

# ギニアグラス新品種候補「琉球1号」のサイレージ発酵品質に及ぼす乳酸菌製剤「畜草1号」の添加効果

蝦名真澄 蔡義民\* 當眞嗣平 幸喜香織  
守川信夫

## I 要 約

ギニアグラス新品種候補琉球1号はナツユタカより消化性および採種性に優れ、ガットンより収量性が高いことから選抜された系統である<sup>1)</sup>。利用面での特性として収量性が高く採草利用されることの多いギニアグラスでは良質なサイレージの調製と貯蔵が重要であると考えられる。本研究では、近年イネ発酵飼料用に開発された乳酸菌製剤畜草1号 (*Lactobacillus plantarum* Chikuso-1)<sup>2, 3)</sup>を用いて、ギニアグラスのサイレージの発酵品質の改善効果を検討した。ギニアグラス新品種候補系統琉球1号、ガットンおよびナツユタカを供試し、刈り取り直後に乳酸菌製剤畜草1号を0.1%添加して小規模サイレージ発酵試験法(パウチ法)でサイレージを調製して発酵品質を分析したところ、結果は以下のとおりであった。

1. 各品種のサイレージ pH は畜草1号の添加によって有意( $P < 0.01$ )に低下した。
2. 畜草1号を添加しないサイレージでは乳酸はほとんど蓄積しないのに対して、畜草1号の添加によって有意( $P < 0.05$ )に増加した。
3. 酪酸およびアンモニア態窒素の含量は畜草1号の添加によって有意( $P < 0.01$ )に減少した。
4. サイレージ発酵における微生物菌叢については、畜草1号の添加によって乳酸菌は増加し、大腸菌類は検出限界以下に減少した。
5. 品種と畜草1号の添加の交互作用は認められず、用いた全ての品種で畜草1号のサイレージ発酵品質に対する高い添加効果が認められた。

以上のことから、畜草1号を0.1%添加することによって、暖地におけるギニアグラスのサイレージ発酵品質は改善されると考えられた。

## II 結 言

ギニアグラスは沖縄県ではローズグラス(2445ha, 44.3%)に次いで普及(1115ha, 20.2%)している主要牧草である<sup>4)</sup>。耐干性などの環境適応性に優れ、安定した高い収量が期待でき、種子で草地を造成できることからギニアグラスの利用が広まってきた<sup>5)</sup>。しかし、ローズグラスなどに比べてサイレージ発酵品質が低質であることなどが指摘され、付着乳酸菌をあらかじめ予備培養した発酵液を添加する方法や予乾処理を十分に行う方法、乳酸菌発酵を促進するため糖蜜を添加する方法およびそれらの処理を組み合わせる方法などが検討されている<sup>6, 7)</sup>。しかし、さまざまな方法が検討されているにもかかわらず、ギニアグラスのサイレージ発酵品質に大きな改善は認められない。これは、材料草に付着する乳酸菌の発酵能力が不十分であることが原因の一つとして考えられる。畜草1号はイネ発酵粗飼料用に開発された、乳酸発酵能力が優れるホモ発酵型乳酸菌であり<sup>2, 3)</sup>、サイレージの乳酸発酵が円滑に進まない性質のある稲わら等においても、高品質なサイレージの調製効果が実証されている<sup>2, 3)</sup>。そのため、暖地型牧草ギニアグラスのサイレージ発酵においても高い発酵能力を発揮する可能性が高いと考えられた。そこで、ギニアグラス新品種候補琉球1号、品種ガットンおよびナツユタカを材料草とし、畜草1号を添加したサイレージの発酵品質を検討した。

## III 材料および方法

### 1. 材料草

材料草はギニアグラス品種候補系統琉球1号、品種ガットンおよびナツユタカの2品種1系統を用いた。供試した材料は、平成14年6月より16株を移植し栽培を開始した利用3年目の2m四方の小型模擬

草地から収穫した。刈り取りは平成16年11月10日の5番草(再生50日目)の出穂揃い期に行ない、刈り取り直後の材料草を約1cm間隔に細断して以後の実験に用いた。

材料草の一般飼料成分は、上記の材料草を70℃にて48時間乾燥処理し、常法<sup>8)</sup>にて分析した。

## 2. サイレージ調製

サイレージ調製は無予乾にて、材料草の400gをプラスチックフィルム(パウチ)に入れ<sup>9)</sup>、無添加および畜草1号0.1%添加の処理を行ない、吸引脱気した後、密封して行なった。これらを27℃の恒温槽にて30日保存後、開封してサイレージ発酵の分析に供試した。

畜草1号(雪印種苗製)は市販の乾燥粉末状の製剤を用いた。

## 3. 化学分析

化学分析は蔡ら<sup>2)</sup>の方法に従い行なった。水分含量は加熱乾燥法<sup>10)</sup>、pHはガラス電極法、アンモニア態窒素は水蒸気蒸留法および有機酸組成は高速液体クロマトグラフ法によりそれぞれ測定した。

## 4. 菌体数の確認

菌体数は化学分析同様に蔡ら<sup>2)</sup>の方法に従い行なった。乳酸菌はLactobacilli MRS寒天培地(DIFCO Laboratories)を使用して<sup>11)</sup>、嫌気培養装置(ANX-1, ヒラサワ株式会社, 東京)により37℃で2日間培養した。好気性細菌と大腸菌は普通寒天培地(日水製薬株式会社製)を使用して<sup>12)</sup>、30℃で2日間培養した。糸状菌と酵母は、10%酒石酸を加えてpHを3.5に調製したポテト・デキストロース寒天培地(日水製薬株式会社製)を用いて<sup>12)</sup>30℃で2日間培養した。なお、各微生物の菌数は新鮮試料1g当たりのコロニー形成数(cfu/g)で表示した。

# IV 結 果

畜草1号を添加した場合と添加しない場合の材料草のサイレージ発酵品質および微生物菌種構成を表1に示す。pHは、用いた2品種1系統でどの場合も無添加サイレージに比べて畜草1号の添加効果によって有意に低下した。無添加の場合はpH5.27~5.43の範囲であったが、畜草1号の添加により、pH4.38~4.51となり、ナツユタカサイレージで最も低いpH4.38となった。また、無添加サイレージ中の乳酸の含量は現物中0.00~0.02%(FM)の範囲となり、ほとんど乳酸が認められなかったのに対して、畜草1号を添加することにより、0.25~0.56%FMと全ての材料草で有意に高くなった。乳酸の含量は畜草1号添加のナツユタカサイレージで最も高く、0.56%FMであった。また、酢酸含量およびプロピオン酸含量は畜草1号の添加で琉球1号およびナツユタカサイレージで有意に減少した。さらに、酪酸含量およびアンモニア態窒素の含量はどの材料草を用いたサイレージでも畜草1号の添加によって有意に減少した。

微生物の菌種構成では、畜草1号の添加により、どの材料草を用いたサイレージでも乳酸菌が顕著に増加し、琉球1号サイレージで最も多くの乳酸菌が認められた。好気性菌は無添加のナツユタカサイレ

表1 30日間貯蔵したサイレージの発酵品質と微生物の構成

材料草 処理	琉球1号		ナツユタカ		ガットン	
	無添加	添加	無添加	添加	無添加	添加
発酵品質						
pH	5.37 <sup>B</sup>	4.51 <sup>A</sup>	5.27 <sup>B</sup>	4.38 <sup>A</sup>	5.43 <sup>B</sup>	4.49 <sup>A</sup>
乳酸(%FM)	0.02 <sup>b</sup>	0.25 <sup>a</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.56 <sup>A</sup>	0.02 <sup>B</sup>	0.38 <sup>A</sup>
酢酸(%FM)	0.53 <sup>b</sup>	0.33 <sup>a</sup>	0.42 <sup>B</sup>	0.14 <sup>A</sup>	0.25	0.20
プロピオン酸(%FM)	0.18 <sup>B</sup>	0.06 <sup>A</sup>	0.06 <sup>B</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.06	0.01
酪酸(%FM)	0.39 <sup>B</sup>	0.21 <sup>A</sup>	0.38 <sup>B</sup>	0.12 <sup>A</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.12 <sup>a</sup>
アンモニア態窒素(%FM)	0.78 <sup>B</sup>	0.41 <sup>A</sup>	0.53 <sup>B</sup>	0.26 <sup>A</sup>	0.49 <sup>B</sup>	0.28 <sup>A</sup>
微生物の菌種構成						
乳酸菌	4.83	7.04	5.43	6.29	4.61	6.99
酵母	N.D.	N.D.	6.70	N.D.	N.D.	N.D.
好気性菌	4.00	3.15	6.45	2.88	4.04	4.98
大腸菌類	3.04	N.D.	3.48	N.D.	3.95	N.D.
桿菌類	3.53	3.45	2.49	4.20	2.60	1.48

注) 同品種内で同行の異符号間に有意差あり(大文字 P<0.01, 小文字 P<0.05)。

添加: 畜草1号を材料草の生草重に対して0.1%で添加。

FM: 現物(fresh matter)

微生物の構成: log<sub>10</sub>(cfu/gFM)で表示。cfuはコロニー数, colony-forming unit。

N.D.: 検出されず, not detected。

ージで最も高い値を示し、畜草1号を添加した琉球1号とナツユタカサイレージで添加効果が認められ、減少した。また、畜草1号を添加したサイレージでは大腸菌類は検出されなかった。

表2にサイレージ発酵品質の分散分析表を示す。pH、酢酸、プロピオン酸、酪酸およびアンモニア態窒素の含量で品種間の差異が認められた。畜草1号の添加効果は全ての項目において有意に認められ、品種と添加による交互作用は全てにおいて認められなかった。サイレージ発酵品質の品種間差異では、琉球1号サイレージが畜草1号の無添加区でプロピオン酸、酪酸およびアンモニア態窒素の含量が他の2品種に比べ高い傾向が認められた。また、畜草1号の添加区においても琉球1号サイレージでは、酢酸および酪酸の含量が他の2品種に比べ高い傾向が認められた。

表2 サイレージ発酵品質の分散分析表

要因	自由度	pH	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	アンモニア態窒素
品種	2	*	ns	*	**	**	**
添加	1	**	**	**	**	**	**
品種×添加	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注) \*\*: P<0.01, \*: P<0.05, ns: 有意差なし

材料草の成分を表3に示す。琉球1号はナツユタカおよびガットンに比べ粗灰分、粗タンパクが高く、また、ナツユタカに比べ、粗脂肪、Oaが高い傾向が認められた。また、琉球1号はナツユタカに比べADF、NDF、OCW、Obが低くガットン並で、OCCについてはガットンより低くナツユタカ並みであった。また、琉球1号は水分含量が最も高く、乾物率が低い傾向があった。

表3 材料草の成分

材料草	琉球1号	ナツユタカ	ガットン
粗灰分	9.91	8.67	8.92
粗脂肪	1.84	1.73	2.43
粗タンパク	11.33	8.75	10.33
ADF	41.49	42.33	39.94
NDF	70.54	73.14	70.05
OCW	70.90	72.23	69.46
OCC	19.20	19.10	21.61
Ob	59.77	62.09	57.79
Oa	11.13	10.14	11.68
水分含量	73.5	70.8	71.9

注) 水分含量を除き単位は%DM(乾物あたり%), 水分含量は%FM

ADF: 酸性デタージェント繊維, NDF: 中性デタージェント繊維, OCW: 細胞壁物質, OCC: 細胞内容物, Ob: 低消化性繊維, Oa: 高消化性繊維

## V 考 察

ギニアグラス新品種候補の琉球1号は収量性、消化性および採種性が優れた系統として選抜された<sup>1)</sup>。県内ではギニアグラスは永年生の採草用として利用されており、高い収量が得られることからサイレージ調製用としても広く栽培されている<sup>4)</sup>。育種選抜の初期段階でサイレージ調製の適性を検討することは極めて困難であるが、新品種候補系統となった場合には利用面を考慮して、サイレージ調製適性を調査することは重要であると考えられる。そのため、県内で広く利用され、代表的な品種であるナツユタカおよびガットンとともにサイレージ発酵品質を調査した。

サイレージ発酵品質の品種間差異では、琉球1号サイレージが畜草1号の無添加区でプロピオン酸、酪酸およびアンモニア態窒素の含量が高い傾向が認められ、また、畜草1号の添加区においても酢酸および酪酸の含量が高い傾向が認められた。これは、琉球1号の材料草がナツユタカおよびガットンと比較して水分含量が若干多くなっている<sup>1)</sup>ことや、飼料成分の相違が原因であると考えられる。いっぽう、どの材料草を用いた場合にも、畜草1号を添加することによるpHの低下、酢酸、プロピオン酸、酪酸およびアンモニア態窒素の蓄積の減少、および乳酸の蓄積の増加が認められた。また、品種と畜草1号添加の交互作用が認められなかった。したがって、琉球1号サイレージではナツユタカおよびガットンと同様に畜草1号の添加によるサイレージ発酵品質の改善が認められたと考えられる。また、畜草1号の添加による乳酸菌の増加は他の2品種と比較して琉球1号で最も顕著であった。以上のことから、ギニアグラス新品種候補琉球1号は畜草1号を加えない従来のサイレージ調製ではプロピオン酸、酪酸、ア

ンモニア態窒素の含量が高い傾向が認められるものの、畜草1号の添加効果によりpHの低下と乳酸の蓄積が認められ、また、酢酸、プロピオン酸、酪酸、アンモニア態窒素の蓄積は減少し、サイレージ発酵品質に改善が認められることが明らかとなった。

畜草1号の添加効果は用いたギニアグラス2品種1系統でpHの低下、乳酸の蓄積の増加、乳酸以外の有機酸の蓄積の減少、アンモニア態窒素の蓄積の減少、乳酸菌の増加および大腸菌類の減少として顕著に観察された。これらは、畜草1号により良質なサイレージ発酵が進行していることを示していると考えられる。特に、pHの低下と乳酸の蓄積はサイレージの保存性を高める効果が期待でき、畜草1号のギニアグラスサイレージ発酵品質の向上に対する添加効果が認められたと考えられる。暖地型牧草のサイレージ調製の際に、付着乳酸菌をあらかじめ予備培養した発酵液を添加する方法では、予乾処理が不可欠である<sup>6)</sup>。さらにギニアグラスでは予乾処理に加えても付着乳酸菌のみではpHの低下および乳酸の蓄積の増加は認められず、pHは5.45で乳酸の含量は0.38%FMであった<sup>6)</sup>。また、予乾処理および付着乳酸菌発酵液を加える処理に、さらに糖蜜を添加した場合にpHは4.7で乳酸の含量が0.35%FMとなっている<sup>7)</sup>。これらの処理と畜草1号のみの添加でほぼ同様な効果を得ていると考えられるため、ギニアグラスを材料草とするサイレージ調製では畜草1号の添加が最も適した方法であると考えられる。今回用いたような高水分の材料草で畜草1号のみの添加でサイレージ発酵品質に対する改善効果が表れたことは、利用面での応用に期待できると考えられる。

また、蔡ら<sup>2)</sup>によると飼料イネを用い、60日間の貯蔵でハマサリおよびクサホナミを材料草としたサイレージで、それぞれ1.20および0.93%FMの乳酸含量を示した。また、當眞ら<sup>6)</sup>によると、予乾処理を行い、付着乳酸菌発酵液を添加したローズグラス、パンゴラグラスおよびジャイアントスターグラスサイレージではそれぞれ、1.61、1.17および1.23%FMの乳酸含量を示していた。ギニアグラスに畜草1号を添加し30日間貯蔵した乳酸含量は増加していたものの、0.25~0.56%FMの範囲であるため十分であるとはいえない。今後さらに発酵品質の改善を図るためには糖蜜の添加やセルラーゼなどの乳酸発酵を促進する処理および畜草1号を用いた場合の予乾効果の検討が必要であると考えられる。

## VI 引用文献

- 1) 幸喜香織・蝦名真澄・稲福政史・奥村健治・伊藤康子(2004)ギニアグラス新品種育成(1)中晩生系統の生産力予備試験, 沖縄畜試研報, **42**, 未定
- 2) 蔡義民・藤田泰仁・村井勝・小川増弘・吉田宣夫・北村享・三浦俊治(2003)飼料イネサイレージ調製への乳酸菌 (*Lactobacillus plantarum* 畜草1号) の利用, 日草誌, **49**(5), 477-485
- 3) 北村享(2003)稲発酵粗飼料専用乳酸菌畜草1号の紹介, 牧草と園芸, **51**(4), 9-12
- 4) 沖縄県農林水産部畜産課(2003)おきなわの畜産, 15
- 5) 稲福政史(2003)ギニアグラスを利用した沖縄の肉用牛生産技術, 畜産技術, **579**, 32-35
- 6) 當眞嗣平・守川信夫・長利真幸・望月智代・嘉陽稔(2003)暖地型牧草付着乳酸菌発酵液添加がサイレージ発酵品質に及ぼす影響, 沖縄畜試研報, **41**, 103-107
- 7) 嘉陽稔・与古田稔・後藤正和・伊村嘉美・川本康博(2000)緑汁発酵液(FGJ)および糖蜜添加による暖地型牧草サイレージの発酵品質(3)ギニアグラスへの添加と予乾による効果, 沖縄畜試研報, **38**, 64-67
- 8) 藤田泰仁(1988)粗飼料の品質評価ガイドブック, 自給飼料品質評価研究会編, 5-15, 日本草地畜産種子協会
- 9) 田中治・大桃定洋(1995)プラスチックフィルムを用いた小規模サイレージの発酵試験法(パウチ法)の開発, 日草誌, **41**, 55-59
- 10) 蔡義民(2001)改訂粗飼料の品質評価ガイドブック, 自給飼料品質評価研究会編, 25-35, 日本草地畜産種子協会
- 11) 小崎道雄・内村泰・岡田早苗(1992)乳酸菌実験マニュアル, 34-64, 朝倉書店
- 12) 山里一英・宇田川俊一・児玉徹・森地敏樹(1986)微生物の分離法, 435-444, R and Dプランニング