

学 位 論 文 題 名

トウモロコシサイレージを基本飼料とする

牛乳生産に関する飼養学的研究

学位論文内容の要旨

近年、牛乳の生産コストを低減させるために乳牛個体の乳量は著しく増加している。しかし、これに対するように濃厚飼料の給与量が増加しており、飼料の自給率は低下の一途をたどっている。今後も北海道酪農を安定的に発展させていくためには、輸入飼料である濃厚飼料に過度に依存することなく、恵まれた土地資源を活用して低コストで生産した良質で高栄養価の粗飼料を主体として高乳量を生産する乳牛の飼養技術を確立していくことが必要である。

北海道の畑作酪農地帯ではサイレージ用トウモロコシは牧草に比べて乾物や TDN（可消化養分総量）の収量が多く調整が容易であるなど多くの利点があり、特に近年、早生品種の育成・普及ならびに栽培技術の改善によりサイレージ調製のための収穫適期である黄熟期まで安定した育成が可能になり、サイレージの栄養価ならびに産乳価値が向上していることから自給粗飼料としての利用価値は更に向上したものと考えられる。また、トウモロコシサイレージは乾草および牧草サイレージに比べて TDN 当たりの生産費が低いことが報告されており、トウモロコシサイレージを基本飼料とする乳牛飼養は経営的にも有利であると考えられる。

しかし、北海道の畑作酪農地帯におけるトウモロコシサイレージの乳牛 1 頭当たりの給与量は少ない。これには従来わが国において乳牛に対するトウモロコシサイレージの多量給与についての体系的な検討が少ないことが影響していると考えられる。トウモロコシサイレージは細切されており、また高エネルギーの粗飼料であるが粗蛋白質とミネラル類の含量が低く、繊維成分の含量も比較的低いことや乳牛による嗜好性が高いなどの特徴があることから、その多量給与に際しては種々の配慮が必要であると考えられる。

このような背景から、本研究ではトウモロコシサイレージの調製法—特に切断長と飼料価値—、乾乳期と泌乳期におけるトウモロコシサイレージ多量給与、トウモロコシサイレージを基本飼料とする泌乳期の飼養における各種粗飼料併給、トウモロコシサイレージを基本飼料とする混合飼料の飼料設計基準および混合飼料の切替などについて究明し、トウモロコシサイレージを基本飼料とする乳牛の飼養技術の確立に資することを目的に実施した。

飼養試験には、各々ホルスタイン乳牛 3～36頭を供試し、ラテン方格法あるいは平行比較試験法により10回にわたり実施した。また、供試飼料の消化試験にはホルスタイン乳牛あるいはめん羊を供試して実施した。

本研究で得られた主な成果を要約するとつぎのとおりである。

- 1) トウモロコシサイレージの切断長および子実の破碎程度が発酵品質，栄養価に及ぼす影響は認められず，また切断長を10mm以下に微細切しても乾物摂取量は増加しない。
- 2) 乾乳期におけるトウモロコシサイレージの単用給与は，乾乳末期における乾物摂取量の低下，分娩直後の血清カルシウム濃度の低下，泌乳初期における乾物摂取量および4%乳脂補正乳量の上昇への応答が比較的緩慢であることなどから避ける必要がある。これに対して，乾乳期における乾草単用給与はこれらの観点からみて望ましい。
- 3) 出穂揃期に調製した1番刈チモシー乾草に対するトウモロコシサイレージの給与比率が高くなるにつれて乾物およびTDNの摂取量，4%乳脂補正乳量が有意に増加し，乳成分含有率も向上する傾向がみられ，泌乳期におけるトウモロコシサイレージを基本飼料とする飼養は乳生産からみて望ましい。
- 4) トウモロコシサイレージの基本飼料とする飼養において，一般的に用いられている乾草の代わりに調製が容易な牧草サイレージを併給しても乾物摂取量，4%乳脂補正乳量，乳組成，繁殖性などにおいて有意差は認められず，泌乳期においてトウモロコシサイレージを基本飼料としこれに牧草サイレージを併給する飼養が可能である。
- 5) トウモロコシサイレージを基本飼料とする飼養において早刈牧草サイレージの併給では遅刈牧草サイレージの併給に比べて，粗飼料からのDCPおよびTDNの摂取量，4%の乳脂補正乳量，乳成分含有率において有意に優っており，泌乳期における草刈牧草サイレージの併給が重要である。
- 6) トウモロコシサイレージを基本飼料とする飼養における併給牧草サイレージとしてアルファルファ1番草が最も優っており，次いでアカクロバ1番草，チモシー1番草であり，アカクロバ2番草はこれらより劣ることが認められ，泌乳期においてはマメ科1番草サイレージの併給が望ましい。
- 7) 泌乳前期に給与するトウモロコシサイレージを基本飼料とする混合飼料の粗飼料と濃厚飼料の比率は乾物で65:35から50:50，TDN含有量は71～74%が望ましく，CP含有では16%が13%より優る。
- 8) 泌乳後期に給与するトウモロコシサイレージを基本飼料とする混合飼料の粗飼料と濃厚飼料の比率は乾物で80:20から65:35，TDN含有量は68～71%が望ましい。

・ 9) 泌乳中期における混合飼料の即時切替えに伴う配合内容の変化から乾物摂取量, TDN 摂取量および 4 %乳脂補正乳量の減少並びに 4 %乳脂補正乳量の持続性が推定できる。

10) トウモロコシサイレージ主体高栄養牧草サイレージ併給飼養における粗飼料からの養分摂取量から算出した産乳可能量は, 乳脂率を3.7%として1日当たり17kg程度, 1泌乳期で5,200kg程度と推定された。また, 泌乳前期および泌乳後期の長期泌乳成績を組み合わせで検討した結果, トウモロコシサイレージを基本飼料とする飼養においては1泌乳期に濃厚飼料の給与量が乾物で1.7 t, 粗飼料乾物給与比率が72%で8,000kg以上の4 %乳脂補正乳量を生産できることを認めた。これは現行の一般的飼養実態に比べて濃厚飼料の給与量が乾物で0.8 t 少なく, 粗飼料乾物給与率では18%単位も高いが, より多くの4 %乳脂補正乳量を生産できることを示すものである。また本飼養法は現行の飼養法よりも飼料費を低減できる。

11) 北海道の主要な畑作酪農地帯である十勝地方においては, 飼料の自給率を高めるために, 乾物および TDN 収量の多いサイレージ用トウモロコシの作付面積を増加して粗飼料の生産量を増加することが必要である。作付面積の増加により生産されたトウモロコシサイレージは本飼養法を適用することにより有効に利用しうる。

以上の研究成果はトウモロコシサイレージを記念飼料とする乳牛の飼養技術を採用することにより畑作酪農地帯における飼料の自給率向上, 個体乳量の増加および飼料費の節減が可能なことを示すものである。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 朝日田 康 司

副 査 教 授 上 山 英 一

副 査 助教授 大久保 正 彦

この論文は, 表69, 図17, 引用文献146を含む総ページ数121の和文論文であり, 5章に分けて論述されている。

近年, 北海道においても牛乳の生産コストを低減させるために乳牛個体の乳量は著しく増加しているが, 一方では濃厚飼料の給与量が増加しており, 飼料の自給率は低下の一途をたどっている。今後も北海道酪農を安定的に発展させていくためには, 輸入飼料である濃厚飼料に過度に依存することなく, 恵まれた土地資源を活用して低コストで生産した粗飼料を主体として高乳量を

生産する土地利用型の乳牛飼養技術を確立していくことが強く要望されている。

本研究では、このような背景の中で北海道の畑作酪農地帯において乾物や TDN（可消化養分総量）の収量が多く高エネルギーの粗飼料であるトウモロコシサイレージを基本飼料とする乳牛の飼養技術を確立するために延べ154頭の乳牛を供試して一連の試験を実施している。試験の内容はトウモロコシサイレージの調製法－特に切断長と飼料価値の関係－，乾乳期および泌乳期における粗飼料構成の設定，泌乳期に給与する混合飼料の飼料設計基準の設定など多岐にわたっている。

本研究によって解明された主な成果は次のとおりである。

1) トウモロコシサイレージの適正切断長の設定

近年，トウモロコシサイレージにおける二次発酵の発生，子実の糞中への排泄などからその切断長については種々の見解がだされていたが，従来推奨されている9 mmより更に微細切しても発酵品質，消化率および乾物摂取量において改善はみられない。

2) 乾乳期における粗飼料構成の設定

乾乳期におけるトウモロコシサイレージの単用給与は分娩直後の血清カルシウム濃度の低下，泌乳初期における乾物摂取量および4 %乳脂補正乳量の上昇への応答が緩慢なことから避ける必要がある。これらの観点から乾乳期には乾草単用給与が望ましい。

3) 泌乳期における粗飼料構成の設定

泌乳期におけるトウモロコシサイレージを基本飼料とする飼養は乾物摂取量および乳生産からみて望ましい。トウモロコシサイレージを基本飼料とする泌乳期の飼養において併給粗飼料として一般的に用いられている牧草の代わりに調製が容易な牧草サイレージを用いることができる。併給牧草サイレージは早刈であることが望ましく，草種としてはアルファルファが好適である。

4) 泌乳期に給与する混合飼料の飼料設計基準の設定

トウモロコシサイレージを基本飼料とする飼養において飼料の選択採食を防止するために混合飼料・自由採食方式が極めて有用である。泌乳前期に給与するトウモロコシサイレージを基本飼料とする混合飼料の粗飼料と濃厚飼料の比率は乾物で65 : 35～50 : 50，TDN 含量71～74 %，CP（粗蛋白質）含量16 %とすることが望ましい。また，泌乳後期に給与する混合飼料の粗飼料と濃厚飼料の比率は乾物で80 : 20～65 : 35，TDN 含量68～71 %，CP 含量13 %程度でよい。

5) 以上の成果を基にして，トウモロコシサイレージ主体高栄養牧草サイレージ併給飼養時における粗飼料からの養分摂取量から算出し，産乳可能量を提示した。また，泌乳前期および泌

・ 乳後期の長期飼養成績を組み合わせ、1 泌乳期の乾物摂取量、4 %乳脂補正乳量を算出した。これらの結果は、トウモロコシサイレージを基本飼料とする飼養では現行の一般的飼養実態に比べて濃厚飼料の給与量を2.5 tから1.7 tへと低くし、飼料の自給率（粗飼料乾物給与率）を54%から72%へと著しく高めても、約8,000kgの4 %乳脂補正乳を生産できることを示すものである。また、本飼養法採用することにより現行の飼養法に比べて飼料費を低減しうることも示した。

以上、本研究の成果に基づき体系づけたトウモロコシサイレージを基本飼料とする乳牛の飼養技術は畑作酪農地帯における飼料の自給率向上、個体乳量の増加および飼料費の節減に大きく寄与するものである。また、これらの試験においては飼養学的な手法とともに臨床生化学的な手法を加えて検討しており、その成果は学術的にも高く評価される。

よって、審査員一同はこれらの研究成果および別に実施した学力確認の結果と合わせて、本論文の提出者 坂東 健 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。