

今さら聞けない牛のあれこれ — 乳牛の泌乳生理について —

営業本部 トータルサポート室 壹岐 修一

<乳成分について>

牛乳の成分は、概ね表1のように分類されます。乳成分の多くは、血液中の前駆物質（その物質が生成される前段階の物質）によって乳腺上皮細胞（以下、乳腺）で合成されます。前駆物質は乳牛が摂取した飼料がルーメンや小腸で消化、生成されることから、飼料（栄養）の摂取量と乳成分には大きな関係があります。

表1 牛乳の成分

牛乳	水分 (87.3%)			
	固形分 (12.7%)	乳脂肪 (3.9%)		
		SNF※ (8.8%)	乳蛋白質 (3.3%)	
			乳糖 (4.6%)	
		ビタミン・ミネラル (0.9%)		

※SNF (solid no fat : 無脂乳固形分)
北海道酪農検定検査協会 検定成績表 (2019年度) を参考に作成

表2に、飼料と乳成分の関係を示しました。

○乳脂肪

乳脂肪は、酢酸や酪酸を前駆物質として乳腺で合成されます。また、全身に蓄えられている体脂肪も乳脂肪の合成に一部、使用されます。酢酸や酪酸などの酸 (VFA) は、繊維・糖・でんぷんなどの炭水化物がルーメン内で消化されることにより生成されます。

○乳糖

乳糖は乳腺でのみ、合成されます。前駆物質はグルコースであり、その多くは血液中から供給されます。

○乳蛋白質

乳蛋白質は血中のアミノ酸を主な前駆物質にして合成されます。飼料として乳牛に摂取された蛋白質はルーメン内でアンモニアにまで分解され、微生物体蛋白質に再合成されます。微生物体蛋白質とルーメンバイパス性の蛋白質は小腸でアミノ酸に分解・吸収され、肝臓での蓄積を経て、乳腺で乳蛋白質へ合成されます。

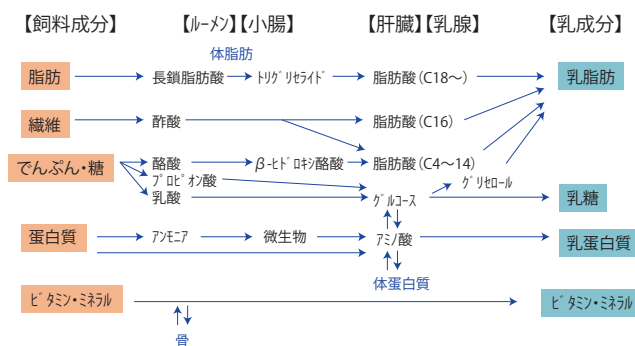
○ビタミン・ミネラル

ミネラルの多くは血中から乳腺へ移行しています。ビタミンは乳腺で合成することは出来ません。全ての

ビタミンは血中より移行しています。

以上のように、牛乳を生産するためには血液の循環が不可欠であり、高泌乳牛では1分あたり約16ℓ以上の血液が乳房内血管を循環する必要があるといわれています。

表2 飼料と乳成分の関係



<泌乳のしくみ>

○乳房のしくみ

図1に、乳房のしくみを示しました。乳頭の上には、乳槽（乳腺槽）があります。乳槽には複数の大乳管が繋がっており、枝分かれした乳管の先に牛乳を合成する乳腺胞があります。乳腺胞が集まり、最終的に乳腺葉を形成しています。図1中、①は牛乳を作る部分であり、②は牛乳を貯蔵しておく部分です。③乳頭槽に貯まっている牛乳は1回の搾乳の約30%程度といわれています。④の乳腺葉部分には後述する、オキシトシンの分泌によって搾ることのできる牛乳が貯まっています。ここから搾ることが出来る牛乳は、1回の搾乳の約60%といわれています。⑤は搾り切れずに残乳として残る部分です。

○搾乳の流れ

図2に、搾乳において乳牛の体内で起きている変化を示しました。

- ①プレディッピングや前搾り、洗浄などで乳頭が物理的な刺激を受けます (20~30秒)。
- ②前搾りの刺激が脊椎を経由して大脳の視床下部へ伝わります。
- ③下垂体後葉からオキシトシンが分泌され、血液中

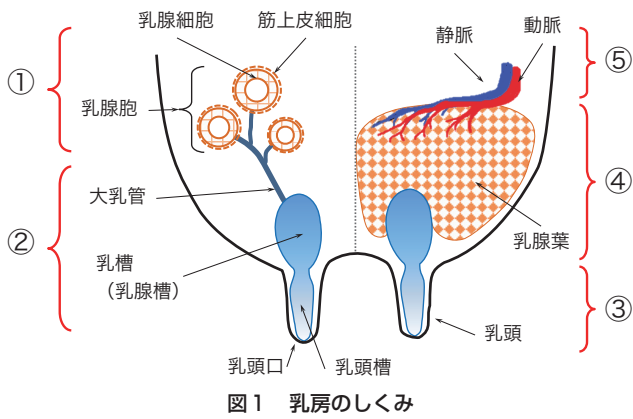


図1 乳房のしくみ

に流れ出ます。一度オキシトシンが放出されると、暫くの間、オキシトシンの放出は起きません。

④乳房（乳腺）に達したオキシトシンの作用により乳腺胞の周り（筋上皮細胞）がぎゅっと収縮し、乳汁が乳管・乳槽へ移行することによって（乳汁排出反射）、牛乳が搾れるようになります（写真1イメージ）。

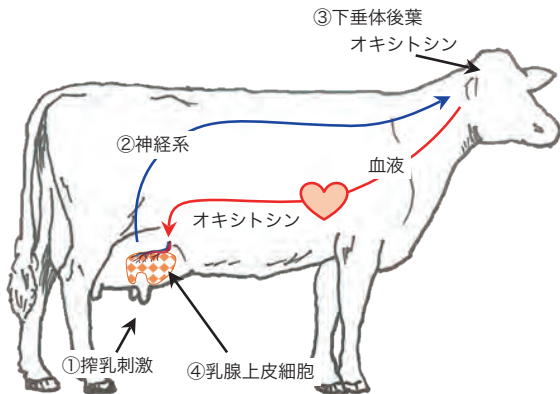


図2 搾乳の流れ



写真1 オキシトシンの作用 (イメージ)

- ・手⇒オキシトシン
- ・スポンジ⇒乳腺胞
- ・水⇒牛乳

○オキシトシン

乳汁の分泌を促進するホルモンで、これが出なければ乳腺胞に貯まった牛乳を搾ることは出来ません。また、オキシトシンの効果は永久に続く訳ではありません。搾乳刺激が始まっておよそ1分後に血中のオキシトシン濃度はピークに達します。その後、濃度は横

ばいとなり、減少していきます。その時間は5分程度といわれています。

○アドレナリン

アドレナリンとは、副腎髄質から分泌されるストレスホルモンの一種です。アドレナリンは血管を収縮させ、オキシトシンの効果を減退させます。乳牛は様々な要因によりストレスを受けますが、搾乳時に牛が驚いたり、緊張したり、痛い目にあったりすると交感神経が刺激され、アドレナリンが放出されます。すると、乳腺胞に届くオキシトシンの量が少なくなり、射乳量が減少してしまいます（図3）。搾乳時は乳牛に過度のストレスを与えない様に気を配ることが重要です。

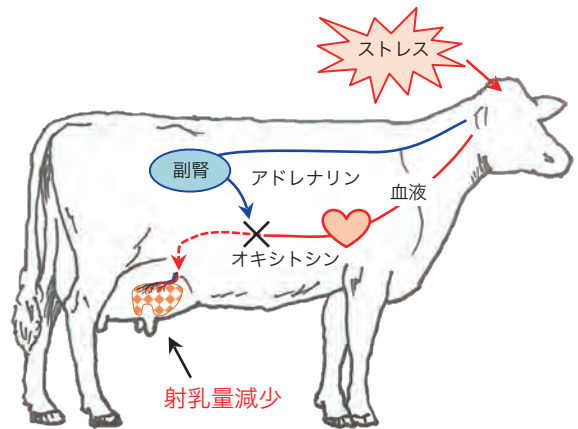


図3 アドレナリンの作用

<理想的な搾乳>

泌乳牛は毎日2回以上、【搾乳】というイベントに参加します。その中で牛に負荷を掛けることなく健康な牛乳を搾るためには、牛乳が出やすい条件（アドレナリンを出さない）を整え、最も出やすい間に（オキシトシンが出ている間に）搾乳を終えることが肝要です（図4）。これらの条件が崩れると、乳量低下や乳房炎発症などの原因となります。

搾乳作業に関する様々な課題や推奨手順などについては、次号（11月号）で紹介いたします。

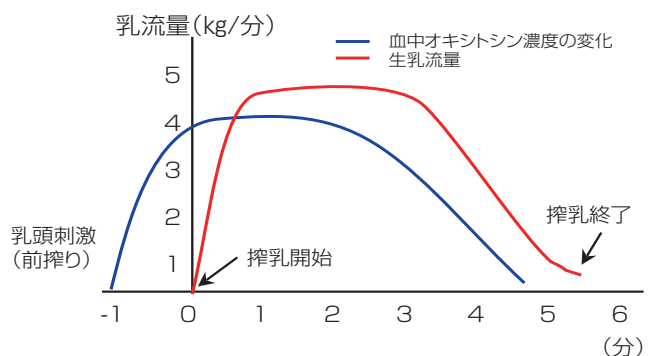


図4 理想的な搾乳 (イメージ)