

総説

## 乳牛の成長および生産における代謝・内分泌機能の特徴

櫛引史郎

畜産草地研究所 家畜生理栄養研究領域  
(〒305-0901 茨城県つくば市池の台2)

乳牛の成長過程および生産活動において、栄養素の代謝バランスやホルモン分泌機能は、生体機能を支える上で極めて重要な機構です。成長過程は主に3つの発育ステージに分けることができます。すなわち、哺乳期から育成期を経て、成牛へと育っていきます。この過程を消化生理機能から分類すると、哺乳期は単胃動物として、離乳後からの育成期は反芻動物としての消化機能を獲得していきます。そして育成後期には種付け可能となり、22～25ヶ月齢で初産を迎えます。その後は分娩・泌乳と乾乳を繰り返すことで生産活動を営みます。このように牛の一生は長く、それぞれの発育ステージにおける代謝・内分泌機能を熟知した中での飼養管理が、生産性と健全性を両立した技術につながると考えられます。

代謝・内分泌機能のキーとなるのが、グルコースと成長ホルモン（GH）です。哺乳期は摂取した炭水化物がグルコースとして吸収・利用されますが、育成期以降はルーメンの発達により体内でのグルコース産生はルーメン内の揮発性低級脂肪酸（VFA）を介すこととなります。つまり、他の種に比べるとグルコースの産生効率は低くなることが知られています。数百キロの体重を支えるために自身の体組織にグルコースを供給しながらさらに多くの乳を生産するために、乳牛は限られたグルコース産生量を効率よく体内で配分調節しています。最近では一般化してきた高泌乳牛では尚更この機能が重要となってきます。このようなグルコースの配分調節に関与しているのがGHであり、グルコース

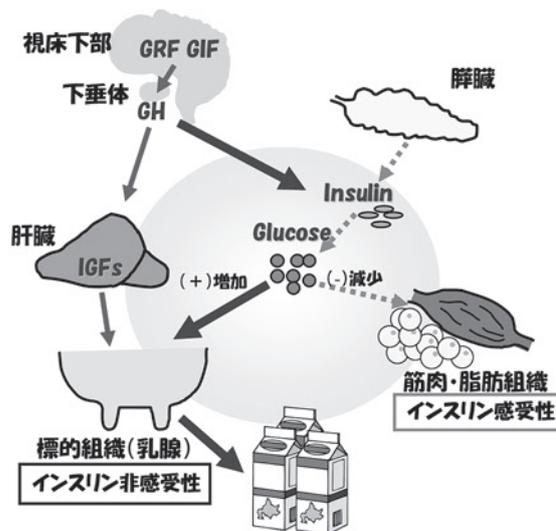


図 泌乳に伴う代謝・内分泌機能の変化

の組織への取り込みを担っているのがインスリンです。

具体的な例として、泌乳に伴うグルコースの配分調節を図に示しました。泌乳開始とともにGH分泌が高まり、インスリンの作用が減弱します。さらに、骨格筋や脂肪組織におけるグルコース利用性が低くなることで、産生されたグルコースが優先的に乳腺に配分されます。

乳牛のGHとインスリン分泌機能の特徴は、肉用種である黒毛和種および日本短角種と比べるとその傾向が把握出来ます。前述した各発育ステージでGHとインスリン分泌反応を比較検討すると、乳牛であるホルスタイン種は、肉用牛である黒毛和種や日本短角種よりもGH分泌能が高く、逆にインスリン分泌能は低いことが解りました。すなわち、ホルスタイン種>日本短角種>黒毛和種という順番です。また、インスリン分泌反応の品種間差はGHと逆の傾向で

受理：2012年4月8日

した。一般的に、GHは栄養を外に放出する異化的ホルモンであり、インスリンは逆に栄養素を体内に取り込む同化的ホルモンであることが知られています。これらの結果は、栄養素を利用して乳を生産するホルスタイン種と栄養素を貯め込んで肉を生産する黒毛和種および日本短角種とは、必要とするホルモンの分泌能と感受性が異なることを示唆しています。ちなみに、日本短角種のGHおよびインスリン分泌反応は、ホルスタイン種と黒毛和種の間です。実際、日本短角種は肉用種といっても乳量は黒毛和種よりは多いことから、品種の特徴が内分泌機能とも関連していることが解ります。

今までの話は、成長や生産が順調に営まれている場合です。しかしながら、近年の乳牛飼養の現場を見ると多くの問題があります。私が特に懸念しているのは潜在性アシドーシスです。Sub-acute Ruminant Acidosis (SARA) と呼ばれ、直訳すると亜急性アシドーシスになりますが、静かに蔓延している状態を表現する意味で潜在性アシドーシスという表現も使われます。

SARAは通常のアシドーシスと異なり、ルーメン内のpHが持続的に低下するのではなく、1日の中でルーメン内pHが一過性に5.6～5.8

以下に減少するパターンが繰り返される状態です。ルーメン内pHが低下するとルーメン内微生物の死滅が亢進し、微生物体からの内毒素(エンドトキシン)がルーメン内に大量に遊離します。このエンドトキシンが消化管から吸収されることで代謝・内分泌機能が変化することが報告されています。しかし、明瞭な臨床症状が認められることは少なく、日常管理において見逃されることが多い代謝障害です。このような状況が長期間続くことで、生体機能に甚大な影響が及ぼされていることが示唆されています。

乳牛の成長と生産における代謝・内分泌機能を研究する中で、生理的な部分と病態的な部分を解析して、生体機能を支えるメカニズムとしてリスクを低減する飼養技術に結びつけることが重要と考えます。生体機能を支えるメカニズムの概念として、いわゆる「神経-免疫-内分泌 相関」があります。シンポジウムでは、この神経-免疫-内分泌 相関を中心に、(1)乳牛のGHおよびインスリン分泌反応の特徴、(2)炎症反応における代謝・内分泌機能の変調、(3)SARAとインスリン感受性、(4)GH分泌と光環境、について話題提供を行いたいと思います。

## Metabolism and endocrine functions in dairy cattle

Shiro Kushibiki

National Institute of Livestock and Grassland Science  
(Tsukuba, Ibaraki, Japan, 305-0901)