性〇〇」という言葉を耳にすることがあるかと思います。臨床症状は現れてはいないものの、生産性・繁殖性に悪影響を及ぼし、いわば「疾病予備軍」の状態になります。疾病予備軍とはいって、毎日乳を生産する乳牛においては、その影響は無視できないものとなります。今回は、潜在性ケトーシス(SCK)について、身近な指標としてボディコンディションスコア(BCS)について、また BCS の維持のための対策についてご紹介いたします。

#### 潜在性ケトーシスとは

まず、潜在性ケトーシスとは、明らかな臨床症状は示さないものの、血液検査によって血中ケトン体濃度の上昇が認められる状態を指し、種々の周産期疾病の引き金になると言われています。潜在性ケトーシス(SCK)の個体においては、

- ・生乳生産が 1.2 kg/日減少
- ・分娩 1 ヶ月以内の廃用リスクが 3 倍に増加
- ・第四胃変位のリスク 2.6 倍に増加する

という報告があります。検査して初めて発覚し、症例の多くは気付かないうちに経済的損失を招いているとして昨今、重要視されています（栃木畜産酪農研究センターだより 36 号より引用）。

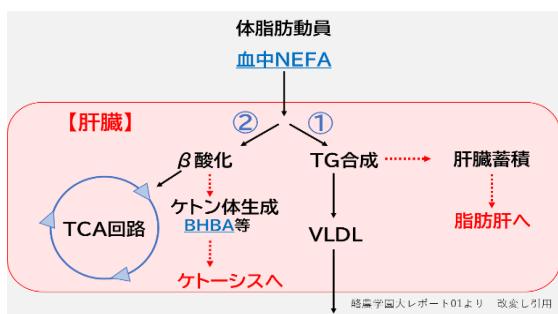
(1 症例当たりの損失額：25,000 円という試算もあります 及川伸 日獣会誌 2015 年)

血中ケトン体濃度の上昇はどのようにして起こるのでしょうか。ケトン体の蓄積は、分娩に伴う飼料摂取量の減少、泌乳の開始、胎仔の増大によって起こる「負のエネルギーバランス」の結果です。負のエネルギーバランスの状態になると、アドレナリン産生をきっかけにホルモン感受性リバーゼが活性化し、体脂肪から不飽和脂肪酸(NEFA)が血中に放出されます。

糖質不足の状況では、 $\beta$ 酸化で生成されたアセチル CoA を TCA 回路では十分に利用できず、ケトン体（アセト酢酸、**BHBA**、アセトン）に変換し、血中～体内のエネルギー源として利用しようという経路

に切り替わります。この経路が過多になると、血中のケトン体の上昇につながります。（右図）

潜在性ケトーシスの診断指標としては、血中 BHBA 濃度 1.2 mmol/L 以上で臨床症状を示さない個体とされています。血中 BHBA 測定タイミングとして報告されているのは、分娩後 7 日以内、摂食後 4～6 時間（食餌による日内変動があるため）での測定が適していると報告されています。（J.McArt ら 2024 年酪農科学セミナーより）



## ボディコンディションスコア(BCS)

血液検査よりも身近な指標として、栄養状態(皮下脂肪の蓄積度)を数値化したボディコンディションスコア(BCS)があります。BCS の変化は、比較的穏やかに変動するため、中長期的なエネルギー状態を把握するのに適した指標となります。現在国内で広く利用されているのは北米と同形式で著しい削瘦（スコア 1）～著しい肥満（スコア 5）までを 0.25 区切りの 17 段階で示し、判定は、触診・視診で実施されます。

BCS の変化量をより分かりやすい数値で表してみると、BCS3.0 から 1 ポイント変化すると体重は、13.7%変化すると言われています。600kg の牛では、82.2kg の体重が増減すると言われています(日本飼養標準 乳用牛)。BCS が 4.0 から 1 ポイント低下してしまうと 417Mcal 分となり、4 %補正乳量で産乳量としては 564kg 分のエネルギーに相当すると言われています(NRC2001)。以上を踏まえて、分娩前後でいかに BCS を低下の幅を抑えるという点は重要です。分娩前後の BCS の低下幅と分娩後の疾病(ケトーシス)リスク・繁殖成績について文献を紹介します。

### 【疾病リスク：国内の報告】

BCS の低下幅は 0.5 以上の群では 6 頭中 5 頭でケトーシス等が発生したのに対し、0.5 未満の群では 3 頭中 1 頭という結果。(田中明良 広島大学 技術センター)

### 【繁殖・淘汰リスク：米国の報告大規模研究 (n=628)】

BCS が 0.375 以上低下した牛では、初回交配後の流産率が高く オッズ比 4.99(>1.0)、BCS が 0.75 以上低下した牛では、淘汰リスクが増加した オッズ比 1.8(>1.0) と報告。

国内の BCS の低下幅と繁殖成績に関する報告でも BCS の低下が抑えられた牛群は、繁殖成績が良かったという報告もあり、分娩前後で BCS を維持する事は、繁殖成績に好影響であることは伺えます。ケトーシス牛(血中 BHBA の上昇)の胚の発育不良に伴う繁殖成績の低下は、従来から言われてきました。しかしながら昨今、BHBA が胚の発育を阻害する、分子メカニズムまで報告がされています(Juliano Rodrigues Sangalli ら 2025 年 2 月、PMID 39668404)。繁殖成績を向上するためにも、分娩前後の B C S の大幅な低下は抑えるべき重要なポイントとなっています。

### ボディコンディションスコア(BCS)の維持のために

BCS の変化幅を抑えるための対策としてはどのように留意する必要があるのでしょうか。分娩直後のケトン体の放出や、BCS の低下の幅については乾乳前期の管理が影響していると報告されています。下記のように、乾乳後期の TDN 要求量は 100% と抑え、乾乳前期の TDN 要求量を 130%(高栄養区)、105%(適栄養区)、80%(低栄養区)とした時、分娩以降の成績について調査したものになります(杉野利久ら 広島大学 畜産技術 2015)。

	乾乳前期 高栄養区		乾乳前期 適栄養区		乾乳前期 低栄養区	
TDN 要求量	乾乳前期	乾乳後期	乾乳前期	乾乳後期	乾乳前期	乾乳後期
給与設計	130%	100%	105%	100%	80%	100%

<結果>	乾乳前期 高栄養区	乾乳前期 適栄養区	乾乳前期 低栄養区
体重の変化幅	<b>最も大きい</b>	中間	<b>最も小さい</b>
BCS の変化幅	<b>最も大きい</b>	中間	<b>最も小さい</b>
血漿総ケトン体濃度 <small>(約 900μmol/L)</small>	<b>最も高い</b>	中間	<b>最も低い</b> <small>(約 600μmol/L)</small>
305 日推定乳量 <small>千葉畜総研 農水技術会議より</small>	最も低い(9832 kg)	中間(10904 kg)	最も高い(10967 kg)
初回排卵日(日)	中間(36.3±6.9)	最も長い(38.9±7.3)	最も短い(24.6±6.5)
70 日以内発情兆候	66.7%	62.5%	87.5%

上表の通り、乾乳前期を低栄養で管理した場合、BCS の低下幅・体重の変化・血漿中の総ケトン体濃度の上昇が抑えられ、泌乳持続性を高めることで乳量が伸び、繁殖成績においては、初回排卵日が最も短く、70 日以内の発情兆候の個体の比率が高く、良好な結果となっていました。同試験では乾乳前期の栄養管理によって、子牛の生時体重には影響がなかったことも確認されています。

分娩後の潜在性ケトーシスを含む周産期疾病のリスクを少しでも低減するために、乾乳前期は、粗飼料を多給した低エネルギー管理、乾乳後期は濃厚飼料を増給した中程度のエネルギー管理で分娩後の高エネルギー管理への馴致するための期間とすることが重要です。その他、分娩時の BCS・分娩後の血中 BHBA 濃度の測定など現在の潜在性ケトーシスのリスクがどの程度潜んでいるのか現在の状態を数値化することも重要となります。



日産合成工業株式会社 学術・開発部