

学 位 論 文 題 名

## 牧草の消化・採食特性の生育時期別変動

### 学位論文内容の要旨

北海道の土地利用型の酪農や肉牛経営の安定には、牧草を主体とした自給飼料の高度に利用した飼養技術に負うところが大きい。牧草の品種改良や栽培調製利用技術の改善には、これまで多くの研究が行われてきたが、牧草自体の消化や採食特性は、その生育の進行に伴う変化が多様なことから、これまで十分な研究がなされていない。特に、牧草の有効利用の場面に必要な生育期間の春から秋まで、また草地造成後数年にわたる連続した利用期間中の栄養価や採食量を継続して調べた報告は見当たらない。

そこで、北海道で栽培利用されている主要な牧草であるオーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラス、アルファルファ、アカクローバおよびシロクローバの6草種について、10か年間で合計212点の牧草を、慣行の消化試験方法とは異なり、延べ1266のめん羊に自由採食させた消化試験を行い、生育時期別の消化率および採食量を調べた。また、これらの成績を基にデータジェント分析法による分画から栄養価や採食量の変動要因を検討し、牧草の合理的な利用技術を検索した。

1. オーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラス、アルファルファ、アカクローバおよびシロクローバの6草種について、春の1番草では生育期別に、その後の再生草では夏から秋までの生育季節別に、また、草地の造成年からオーチャードグラスでは9年間、アルファルファでは10年間の化学成分の含有率、消化率、栄養価、推定正味エネルギー、自由採食量、栄養価指数(NVI)等を示した。

2. 春の1番草では、生育にともない、消化率、栄養価、自由採食量、可消化エネルギー(DE)摂取量が低下するが、その低下の速度には草種間に大きな違いはなかった。

乾物中可消化養分総量(TDN)含有率の1日当たりの低下は各草種共に約0.5%であった。生育の進行に伴い自由採食量も大きく低下するためNVIやDE摂取量の低下割合は更に大きくなった。

3. 夏期間に再生する牧草では、粗蛋白質以外の成分の消化率およびTDN、DE含量が低く、

TDN65%以上の牧草の収穫は困難であった。

アルファルファの2番草の自由採食量の低下速度は年間で最も速かった。

4. 秋の再生草は細胞内容物(CC)含有率が高く、その消化率、可消化含量も高く、他の成分の消化率も高く、栄養価が優れていた。また、それらの低下の速度は年間で最も遅かった。

5. 生育季節で見ると、イネ科牧草、マメ科牧草ともに、TDN および DE 含量は春から夏にかけて低下し、秋には高くなる凹型の変化をした。

6. オーチャードグラスおよびアルファルファの草地を経年的に調べたが、9年から10年を経ても、生産された牧草の栄養価や自由採食量には変化が少なかった。

7. オーチャードグラスで年間3, 4, 5, 6, 7回刈取りでTDN収量を乾物収量で除して求めた乾物中TDN含有率は、それぞれ、57, 59, 63, 64, 64%で、また、同様にして求めた乾物中DCP含有率は、それぞれ、8, 7, 10, 13, 14%であった。

アルファルファで年間3, 4回刈取った場合には、同様にTDN含有率は、58, 62%, DCP含有率は15, 18%であった。

8. オーチャードグラス、ペレニアルライグラスで年間7番草まで収穫した場合でも、番草間の乾物、細胞壁物質(CW)、CCの消化率、DE摂取量ともに変動が大きく、多回刈りを行っても高カロリーの牧草を安定的に収穫することは困難であった。

9. 牧草の蛋白質含有率を乾物中13%、TDN含有率を乾物中65%およびめん羊のDE摂取量を $200\text{kcal}/\text{kg}^{0.75}$ と、それぞれ設定した基準値を充足させるための刈取りスケジュールを提示した。しかし、春から秋までこの三つの条件を全て満たす刈取りスケジュールの設定は困難なことが分かった。

夏の再生草では高エネルギーの牧草の収穫は困難であるが、高蛋白質の牧草の収穫は可能であった。生育季節による牧草の飼料としての質的な違いを考慮した年間の利用を行うことが重要なことを明らかにした。

10. 各草種の生育時期の違いによる可消化乾物含量の差は、牧草中の不消化CW含有率の多少によるもので、この含有率で可消化乾物含量の変動の90%が説明できた。

オーチャードグラスおよびアルファルファともに自由採食量とCW排泄量の間には強い相関がなく、牧草の生育時期が変わって自由採食量に変化しても1日当たりのCW排泄量は、それは、 $13, 17\text{g}/\text{kg}^{0.75}$ とほぼ一定していた。この量を牧草中の不消化CW含有率で除すと自由採食量に近似した。

両草種ともに生育時期が変わっても1日当たりのCW摂取量は $32\text{g}/\text{kg}^{0.75}$ 前後でほぼ一定

していた。1日当たり $32\text{ g/kg}^{0.75}$ 前後のCW摂取量になるまで、めん羊は牧草を摂取することが可能で、CW含有率の低い牧草ほど自由採食量は多くなった。

このように牧草中の不消化CWは消化率や自由採食量を規制する最も重要な成分であることを明らかにした。

11. オーチャードグラス、アルファルファともに夏の再生草で可消化CCのエネルギー含量が低下し、DE含量に対して可消化CWの相対重要度が高くなった。また、これら草種について、自由採食量が変わっても乾物排泄量はほぼ一定し、乾物排泄量の平均はオーチャードグラス22.3、アルファルファ $29.8\text{ g/kg}^{0.75}$ であった。この値を用い自由採食量(VI:  $\text{g/kg}^{0.75}$ )からDE摂取量( DEI:  $\text{kcal/kg}^{0.75}$ )が高い精度で推定できる簡単な式を以下に示した。

$$\text{オーチャードグラス: DEI} = 4.31 \times (\text{VI} - 22.3)$$

$$\text{アルファルファ: DEI} = 4.45 \times (\text{VI} - 29.8)$$

12. 以上の結果より、牧草を飼料として栽培利用する際には、年間を通じての利用計画作成の留意点として、草地の肥培管理や利用方式とともに、牧草の生育季節毎の可消化養分の変動やこれともなう、採食特性の変化が重要であることを明らかにした。

## 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35、図24、引用文献150、総ページ117の和文論文であり、7章に分けて論述されている。

北海道の土地利用型の酪農や肉牛経営の安定には、牧草を主体とした自給飼料の高度に利用した飼養技術に負うところが大きい。牧草の品種改良や栽培調製利用技術の改善には、これまで多くの研究が行われてきたが、牧草自体の消化や採食特性は、その生育の行進に伴う変化が多様なことから、これまで十分な研究がなされていない。

そこで北海道で栽培利用されている主要な牧草であるオーチャードグラス、チモシー、ペレニアルライグラス、アルファルファ、アカクローバおよびシロクローバの6草種について、10か年

間で合計212点の牧草を、慣行の消化試験方法とは異なり、延べ1266頭のみん羊に自由採食させた消化試験を行い、生育時期別の消化率および採食量を調べた。また、これらの成績を基にデータジェント分析法による分画から栄養価や採食量の変動要因を検討し、牧草の合理的な利用技術を検索した。

1. 春の1番草では生育期別に、その後の再生草では夏から秋までの生育季節別に、また、草地の造成年からオーチャードグラスでは9年間、アルファルファでは10年間の化学成分の含有率、消化率、栄養価、推定正味エネルギー、自由採食量、栄養価指数（NVI）等を示した。

2. 春の1番草では、生育にともない、消化率、栄養価、自由採食量、可消化エネルギー（DE）摂取量が低下するが、その低下の速度には草種間に大きな違いがなかった。

3. 夏期間に再生する牧草では、粗蛋白質以外の成分の消化率および可消化養分総量（TDN）、DE含量が低く、TDN65%以上の牧草の収穫は困難であった。

アルファルファの2番草の自由採食量の低下速度は年間で最も速かった。

4. 秋の再生草は細胞内容物（CC）含有率が高く、その消化率、可消化含量も高く、他の成分の消化率も高く、栄養価が優れていた。また、それらの低下の速度は年間で最も遅かった。

5. 生育季節で見ると、イネ科牧草、マメ科牧草ともに、TDN および DE 含量は春から夏にかけて低下し、秋には高くなる凹型の変化をした。

6. オーチャードグラスおよびアルファルファの草地を経年的に調べたが、9から10年を経ても、生産された牧草の栄養価や自由採食量には変化が少なかった。

7. オーチャードグラスで年間3、4、5、6、7回刈取りでTDN収量を乾物収量で除して求めた乾物中TDN含有率は、それぞれ、57、59、63、64、64%で、また、同様にして求めた乾物中DCP含有率は、それぞれ、8、7、10、13、14%であった。

アルファルファで年間3、4回刈取った場合は、同様にTDN含有率は、58、62%、DCP含有率は15、18%であった。

8. オーチャードグラス、ペレニアルライグラスで年間7番草まで収穫した場合でも、番草間の乾物、細胞壁物質（CW）、CCの消化率、DE摂取量ともに変動が大きく、多回刈りを行っても高カロリーの牧草を安定的に収穫することは困難であった。

9. 牧草の蛋白質含有率乾物中13%、TDN含有率乾物中65%およびみん羊のDE摂取量200 kcal/kg<sup>0.75</sup>の、それぞれ、設定した基準値を充足させるための刈取りスケジュールを提示した。

10. 各草種の生育時期の違いによる可消化乾物含量の差は、牧草中の不消化CW含有率の多少によるもので、この含有率で可消化乾物含量の変動の90%が説明できた。

11. 自由採食量 (VI : g/kg<sup>0.75</sup>) から DE 摂取量 (DEI : kcal/kg<sup>0.75</sup>) が高い精度で推定できる簡単な式を以下に示した。

オーチャードグラス : DEI = 4.31 × (VI - 22.3)

アルファルファ : DEI = 4.45 × (VI - 29.8)

以上のように、本研究は、わが国における主要な寒地型牧草について、生育期間を通して草地の利用実態に則した各生育季節毎の可消化養分含量や採食特性の推移とこれらの相互関係を究明したもので学術的に高く評価される。本研究での成果は、牧草の栽培期間を通して、飼料としての効率的な利用を計る上で有益な情報を提示したものであり、実用面においても裨益するところが大きい。

よって審査員一同は、別に実施した学力確認の成績と合わせて、石栗敏機は農学博士の学位を受ける資格十分なものとして判定した。