

周産期における乳牛のエネルギー代謝の特徴とその障害

1. 乳牛の周産期におけるエネルギー利用

妊娠後期の牛では、胎子の急速な発育と分娩に備えた自己の体力維持のために、エネルギー要求量が増大しますが、それに見合った量の飼料を摂取できます。しかし分娩後には泌乳開始に伴いエネルギーの要求量が急増します。この時期の乳牛は要求量を満たすだけのエネルギーを摂取することができません。この状態を負のエネルギーバランス(NEB)状態と呼んでいます。しかし乳腺では、NEB であっても泌乳促進に働くホルモン群の作用が優勢で、乳生産は継続されます。

2. エネルギー源

単胃動物はエネルギー源として主にグルコースを利用しますが、牛などの反芻動物では、第一胃発酵由来の揮発性脂肪酸(VFA)が主たるエネルギー源で、総エネルギーの約 65~75%を占めます。反すう動物でも、脳神経細胞、骨格筋、赤血球が使うエネルギー源は主としてグルコースです。また、乳腺におけるラクトース合成にもグルコースが必要です。しかし反芻動物では飼料中炭水化物は第一胃発酵によって VFA に変換されるため、小腸からのグルコース吸収量は少なく、必要なグルコースは、ほとんどが肝臓で作られます(これを糖新生といいます)。

グルコースを作る材料(前駆物質)としては、VFA の一つ、プロピオン酸が最も重要であり、次いで第一胃発酵や体蛋白質の分解によって生じたアミノ酸、第一胃発酵や筋肉グリコーゲンの分解により生じる乳酸などが利用されます。

3. 蓄積された脂肪の利用

一方、NEB では不足するエネルギーを補うため、脂肪組織での脂肪の分解が促進されます。血中に放出された脂肪酸(非エステル脂肪酸: NEFA)は、その多くが肝臓のミトコンドリアで酸化され、ケトン体(β -ヒドロキシ酪酸、アセト酢酸、アセトン)となります。ケトン体は、骨格筋や心筋を含む肝以外の組織での重要なエネルギー源として利用されますが、アセト酢酸やアセトンの血中濃度が高くなると中枢神経の機能を低下させ、神経症状が発現します。

また肝臓に取り込まれた脂肪酸のうち、利用されなかったものは肝細胞内に脂肪球として貯蔵され脂肪肝の状態となります。分娩後肝臓に脂肪が蓄積することは、ある程度生理的なものと考えられますが、何らかの理由で大量の脂肪酸が肝臓に流入した場合、重度の脂肪肝となり、肝細胞の機能低下を招きます。

4. ケトーシス

ケトーシスとは、体内にケトン体が異常に増量し、低血糖、消化器障害、または神経症状などの臨床症状を引き起こす病態を言います。生体内のケトン体が増量しても臨床症状を伴わない場合にはケトーシスとは言いません。

ケトーシスは発生原因によって次のように分類されます。

低栄養性ケトーシス：NEB 状態では肝臓におけるケトン体生成が増加します、ケトン体量がその利用閾値を超えると、血糖値の低下による神経細胞のエネルギー不足および血中ケトン体濃度の上昇によるアシドーシスが合併して臨床症状が発現します。

食餌性ケトーシス：ケトン原性物質(主に酪酸)を多く含むサイレージなどを多給した結果、これらの物質が第一胃粘膜上皮でケトン体に変換され、血中に移行して発生するケトーシスです。

突発性ケトーシス：泌乳の著しい高進に伴い、乳腺でアセト酢酸が産生された結果、高アセトン血症と低血糖を呈するケトーシスです。

継発性ケトーシス：潜在性の各臓器の疾患に継発して二次的に発生するケトーシスです。症状は複雑で、神経症状や肝機能障害に起因するもの、肥満および内分泌障害、消化器障害などに起因するものです。

本症は NEB が直接的原因であり、適正な飼料給与によって分娩後のエネルギー要求量を充足させることが重要です。泌乳後期から乾乳期にかけての過剰な飼料給与を避け、ボディコンディションを適度に保つことが重要です。

5. 肥満牛症候群

分娩前後におけるエネルギー代謝障害を悪化させる最も大きな要因の一つに肥満が挙げられます。泌乳後期または乾乳期のように乳生産のための栄養要求が減少する時期に、高エネルギー飼料が過給された場合、余剰のエネルギーが脂肪として蓄えられ、牛は過肥になります。

肥満牛症候群は、肥満状態にある牛が、分娩後に高度の体脂肪動員を伴って、ケトーシス、乳熱、胎盤停滞、乳房炎、第四胃変位などの産後疾病を併発する疾患で、死亡率の高い代謝疾病です。本症は約 4～7 歳の年間乳量が 8000kg 以上の高泌乳牛に多発する傾向があり、分娩後 10 日間以内に発症するものがほとんどで、分娩直後に発症した場合にはほとんどが予後不良になるといわれています。本症の特徴的病理的变化は肝臓への高度の脂肪蓄積であり、肝機能障害を起こします。罹患牛は免疫機能が低下し、産褥熱や乳房炎などの感染症を併発する例が多く、また健康牛に比べて、分娩後の卵巣機能活動開始が約 10 日間、初回発情が約 30 日間遅延するので、繁殖成績にも大きく影響します。

本症の根本的な原因は飼養管理の失宜にあり、泌乳初期に乾物、エネルギーおよび蛋白質摂取量が不足し、泌乳後期から乾乳期に過剰な蛋白質とエネルギーの給与管理下に置かれている乳牛に発生しやすい疾病です。予防のためには、前項でも述べたように乾乳期の BCS に注意し、牛が肥満に陥らないように注意することが重要です。