



Title	乳牛におけるルーメンマット構造の定量とその形成に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	泉, 賢一
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第6912号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/56103
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Kenichi_Izumi_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称： 博 士（農学）

氏名 泉 賢 一

学 位 論 文 題 名

乳牛におけるルーメンマット構造の定量とその形成に関する研究

反芻家畜のルーメン内容物は、繊維などの比重の軽い飼料片がルーメン背嚢部から中心部にかけて堅いルーメンマット(RM)を形成しており、腹嚢部には液層が存在する。このRMがルーメン背嚢に対して接触刺激をもたらすことで反芻が生じる。反芻時にはルーメンへの唾液流入量も増加するので、十分な反芻時間を確保し、ルーメンpHを適正に保つために明確な堅さを有したRMの形成が必要となる。

反芻誘発刺激には飼料粒度と飼料中繊維含量が関連していることから、Mertens(1997)は物理的有効繊維(peNDF)という概念を提唱した。peNDFを適正量含む飼料を摂取した乳牛はルーメン上部に充実したマット層を形成すると想定されてきたが、RMの定量法が確立していないことから、この想定が評価されることはこれまでになかった。

そこで本研究ではRM構造の実態を把握し、飼料の違いがRM形成に及ぼす影響を明確にすることを目的とし、1)RM立体構造の定量法確立、2)飼料中peNDF含量とRM形成の関係、3)粗飼料由来繊維源および非粗飼料繊維源の給与とRM形成の関係、の3点を検討課題とした。結果の概要は以下の通りである。

1) RM 立体構造の定量法確立

土壌硬度測定法を応用し、ひずみゲージ式の圧力計と変位計を用いたルーメン内貫入抵抗測定装置を開発した。ルーメンカニユーレを介して、内容物表層から腹嚢底部にかけてコーンを貫入する際の堅さと深度を連続的に測定し、コーン貫入抵抗値 q_c (N/cm^2)と深度を計算した。 q_c 値と深度の関係を図示したところ、ルーメン内容物は背嚢上部から腹嚢底部に向かうに連れて堅さが軟化していくが、ある深度を境に軟化の進行度合いが変化することが示された。それらの関係に対して、大塚と吉原(1975)の2直線による折れ線モデルをあてはめたところ折曲点が得られた。本研究では、折曲点が得られた深度をRMと非マット層を区分する境界であると想定し、それよりも上層部をRMと定義した。

非泌乳牛を用いて、放牧地草(GG)、GG+イネ科主体サイレージ(GS)、GSおよび混合飼料(TMR)の4通りの飼料を給与し、定量法の検証を行った。その結果、RMの堅さは飼料の特徴を反映し、GSが最も強く、GGとGG+GSがそれに続き、TMRはGSのおよそ1/3ほどの堅さとなることが示された。

以上から、土壌硬度の測定方法を応用したルーメン内貫入抵抗測定装置を用いると、簡易な操作でルーメン内容物の堅さと深さを調査でき、同時にRMと非マット層に分割可能であることが示された。

2) 飼料中 peNDF 含量と RM 形成の関係

飼料中 peNDF 含量の違いが RM 形成に及ぼす影響を評価するために二つの試験を実施した。

試験 1 では通常の TMR (対照区) と切断した TMR (細断区) を泌乳牛に給与し、試験 2 では飼料中粗濃比 (F:C) の違いが RM 機能に及ぼす影響について評価した。

両試験の結果、飼料の切断長や F:C が低下することで peNDF 含量が低くなっても、RM の堅さや厚さといった物理的構造は脆弱化しないことが示された。その結果、ルーメン内発酵状況、咀嚼活動および乳生産も変化しなかった。さらに、細断区で RM の厚みが増したことから、細かい飼料片はルーメン内容物の階層化を促進する可能性が示唆された。

二つの試験から、peNDF 含量と RM の堅さや厚さといった物理性との間には必ずしも直線的な関係がないことが示唆された。

3) 粗飼料由来繊維源および非粗飼料繊維源の給与と RM 形成の関係

食品製造副産物由来の非粗飼料繊維源の給与と RM 形成の関係を検討するために、3 つの試験を実施した。

試験 3 ではアン粕 (小豆皮、RBH) を用いた。RBH 給与区では、peNDF 摂取量が低かったが、RM は堅くなり、反芻期持続時間は長い傾向を示した。ルーメン発酵、咀嚼活動および乳生産は影響を受けなかった。このことから、粒子の細かい RBH 繊維は RM の空隙に詰め込まれ、そのことが RM の堅さを増す方向に作用したと推測された。

試験 4 では、酒粕 (SC) を多給し、濃厚飼料と粗飼料の給与順序および SC とイネ科乾草 (GH) の給与比率が、RM の性状および RM 内への圧ペン トウモロコシ (SFC) の取り込み効果に及ぼす影響について検討した。RM の堅さや厚さといった物理的構造は SC 給与量が増えても維持された。全ての処理において SFC 飼料片は給与 1 時間後にはルーメン腹囊に多量に沈んでいることが確認された。このことから、従来認識されてきた RM への穀物飼料片取り込み効果は過大に評価されてきた可能性があるとし唆された。

試験 5 では、アルファルファ乾草 (AH) とビートパルプ (BP) の給与比を 8 : 2 あるいは 2 : 8 とした A8B2、A2B8、イネ科乾草 (GH) と BP を同様の比率で給与した G8B2、G2B8 の 4 処理を設けた。RM の堅さは G8B2 が最も強く、A2B8 が最も軟らかかった。反芻時間は AH よりも GH が長く ($P < 0.01$)、B2 よりも B8 が短かった ($P < 0.05$)。ルーメン pH は A2B8 のみが 6.0 を下回った。このことから、非粗飼料繊維源と AH を組み合わせると強く、厚みのある RM を形成することができず、ルーメン発酵にも悪影響が及ぶことが示された。非粗飼料繊維源との組合せで堅固なマットを形成するためには GH が適していると考えられた。

3 試験をまとめると、非粗飼料繊維源由来の細かい繊維は RM の構造体に取り込まれて、RM の物理性を増強する作用があると推測された。一方、穀物飼料片は RM 内に取り込まれずに底に沈んでしまったことから、小飼料片が RM へ取り込まれるか否かは比重が関係していると推察された。

4) RM の構造と機能

全ての試験結果を総合すると、RM の堅さと厚さの積 (Ruminal mat stratification index: RMSI) と反芻時間の間には正の直線関係があり、RMSI が $707.8 \text{ N/cm}^2 \cdot \text{cm}$ に達すると反芻時間は 522.0 分/日でプラトーに達することが示された。このことから、RMSI を指標とすることで乳牛の適正な繊維要求量を算定できる可能性が示唆された。

一方、RMSI と peNDF 含量との間には明確な関連性は認められなかった。

5) 以上の結果から、ルーメン内貫入抵抗測定法によって RM の堅さと深さを測定でき、ルーメン内容物の物理的性状を評価する新たな概念として q_c 値は利用できると考えられた。

RMSI は反芻活動と正の直線関係が認められたが、RMSI と peNDF 含量との関連は明確ではなかった。つまり、peNDF 単独で RM の形成状況を予測するには限界があり、逆に peNDF が十分に含まれない飼料であってもルーメン内の階層構造が構築され、強く厚みのある RM が形成され得ると結論された。