

今さら聞けない牛のあれこれ —ルーメンについて—

営業本部 トータルサポート室 梶岐 修一

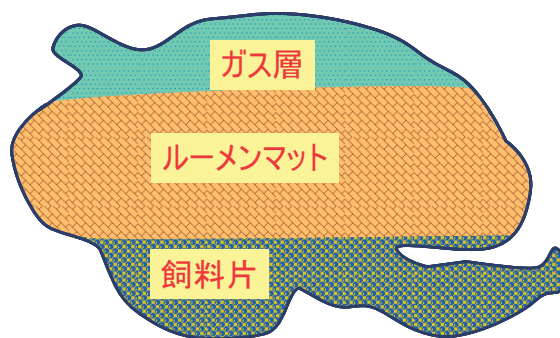
<ルーメンとは>

ルーメンとは牛の第一胃のことで、四つある胃のうち第一胃から第三胃までは食道が進化したものであり、私たちの胃と同じ働きをするのは牛では第四胃にあたります。ルーメンは牛の腹腔の左側ほとんど全部と、右側の後ろ半分を占める巨大な嚢（のう；袋のこと）です。胃全体の8割を占め、乳牛（成牛）では約200リットルの容量があります。ルーメン内には多量の飼料が貯蔵され、そこに生息する微生物が飼料を分解しています。ルーメン内容物の約9割は水分であり、微生物による発酵が充分に行われるようになっています。

反芻動物がルーメンを持つ意義は、『自分自身では利用できない飼料のエネルギーを微生物の力を借りて利用可能な状態にまで代謝させる』ことです。通常、動物がエネルギー源として利用するのは炭水化物と脂肪です。炭水化物のうち、でんぷんや糖などは、どの動物も利用することが出来ますが、ルーメンを持たない動物（単胃動物）はセルロースやヘミセルロースの様な繊維質を分解する酵素を持たない為、それをエネルギー源として利用することが出来ません。ルーメンは、反芻動物自身の消化器官では消化することの出来ない繊維成分を微生物の力を借りて消化するための器官です。

ルーメン内では摂取された飼料が階層構造を作っています。上部にはルーメン発酵で産出された二酸化炭素、メタンなどのガスが充満しているガス層、中央の層は『ルーメンマット』と呼ばれる大きな飼料片の固まり、下層には粒度の小さい飼料片などが堆積する層があります（図1）。

ルーメンマットでは摂取した飼料や細かな穀類を捉え、反芻を促す刺激を与えています。粗飼料はその長い繊維片に微生物を住まわせるとともに、微生物による消化を受け、分解されていきます。下層では穀類などが盛んに発酵を受けています。ルーメン内には無数



（第2、3、4胃はルーメンに隠れている）

図1 牛体左側より見たルーメン

の微生物が生息し、内容物1g当たり約100億の細菌類と50~100万のプロトゾア（原生動物）が生息しています。これら微生物の働きにより、ルーメン内において飼料成分の分解が盛んに行われています。

<ルーメン微生物の種類>

ルーメン微生物は、繊維を分解する細菌群、でんぷんや糖を分解する細菌群、蛋白質を分解する細菌群等、多岐にわたっています。これらの細菌群の活動（ルーメン発酵）を正常に行わせることが、乳牛（反芻動物）の飼養管理の基本となります。

ルーメン微生物の活動に適したルーメンpH（以下；pH）は、微生物の種類により異なります。

○繊維素（セルロース）分解菌

セルロース分解菌の活動に適したpHは6.5~7.0です。pHが6.2まで低下すると菌の活動が低下し始め、6.0以下になると活動を停止します。

セルロース分解菌はルーメンで生成される酢酸の大部分を生成します。酢酸は乳脂肪の基となる成分です。また、セルロース分解菌は、脂肪に対して敏感です。脂肪を過剰に与えると、繊維質飼料の摂取量、消化率の両方を落とすこととなります。

○でんぷん分解菌・糖類分解菌

でんぷんを分解する菌はセルロースを分解する菌と活動に適したpHが異なります。でんぷん分解菌はpH

が5.5の時でも、pH7.0の時と同じようにでんぷんを分解させることが出来ます。でんぷん分解菌は、主にプロピオン酸を生成します。プロピオン酸は乳糖の原料となりますが、過度な生成は乳脂肪率低下の要因となります。

○蛋白質の分解

セルロースやでんぷん、糖類を分解する菌を含め、ほとんどの菌が蛋白質も分解します。蛋白質が分解されることによって生成されるアンモニアは、菌体の細胞を構成する新しい蛋白質（微生物体蛋白質）の合成に使用されます。菌の増殖は、炭水化物（繊維、でんぷん、糖）から生成、利用できるエネルギーの量によって制限されます。エネルギー量に制限がある時は、必要以上のアンモニアがあっても利用されることはなく、余ったアンモニアはルーメンより吸収され、尿素として排泄されます（尿中窒素、MUNなど）。

○プロトゾア

プロトゾアは多様な代謝機能を持ち、主要な植物成分（セルロース、でんぷん、糖類、蛋白質）を利用することが出来ます。プロトゾアが活動し易いpHは、5.5～7.0です。

ルーメン内は通常、温度が39℃前後、pHが6～7の間に維持されています。この状態は繊維分解菌が活動し易い状況であるとも言えます。

反芻動物は摂取した飼料をルーメン内で発酵させます。発酵により、酸（VFA；酢酸、プロピオン酸、酪酸など）が生成されますが、ルーメン内に酸が存在することによりpHは低下します。発酵により生じる酸の量は、飼料の消化率に比例するので、牧草類のような繊維の多い（消化の遅い）飼料より、消化の早い（でんぷんや糖含量の高い）濃厚飼料の方が多量の酸をルーメン内で生成します。pHが低下するとルーメン内の菌叢が変わってしまい、繊維の消化率が低下します。

ルーメン内の恒常性を維持するために、牛はアルカリ性（pH8.5前後）である唾液をルーメンに送り込みます。牛は1日に約100～180リットルもの唾液を分泌しています。唾液の分泌は、反芻（咀嚼）を行っているときに一番多く、反芻は適度な粗飼料が給与されている際に頻繁に起こります。このような例からも、粗飼料が如何に重要であるかがうかがい知れます。

<反芻とは？>

牛は、一旦食べたものを吐き戻して噛みかえし、再び吞み下すことを繰り返します。これを【反芻】と言います。

○反芻の効果（微細化）

反芻による効果の第一は、再咀嚼によるルーメン内容物の微細化です。飼料片の微細化により微生物の付

着面積が大きくなり、発酵が促進されます。同時に、水分との接触面積も増加し、水和性が増します。

摂取した粗飼料は、先ずルーメンマットを形成し、ルーメン上部に浮遊しますが、水と馴染み、比重が重たくなるに伴い下層に沈み、微生物による消化を受け易くなります。

○反芻の効果（唾液の分泌）

唾液の主成分は重炭酸ナトリウムで、他にりん酸塩が含まれており、pH8.5前後のアルカリ性を示します。反芻動物の唾液はルーメン発酵で生成される酸を中和し、ルーメン内の酸性化を緩衝して良好な発酵をさせる上で大きく役立っています。

牛の唾液は常に流出していますが、同じ速度で分泌されている訳ではありません。分泌速度が高まるのは飼料摂取時と反芻時であり、唾液の分泌量は飼料摂取と反芻に要する時間に大きく左右されます。

<反芻の工程>

反芻に際し、ルーメンおよび第二胃内容物が反芻を受けます。反芻は、吐き戻し・再咀嚼・唾液混合・再嚥下の4工程に分けられます。吐き戻され、再咀嚼されるものを【食塊】と言います。

食塊が食道に入ると、食道筋の逆蠕動により口腔に急速に吐き戻されます（1m/秒）。食塊中の余分な液状部分はすぐに再嚥下されます。再咀嚼された食塊は十分に唾液と混合され、吐き戻し時よりゆっくりと再嚥下され、ルーメンの噴門部に入り第二胃収縮によりルーメン後方へ放出されます。



図2 牛体右側より見たルーメン

<反芻時間>

通常、乳牛は1日の3分の1以上、即ち8時間以上を反芻に費やしています。

牛は長い粗飼料を微細化するのに必要な反芻しか行いません。従って、濃厚飼料のような『細かな』飼料をいくら与えても反芻が刺激されることはありません。『細かな』飼料はルーメン内で急速に発酵され、pHを低下させます。

こうした飼料ほど、反芻時間が短くなり、唾液の分泌量が減少するので、注意が必要です。