

# 学位論文要旨

氏名

新美 光弘

題目

暖地型牧草サイレージの発酵と飼料価値に関する研究  
(Fermentation and feeding value of silage made from tropical grasses)

熱帯・亜熱帯原産の暖地型牧草は、我国の西南暖地でも栽培され、生草や乾草の他サイレージとしても利用されている。しかしながらサイレージの研究は主として寒地型牧草で進められてきたので、暖地型牧草サイレージに関する情報は少ない。そこで本研究では、暖地型牧草サイレージの飼料的特性を調査するとともに、暖地型牧草サイレージに特徴的に見られる「酢酸型サイレージ」が調製される条件について検討を加えた。

1.刈取直後のギニアグラスをドラム缶サイロでサイレージ調製したところ、pH が高く、乳酸含量が低く、酢酸含量が高い「酢酸型サイレージ」となり、従来の「発酵品質」評価法では劣質と判定された。このサイレージの黒毛和種繁殖牛による飼料効率はイタリアンライグラス乾草と比べて低かったが、維持に要する養分量をはるかに超える採食性(TDN 充足率 171%)を示した。2. ギニアグラスおよびローズグラスを、水分含量 70, 60, 50 および 40% に予乾してロールバールサイレージを調製したところ、水分が 70%のサイレージが「酢酸型サイレージ」となった。酢酸、酪酸および VBN(アンモニア)は低水分のサイレージほど低かった。逆に、乳酸は低水分のサイレージほど高い傾向を示し、寒地型牧草のサイレージ発酵における乳酸生成の様相とは異なっていた。黒毛和種繁殖牛による乾物摂取量は水分の違いによる差はなく、維持における乾物充足率が 100%を超えた。飼料効率は低水分のサイレージほど高くなる傾向を示した。3. 刈取直後のギニアグラスを実験室規模サイロに詰込み、発酵の過程について検討した。pH は高い値で推移した。乳酸は詰込み直後に増加したがその後消失した。酢酸、酪酸および VBN は増加し続けた。発酵に伴う材料草中のヘミセルロースの消失量は TNC(可溶性糖)のそれを上回った。以上から、暖地型牧草サイレージの酢酸生成にヘミセルロースの分解が関与することが伺われた。4. 水分含量がギニアグラスサイレージの発酵に及ぼす影響を実験室規模サイロで検討した。高水分の材料草を予乾すると、酢酸、酪酸および VBN は減少したが、乳酸は増加した。従って材料草の高水分が「酢酸型サイレージ」調製の 1 つの条件であると考えられた。5. ギニアグラスにヘミセルロース構成糖を添加し、サイレージ発酵に及ぼす影響を検討した。酢酸、酪酸および VBN 生成に対する糖添加の影響は見られなかった。乳酸は、単糖の添加により詰込み直後に増加し、その後減少したが、多糖の添加は影響がなかった。乾物およびヘミセルロースの消失に対する糖添加の影響は見られなかった。6. ギニアグラス、ローズグラス、ヒエおよびスーダングラスにグルコースを段階的に添加し発酵に及ぼす影響を検討した。添加量の増加に伴い、概ね、pH は低下し、乳酸は増加し、酢酸、酪酸および VBN は減少したが、草種により添加効果が異なった。

以上本研究では、暖地型牧草サイレージの飼料的特性のいくつかを明らかにした。特に暖地型牧草から特徴的に調製される「酢酸型サイレージ」は、材料草の水分含量が高く、かつ、TNC 含量が低い場合に調製され、「発酵品質」は劣ると評価されるものの高い採食性を示し、黒毛和種繁殖牛の基礎飼料として十分な飼料価値を有することを明らかにした。

## 学位論文要旨

氏名	Mitsuhiro Niimi
題目	<b>Fermentation and feeding value of silage made from tropical grasses</b> (暖地型牧草サイレージの発酵と飼料価値に関する研究)
<p>In south-western warm regions of Japan, some tropical grasses are cultivated to utilize for not only as green fodder and hay but also as silage. Many experimental results of ensiling temperate grasses have been published by many researchers, but there is little paper on the silage made from tropical grasses. The objective of this study was undertaken to investigate the fermentation characteristics and feeding value of silage made from tropical grasses with special reference to the "acetic acid silage".</p> <p>1. Guineagrass was ensiled into drums to estimate the DMI (Dry Matter Intake) and feed efficiency by breeding Japanese Black cattle. The resultant silage was "acetic acid silage" with high pH and low lactic acid content. Both Flieg score and V-score of the silage were low. DMI was higher but feed efficiency was lower compared to Italian ryegrass hay. DMI/DM requirement was more than 100%. 2. Guineagrass and rhodesgrass were wilted to be 70%, 60%, 50% and 40% moisture contents and were ensiled into round bales. "Acetic acid silage" was made from 70% moisture materials. With the advance of wilting, lactic acid content increased up to 50% moisture content and then decreased. VFA and VBN content decreased with the decreasing of moisture content. There were not significant differences in the DMI and feed efficiency of silages under various moisture contents, but feed efficiency tended to be higher value with the decreasing moisture content. In all the silages, DMI/DM requirement was more than 100%. 3. Guineagrass was ensiled into a laboratory bag silos for the investigation of degradation of materials and production of fermentative components during ensiling. The pH of silages were about 5 during ensiling period. In the initial stage of ensiling, lactic acid increased, but at the end it was disappeared. Acetic acid, butyric acid and VBN were increased during ensiling period. Disappearance of hemicellulose with silage fermentation was higher than that of TNC (Total Non-structural Carbohydrate). It is suggested that hemicellulose plays an important role in acetic acid fermentation. 4. Guineagrass with wilting for 6 hours was ensiled into laboratory bag silos. Acetic acid, butyric acid and VBN decreased and lactic acid increased by the wilting. These results indicated that high moisture content may be one of the reasons that why "acetic acid silage" is made from tropical grasses. 5. Guineagrass was ensiled into laboratory bag silos with or without additives of saccharides derived from hemicellulose. There were no effects of additives on the silage fermentation. 6. Guineagrass, rhodesgrass, Japanese millet and sudangrass were ensiled into laboratory bag silos with glucose on 1%, 2%, 3% and 5% of fresh weight. pH, acetic acid, butyric acid and VBN decreased and lactic acid increased with the increasing of glucose. However, these effects varied with the grass species.</p> <p>The results of this study indicated that, "acetic acid silage" was made from the tropical grasses with high moisture and low TNC content. Although the silage was evaluated as low fermentation quality silage, the silage had the feeding value to utilize as basal diet for breeding cattle.</p>	

## 学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	新 美 光 弘
審査委員	主 査 宮崎 大学 教授 川村 修
	副 査 琉球 大学 教授 川本 康博
	副 査 鹿児島大学 教授 中西 良孝
	副 査 佐賀 大学 教授 尾野 喜孝
	副 査 宮崎 大学 教授 福山 喜一
審査協力者	
題 目	暖地型牧草サイレージの発酵と飼料価値に関する研究 (Fermentation and feeding value of silage made from tropical grasses)
<p>畜産物の世界的な需要は、発展途上国による消費増加予測等によって、継続的に拡大傾向にあり (FAO)、また、地球の温暖化はますます確実性の高いものになっている (IPCC)。これらのことから、熱帯・亜熱帯を原産地とする暖地型牧草の栽培・利用は今後益々重要になると予想される。暖地型牧草の貯蔵利用は、近年のロールベール体系の普及により、今後サイレージとしての利用が増加すると考えられるが、従来、サイレージに関する研究は主に寒地型牧草で進められてきたので、暖地型牧草サイレージに関する情報は比較的少なく、特に家畜による利用性についての研究は極めて少ない。そこで本研究では、暖地型牧草から調製されるサイレージの飼料的特性について、発酵性状と家畜による利用性の点から検討し以下のような結果を得た。</p> <p>まず、刈取直後のギニアグラスをドラム缶サイロでサイレージ調製したところ、pH が高く、乳酸含量が低く、酢酸含量が高い、いわゆる「酢酸型サイレージ」となり、従来の「発酵品質」評価法では劣質と判定された。このサイレージの黒毛和種繁殖牛による飼料効率はイタリアンライグラス乾草と比べて低かったが、維持に要する養分量をはるかに超える採食性 (TDN 充足率 171%) を示した。</p> <p>次に、ギニアグラスとローズグラスを、水分含量 70, 60, 50 および 40% に予乾</p>	

してロールベールサイレージを調製したところ、水分70%のサイレージが「酢酸型サイレージ」となった。酢酸、酪酸およびVBN(アンモニア)は低水分のサイレージほど低かった。逆に、乳酸は低水分のサイレージほど高い傾向を示し、寒地型牧草のサイレージ発酵における乳酸生成の様相とは異なっていた。黒毛和種繁殖牛による乾物摂取量は水分の違いによる差はなく、維持における乾物充足率が100%を超えた。飼料効率は低水分のサイレージほど高くなる傾向を示した。

以上の結果を詳細に検討すべく、刈取直後のギニアグラスを実験室規模バッグサイロに詰込み、発酵の過程について調査した。その結果、pHは高い値で推移し、乳酸は詰込み直後に増加したが、その後消失した。酢酸、酪酸およびVBNは増加し続けた。発酵に伴う材料草中のヘミセルロースの約40%が消失し、その量はTNC(可溶性糖)の消失量を上回った。以上から、暖地型牧草サイレージの酢酸生成にヘミセルロースの分解が関与することが伺われた。次いで、水分含量がギニアグラスサイレージの発酵に及ぼす影響を実験室規模バッグサイロで検討した。高水分の材料草を予乾すると、酢酸、酪酸およびVBNは減少したが、乳酸は増加した。従って材料草の高水分が「酢酸型サイレージ」調製の1つの条件であると考えられた。また、ギニアグラスにヘミセルロース構成糖を単糖および多糖の形で添加し、サイレージ発酵に及ぼす影響を検討したところ、乳酸、酢酸、酪酸およびVBN生成に対する糖添加の影響はほとんど認められなかった。材料草中の乾物およびヘミセルロースの消失に対する糖添加の影響もほとんど見られなかった。したがって、添加したヘミセルロースと材料草中のヘミセルロースは異なった発酵を受けるものと推察した。更に、ギニアグラス、ローズグラス、ヒエおよびスーダングラスにグルコースを段階的に添加し発酵に及ぼす影響を検討した。添加量の増加に伴い、概ね、pHは低下し、乳酸は増加し、酢酸、酪酸およびVBNは減少したが、草種により添加効果が異なった。

以上のように本研究では、暖地型牧草サイレージの飼料的特性のいくつかが明らかにされた。特に暖地型牧草から特徴的に調製される「酢酸型サイレージ」は、材料草の水分含量が高いとき、または、TNC含量が低い場合に調製され、従来の「発酵品質」評価法では劣質と評価されるものの実際には高い採食性を示し、黒毛和種繁殖牛の基礎飼料として十分な飼料価値を有することを明らかにした。これらの成果は、暖地型牧草サイレージの調製や給与に重要かつ有用な情報を提供するものであり、審査員一同は、本論文が学位論文として十分な価値を有するものと判断した。

学力確認結果の要旨	
氏名	新美 光弘
審査委員	主査 宮崎 大学 教授 川村 修
	副査 琉球 大学 教授 川本 康博
	副査 鹿児島大学 教授 中西 良孝
	副査 佐賀 大学 教授 尾野 喜孝
	副査 宮崎 大学 教授 福山 喜一
審査協力者	
実施年月日	平成 18 年 1 月 29 日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと) <span style="float: right;">(口頭)・(筆答)</span>	
<p>主査および副査の5名は、平成18年1月29日の公開審査会において、学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>また、筆記により、外国語（英語）の学力を確認した。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は、申請者が大学院博士課程修了者と同等以上の学力ならびに識見を有するものと認め、博士（農学）の学位を与えるに十分な資格を有するものと認めた。</p>	

学位申請者 氏 名	新美 光弘
<p>主な質疑応答：</p> <p>〔質問 1〕 ギニアグラスとローズグラスで、糖を添加しても「乳酸型サイレージ」にならないのはなぜか。付着乳酸菌の種類と菌数に原因があるのではないか。</p> <p>〔回答 1〕 糖の添加量がかなり多いので、当初の予定では「乳酸型サイレージ」になると想定したが、そうはならず詳細な原因は分からない。本論文には記載していないが、付着乳酸菌を添加した実験は行っている。しかし「乳酸型サイレージ」にはなっていない。糖の添加と付着乳酸菌の相互作用があるのかも知れない。</p> <p>〔質問 2〕 繁殖雌牛を使用しているにも関わらず、増体を見ているのはなぜか。</p> <p>〔回答 2〕 増体を直接対象にしているわけではないが、採食量試験の間に体重が減少していないことを確認しているために体重測定を行なった。その際体重増加が見られたので増体について触れた。ただしこの体重増加は、試験期間が短い中での結果なので、今後長期の試験を行って検討を加えることを考えている。</p> <p>〔質問 3〕 暖地型牧草サイレージの TDN 含量が高く採食量が多いにもかかわらず生産効率(飼料効率)が悪いのはなぜか。</p> <p>〔回答 3〕 詳細は不明であるが、TDN が同じ場合でも、代謝効率が悪いことが影響していると考えられる。</p> <p>〔質問 4〕 対照飼料としてあまり質の良くないイタリアンライグラスの乾草を供試しているがなぜか。また、サイレージの採食性を見るためにはイタリアンライグラスの乾草よりもサイレージを使うべきではなかったか。</p> <p>〔回答 4〕 一般の繁殖牛飼養農家でごく普通に使用されているということと、試験地(学部附属牧場)で調製され試験牛にも使用されているということから、対照飼料として牧場産のイタリアンライグラスの乾草を供試した。乾草の品質については、別の試験で十分把握しており、低品質の原因もわかっている。</p> <p>〔質問 5〕 水分含量が低いと飼料効率が上がっているのはなぜか。</p> <p>〔回答 5〕 飼料成分がサイレージ発酵に伴い低分子化され、吸収後の代謝・蓄積効率が低下することがある。低水分の場合、発酵が高水分の場合より進まないの、結果としてサイレージの飼料効率が上がったのではないかと考えられる。</p>	

〔質問6〕サイレージを調製するために低水分化を図っているが、短時間で水分を飛ばすために水分調整剤の使用は検討しているのか。

〔回答6〕暖地型牧草の場合、刈取時期の気温や日照条件が予乾に適しているので、天候の判断を適切にすれば、圃場での予乾だけで十分だと考える。

〔質問7〕増体を評価するのであれば、繁殖牛より育成牛を使った方が良いのではないか。

〔回答7〕充足率が100%以上で、体重減少の危険性も少ないと予測されるので、今後の実験として検討したいと考える。