

学 位 論 文 題 名

乾草の自由摂取量と反芻胃内飼料片の粒度別動態との関連

学位論文内容の要旨

牛、めん羊など反芻家畜はその独特の消化管構造とそこに共生する微生物の働きによって、地球上に豊富に存在する繊維質資源を利用する能力をもっている。しかし、この繊維質を主成分とする乾草、サイレージなど、いわゆる粗飼料を活用した生産を行おうとする場合、その自由摂取量が不十分なことが最も重要な制約要因となる。それ故、粗飼料の自由摂取量を調節するメカニズムについては、従来から多くの研究が行われてきた。既往の研究では、粗飼料の自由摂取量は反芻胃の物理的充満度によって調節されているとする考えが一般的となっている。

反芻胃の物理的充満度は、反芻胃内容物の発酵、通過による消失によって解消されるといわれている。そこで摂取された粗飼料由来飼料片の反芻胃内での発酵、通過およびその前提となる微細化の様相とそれらに影響を及ぼす要因についての研究が進められてきた。しかし反芻胃内には多様な粒度や化学成分の飼料片が混在し、しかも連続的に変化しているため、その動態の定量的な把握には研究方法上、多くの困難が伴い、研究の進展を妨げてきた。

こうした背景のもとで、本研究は反芻胃内飼料片の粒度別動態について、従来提示されてきたモデルと解析方法に改善を加え、反芻胃内容物の消失速度を調節するメカニズムと粗飼料の自由摂取量との関連について量的に明確にすることを目的に実施したものである。本研究ではめん羊に供試飼料として乾草を給与し、以下の3項目について検討をした。

- 1) 反芻胃内飼料片の粒度別動態(微細化、発酵、通過)の詳細な解析方法とその汎用性
(試験1)
- 2) 反芻胃内容物の消失速度に影響する要因とその相互関係(試験2)
- 3) 反芻胃内飼料片の粒度別動態と自由摂取量との関係(試験3)

研究の成果は以下のように要約される。

1) 試験1では、反芻胃カニューレ装着めん羊に乾草をhourly feeding(1日24回飼料給与)し、この条件下で反芻胃内飼料片の粒度別動態についてのモデルと解析方法の改良を行っ

た。hourly feeding下では、採食時間、反芻時間とも日内を通して均等に分布しており、反芻胃内容物の質的、量的な恒常状態が保たれ、反芻胃内飼料片の動態解析にあたり高い精度の測定が可能と判断された。

粒度別飼料片分画の消失速度は、La, Yb, Sm, Dy など希土類元素をマーカーとする粒度別標識飼料片の反芻胃内投与とその後のマーカー濃度の減少から測定した。各飼料片の発酵速度はin situ法によって測定した。飼料片の微細化については、各粒度分画から複数の微細化経路を考慮したモデルを設定し、粒度別分画中の複数のマーカー量の推移から、微細化速度を経路別に分割し推定した。このモデルと解析方法によって、反芻胃内飼料片の粒度別動態に関して、詳細かつ精度の高い解析が可能になった。

2) 試験2では、試験1で確立したモデルと解析方法を用い、異なる乾草間の反芻胃内飼料片動態の違いを検討した。反芻胃および十二指腸カニューレを装着しためん羊を供試し、4種の乾草(アルファルファ、オーチャードグラス、早刈りチモシー、遅刈りチモシー)を給与し、総反芻胃内容物および各飼料片分画の消失速度定数および微細化、発酵、通過速度定数を測定した。その結果、従来の研究では得られなかった乾草間で異なる特徴的な各速度定数を得ることが出来た。とくに微細化の各経路の速度定数は乾草間で大きく異なり、微細化のパターンが乾草間で大きく異なることを明らかに出来た。

総反芻胃内容物の消失速度は、通過速度および発酵速度から構成されているが、いずれも反芻胃内飼料片の微細化のパターンが間接的に影響を及ぼしていることが明らかになった。また飼料片の発酵速度は粒度間で異なっているが、これが総反芻胃内容物の発酵を支配する要因になっていることが示された。さらに飼料片の主要構成成分である繊維質の発酵は、粒度微細化のパターンのみならず、飼料片への細菌体の付着程度が関連していることも明らかになった。採食、反芻時の咀嚼1回当たりの大飼料片微細化量から求めた飼料片の脆弱化程度は、繊維質の発酵や大飼料片の微細化パターンと関連していた。

3) 試験3では、試験2で用いた乾草のめん羊による自由摂取量を測定し、各乾草給与下での反芻胃内容物の消失速度との関係を検討した。その結果、乾草自由摂取下での反芻胃内飼料片の粒度別分布は、試験2のhourly feeding下でのものと類似していることが確認された。このことから、hourly feeding下で推定された飼料片粒度別分画の各速度定数の乾草間の違いが、自由摂取下でも想定され、それらが総反芻胃内容物の消失速度に影響したものと考えられた。この総反芻胃内容物の消失速度と乾草の自由摂取量との間には高い関連が認められ、乾草自由摂取量が主として反芻胃内容物の消失速度によって決定されていることが明らかになった。

以上のように、本研究では反芻胃飼料片の粒度別動態を精度よくかつ詳細に把握するモデルと解析方法を確立することが出来た。このモデルと解析方法により、4種の乾草給与時

の反芻胃内飼料片の粒度別動態の特徴を明らかにした。この反芻胃内飼料片の粒度別動態が反芻胃内容物の消失速度を決定し、ひいては乾草の自由摂取量調節メカニズムのうえで重要な役割を果たしていることを明確にした。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 大久保 正 彦
副 査 教 授 清 水 弘
副 査 助 教 授 近 藤 誠 司

学 位 論 文 題 名

乾草の自由摂取量と反芻胃内飼料片の粒度別動態との関連

本論文は5章で構成され、表20枚、図21枚、引用文献135、補遺を含む総ページ数161の和文論文であり、別に参考論文5編が添えられている。

反芻家畜はその独特の消化管構造とそこに共生する微生物の働きによって、地球上に豊富に存在する繊維質資源を利用する能力をもっている。この繊維質を主成分とする乾草、サイレージなどいわゆる粗飼料の自由摂取量を調節するメカニズムについては、従来から多くの研究が行われてきた。既往の研究では粗飼料の自由摂取量は、反芻胃の物理的充満度によって調節されるとする説が一般的で、反芻胃内容物の発酵、通過による消失によってその充満は解消されるといわれている。そこで、摂取飼料片の反芻胃内での発酵、通過およびその前提となる微細化の様相についての研究が進められてきた。しかし、反芻胃内には多様な粒度や化学成分の飼料片が混在し、しかも連続的な変化をしているため、その動態の定量的な把握には多くの困難が伴っている。

本研究は、反芻胃内飼料片の粒度別動態について従来提示されてきたモデルと解析方法の改良を行い、反芻胃内容物の消失速度を調節するメカニズムと粗飼料の自由摂取量との関連について量的に明確にすることを目的に実施したものである。本研究では給与飼料として乾草を用い、以下の3項目について検討した。

1) 反芻胃内飼料片の粒度別動態(微細化、発酵、通過)の詳細な解析方法とその汎用性
(試験1)

2) 反芻胃内容物の消失速度に影響する要因の相互関係(試験2)

3) 反芻胃内飼料片の粒度別動態と自由採食量との関係(試験3)

研究の成果は、以下のように要約される。

1) 試験1では、反芻胃カニューレ装着めん羊にhourly feeding(1日24回飼料給与)を行うことにより、反芻胃内容物を恒常状態に保ち、この条件下で反芻胃内飼料片の粒度別動態モデルと解析方法の改良を行った。粒度別飼料片の消失速度は、希土類元素をマーカーとする粒度別標識飼料片の投与とその後のマーカー濃度の減少から測定し、発酵速度はin

situ法により測定した。各粒度分画からの複数の微細化経路を考慮したモデルを設定し、粒度別分画中の複数のマーカー量の変化から、微細化速度を推定した。また通過速度は消失速度と発酵速度から推定した。このモデルと解析方法によって、反芻胃内飼料片の粒度別動態に関して、詳細かつ正確な解析が可能となった。

2) 試験2では、4種類の乾草を給与しためん羊において、試験1で確立した反芻胃内飼料片の粒度別動態モデルと解析方法を用い、微細化、発酵および通過速度定数を測定した。その結果、従来の研究では得られなかった乾草間で異なる特徴的な各速度定数を得ることが出来た。また総反芻胃内容物の消失速度は、通過および発酵速度から構成されているが、いずれも反芻胃内飼料片の微細化のパターンが間接的に影響を及ぼしていることが明らかになった。さらに粒度別飼料片の繊維質発酵は、粒度微細化のパターンのみならず、飼料片への細菌体の付着程度が関連していることが明らかになった。

3) 試験3では試験2で用いた乾草のめん羊による自由採食量を測定し、各乾草給与下での反芻胃内容物の消失速度との関係を検討した。その結果、乾草自由採食下での反芻胃内飼料片の粒度分布は、hourly feeding下でのものと類似していることが確認された。そのためhourly feeding下で得られた粒度別分画の各速度定数の乾草間の違いが自由採食下でも想定され、総反芻胃内容物の消失速度に影響したと考えられた。この総反芻胃内容物の消失速度と乾草の自由採食量との間には高い関連が認められ、乾草自由採食量が主として反芻胃内容物の消失速度によって決定されていることが明らかになった。

以上のように、本研究では反芻胃内飼料片の粒度別動態を精度よくかつ詳細に把握するためのモデルと解析方法を確立した。このモデルと解析方法を用い、反芻胃内飼料片の粒度別動態が乾草の自由採食量調節メカニズムのうえで重要な役割を果たしていることを明確にした。このように本研究の成果は、今後の反芻家畜による粗飼料採食量の調節メカニズム解明に寄与するところがきわめて大きく、学術的に高く評価される。

よって審査員一同は最終試験の結果と合わせて、本論文の提出者上田宏一郎は博士(農学)の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。