

パンゴラグラス品種トランスバーラにおける サイレージ発酵品質の検討

守川信夫 与古田稔 真境名元次 眞眞嗣平

I 要 約

沖縄県奨励品種パンゴラグラス「トランスバーラ」のサイレージ発酵特性を把握するため、トランスバーラ、ジャイアントスターグラスおよびギニアグラス「ナツユタカ」の3草種を用いて春期と夏期の刈取3, 5, 7, 9週にパウチ法によるサイレージを調製し、水溶性炭水化物(WSC)含量およびサイレージ発酵品質について比較検討したところ、その結果は次のとおりであった。

1. 原料草における乾物当たりWSC含量について、春期、夏期および各刈取週を通じてトランスバーラは2.05~10.08% (平均5.64%)、ジャイアントスターグラスは1.50~8.47% (3.41%)、ナツユタカは0.79~5.07% (2.07%) の範囲にあり、春期、夏期とも平均WSC含量は、トランスバーラが最も高かった。
2. 酢酸発酵主体となりやすい暖地型牧草サイレージにあって、トランスバーラとジャイアントスターグラスは、ナツユタカに比較して乳酸割合の高いサイレージになる特徴を示した。
3. 揮発性塩基態窒素(VBN)含量の少ない順にトランスバーラ<ジャイアントスターグラス<ナツユタカとなった。

II 緒 言

トランスバーラは、乾物生産能力、栄養価に優れることから沖縄県奨励品種¹⁾として普及拡大を薦めている品種である。トランスバーラは、放牧、採草両面において利用可能な品種であるが、サイレージ発酵品質については報告が少なく、活用技術を確立するためには、その発酵の特徴を明らかにする必要がある。そこでトランスバーラと放牧利用が主体であるジャイアントスターグラス、採草利用が主体であるナツユタカを用い、それらのサイレージ発酵品質を比較検討したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験方法

サイレージ原料草は、沖縄県畜産試験場内試験圃場で栽培したトランスバーラ、ジャイアントスターグラス、ナツユタカを供試した。3草種について2002年4月10日に一斉刈りした後、3, 5, 7, 9週目に刈取り春期試料とした。続いて2002年6月30日に一斉刈りした後、3, 5, 7, 9週目に刈取り夏期試料とした。刈取週ごとに3反復設け、試料は刈取り後ただちに約1cm長に細断した。細断した試料は、攪拌し400g程度をポリエチレン袋(パウチ)に詰め込み吸引脱気した後に密封した²⁾。これを約4週間室温で保存し、サイレージ発酵品質の分析に供した。また細断した試料の一部は、非構造性炭水化物(NSC)分析に供した。なお、施肥については一斉刈り後ごとに、化成肥料(N, P₂O₅, K₂O=20, 8, 12%)をa当たりN成分で0.9kgになるよう追肥した。

2. 分析方法

原料草については、通風乾燥後1mmメッシュ通過サイズに粉碎し、アンスロン硫酸法によるWSC含量およびデンプン含量分析に供した。サイレージについては、水分含量をトルエン蒸留法、pHはガラス電極法により、VBN含量は水蒸気蒸留法、全窒素(TN)含量はケルダール法および有機酸(VFA)含量はHPLC法により測定³⁾した。

IV 結果および考察

表1に、原料草中のWSC含量、デンプン含量およびそれらを合計したNSC含量を示した。サイレージ発酵に影響するWSC含量について、春期でトランスパーラは、2.05～7.03%の範囲にあり9週で最大値を示した。ジャイアントスターグラスは、1.50～8.47%の範囲にあり7週で最大値を示した。ナツユタカは、0.82～2.28%の範囲にあり7週で最大値を示したが、トランスパーラやジャイアントスターグラスに較べると各刈取週においてWSC含量が低い傾向がみられた。夏期におけるWSC含量では、トランスパーラは、2.33～10.08%の範囲にあり刈取週が進むにつれて含量が増加し、9週で最大値を示した。ジャイアントスターグラスは、2.67～4.05%の範囲を示した。ナツユタカは、0.79～5.07%の範囲にあり9週で最大値を示した。夏期は、春期に比較してそれぞれの草種においてWSC含量が高まる傾向がみられた。春期、夏期平均WSC含量は、トランスパーラ5.64%、ジャイアントスターグラス3.41%、ナツユタカ2.07%とトランスパーラが最も高かった。良好なサイレージ発酵（乳酸発酵）に必要とされるWSC含量について、乾物当たり10%の値が示されている⁴⁾。しかし、Hattoriら⁵⁾の寒地型・暖地型のイネ科およびマメ科30草種・品種の少単糖類含量の報告では、10%を越える草種はトウモロコシ、ソルガム、ヒマワリおよびイヌムギであり、多くの草種で10%未満である。特に沖縄県で主要な栽培牧草である暖地型イネ科牧草は一般にWSC含量が低い⁶⁾と言われおり、夏期刈取7、9週のトランスパーラが10%前後のWSC含量を示したことは、極めて興味深い結果である。

表1 原料草中のWSC含量およびデンプン含量

期別	刈取週次	草種	WSC 含量 %DM	デンプン含量 %DM	NSC 含量 %DM
春期	3週	トランスパーラ	2.05 ± 0.28	0.40 ± 0.04	2.45
		ジャイアントスター	1.57 ± 0.06	0.22 ± 0.01	1.79
		ナツユタカ	0.82 ± 0.10	0.38 ± 0.02	1.20
	5週	トランスパーラ	4.24 ± 0.60	0.51 ± 0.01	4.75
		ジャイアントスター	1.65 ± 0.05	0.38 ± 0.01	2.03
		ナツユタカ	0.95 ± 0.08	0.40 ± 0.01	1.35
	7週	トランスパーラ	3.01 ± 0.52	0.17 ± 0.01	3.18
		ジャイアントスター	8.47 ± 0.71	0.22 ± 0.02	8.69
		ナツユタカ	2.28 ± 0.16	0.16 ± 0.04	2.44
	9週	トランスパーラ	7.03 ± 0.34	0.37 ± 0.02	7.40
		ジャイアントスター	1.50 ± 0.33	0.28 ± 0.02	1.78
		ナツユタカ	1.47 ± 0.11	0.28 ± 0.02	1.75
夏期	3週	トランスパーラ	2.33 ± 0.32	0.31 ± 0.05	2.64
		ジャイアントスター	2.67 ± 0.22	0.31 ± 0.03	2.98
		ナツユタカ	0.79 ± 0.16	0.33 ± 0.05	1.12
	5週	トランスパーラ	7.02 ± 0.47	0.38 ± 0.07	7.40
		ジャイアントスター	4.05 ± 0.40	0.34 ± 0.02	4.39
		ナツユタカ	1.61 ± 0.22	0.30 ± 0.03	1.91
	7週	トランスパーラ	9.32 ± 0.52	0.40 ± 0.05	9.72
		ジャイアントスター	3.99 ± 0.42	0.24 ± 0.05	4.23
		ナツユタカ	3.56 ± 0.13	0.14 ± 0.04	3.70
	9週	トランスパーラ	10.08 ± 0.19	0.41 ± 0.04	10.49
		ジャイアントスター	3.35 ± 0.27	0.25 ± 0.03	3.60
		ナツユタカ	5.07 ± 0.07	0.23 ± 0.07	5.30

デンプン含量について、春期ではトランスパーラは0.17~0.51%の範囲に、ジャイアントスターグラスは0.22~0.38%の範囲に、ナツユタカは0.16~0.40%の範囲にあった。夏期におけるデンプン含量では、トランスパーラは0.31~0.41%の範囲に、ジャイアントスターグラスは0.24~0.34%の範囲に、ナツユタカは0.14~0.33%の範囲にあった。NSC含量全体からするとデンプン含量よりもWSC含量割合の変動の影響が大きかった。

表2にサイレージ発酵品質として水分、pHおよびVFA含量を示した。pHについて春期では刈取3週の3草種、5週のトランスパーラ、ナツユタカと9週のトランスパーラ、ジャイアントスターグラスは、pH5未満を示したが、夏期はすべての草種、刈取週でpH5以上とサイレージとして高い値であった。サイレージとして安定したpHの目安⁷⁾とされるpH4.2以内であったのは、春期3、5週のトランスパーラだけであった。

VFA含量について、トランスパーラの春期3、5、9週、ジャイアントスターグラスの春期3、5、夏期3週で1%前後の乳酸含量を示した。過去沖縄県畜産試験場で実施された暖地型牧草を対象としたロールベールラップおよびパウチ法によるサイレージのVFA含量の報告⁸⁻¹³⁾で、本試験と同様な高水分条件下のサイレージ有機酸含量をみると酢酸主体の発酵事例がほとんどで、唯一ネピアグラスのロールベールラップサイレージの報告¹²⁾で乳酸含量が酢酸含量を上まわり、新鮮物中0.52%の乳酸含量が報告されている。過去の事例と単純な比較はできないものの、予乾や添加剤なしの条件下で1%前後の乳酸が産生されたことは、従来の暖地型牧草を原料としたサイレージにみられなかった特徴である。

表2 サイレージ発酵品質(水分、pH、VFA含量)

期別	刈取週	草種	水分含量		VFA含量(新鮮物中%)				
			%	pH	乳酸	酢酸	プロピオン酸	酪酸	総酸
春期	3週	トランスパーラ	83.3	4.2	0.90	0.32	NS	NS	1.22
		ジャイアントスターグラス	74.4	4.7	1.47	0.38	NS	0.01	1.87
		ナツユタカ	81.1	4.4	0.54	0.20	NS	NS	0.74
	5週	トランスパーラ	80.8	4.2	1.20	0.15	NS	0.07	1.42
		ジャイアントスター	77.3	5.0	0.82	0.13	NS	0.01	0.95
		ナツユタカ	83.1	4.7	NS	0.67	0.08	0.61	1.40
	7週	トランスパーラ	72.8	5.1	0.23	0.19	0.03	0.23	0.69
		ジャイアントスター	71.9	5.2	0.40	0.11	NS	0.08	0.59
		ナツユタカ	75.0	5.6	NS	0.28	0.06	0.22	0.56
9週	トランスパーラ	80.9	4.5	0.75	0.24	0.06	0.61	1.65	
	ジャイアントスター	75.8	4.9	0.45	0.20	0.02	0.33	0.99	
	ナツユタカ	76.4	5.5	NS	0.38	0.08	0.34	0.80	
夏期	3週	トランスパーラ	84.5	5.4	NS	0.44	0.10	0.53	1.08
		ジャイアントスター	80.4	5.4	0.95	0.24	0.02	0.12	1.33
		ナツユタカ	87.4	5.2	0.50	0.30	0.02	0.16	1.01
	5週	トランスパーラ	76.6	5.7	0.13	0.25	0.07	0.22	0.67
		ジャイアントスター	76.9	5.6	0.19	0.38	0.09	0.45	1.12
		ナツユタカ	79.3	5.2	NS	0.42	0.10	0.58	1.10
	7週	トランスパーラ	70.0	5.4	0.49	0.10	0.01	0.03	0.64
		ジャイアントスター	68.5	5.9	0.31	0.11	0.05	0.01	0.60
		ナツユタカ	72.7	5.7	0.07	0.22	0.06	0.25	0.49
	9週	トランスパーラ	70.1	5.7	0.12	0.09	0.02	0.15	0.38
		ジャイアントスター	65.1	5.7	0.21	0.11	0.02	0.10	0.43
		ナツユタカ	68.1	5.5	0.13	0.14	0.04	0.25	0.55

注) NS: 非検出を表示。

酢酸より乳酸の産生割合が高かったのは、春期ではトランスバーラとジャイアントスターグラスすべての刈取週、ナツユタカは3週において、夏期ではトランスバーラの7、9週、ジャイアントスターグラスの3、7、9週、ナツユタカの3週であった。このようにトランスバーラとジャイアントスターグラスは、酢酸よりも乳酸割合の高い発酵を示す傾向がみられた。

表3にサイレージの発酵品質として揮発性塩基態窒素 (VBN) 含量、VBN/TNおよびV2-SCOREを示した。春期、夏期通して新鮮物100g当たりのVBN含量の少ない順にトランスバーラ (48mg) < ジャイアントスターグラス (57mg) < ナツユタカ (60mg) となった。

VBN/TNについてMcDonaldら¹⁴⁾による評価法で良以上の評価を得たのは、トランスバーラの春期5、7、9週、夏期7、9週、ジャイアントスターグラスの春期5、7週、夏期7、9週で、ナツユタカでは良以上の評価を得られなかった。

V2-SCORE¹⁵⁾は、3つの要素から採点化されるサイレージ品質評価法で、ひとつはVBN含量が低いほどよいとされ満点で50点の配点がされている。ふたつ目は、酢酸とプロピオン酸の合計含量で高いほどよいとされ満点で10点の配点がされている。もうひとつは、酪酸以上の炭素数のVFA含量で低いほどよいとされ満点で40点の配点がされる。これらを合計し80点以上で良、80点~60点で可、60点以下で不可と評価するものである。このようにV2-SCOREは、VBN含量や酪酸などの不良発酵を示す要素を重視して配点しており、V2-SCOREで良の評価を得たのは、トランスバーラで春期3、5週、夏期7、9週、ジャイアントスターグラスで春期3、5、7週、夏期7、9週、ナツユタカで春3週であった。

表3 サイレージ発酵品質 (VBN, VBN/TN, V2-SCORE)

期別	刈取週	草種	VBN	VBN/TN		V2-SCORE
			新鮮物 100g当 たりmg	%	評価	
春期	3週	トランスバーラ	38	-	-	94.1
		ジャイアントスターグラス	67	-	-	84.5
		ナツユタカ	34	-	-	96.1
	5週	トランスバーラ	32	9.3	A	91.3
		ジャイアントスターグラス	69	12.7	B	85.5
		ナツユタカ	79	26.2	E	39.3
	7週	トランスバーラ	48	13.8	B	73.5
		ジャイアントスターグラス	46	11.6	A	86.1
		ナツユタカ	68	20.6	E	68.2
9週	トランスバーラ	27	13.2	B	57.3	
	ジャイアントスターグラス	71	17.1	C	64.6	
	ナツユタカ	52	25.5	E	56.7	
夏期	3週	トランスバーラ	105	27.8	E	33.7
		ジャイアントスターグラス	80	15.4	C	73.1
		ナツユタカ	69	19.8	D	70.5
	5週	トランスバーラ	64	19.1	D	69.3
		ジャイアントスターグラス	80	22.3	E	44.0
		ナツユタカ	66	20.0	D	44.8
	7週	トランスバーラ	29	7.8	A	94.9
		ジャイアントスターグラス	39	9.0	A	93.6
		ナツユタカ	52	16.1	C	70.2
	9週	トランスバーラ	42	12.4	A	82.0
		ジャイアントスターグラス	30	9.4	A	89.6
		ナツユタカ	42	15.1	C	74.3

注 1) VBN/TN の評価は、A: ≤12.5%を優、B:12.5~15.0%は良、C:15.1~17.5%は中、

D:17.5~20.0%を不良、E:20.1%≤を極不良とする評価法¹⁴⁾による。

2) VBN/TN の春期3週は、欠測値。

WSC含量については、伊村ら¹⁶⁾の試験でもトランスパーラのWSC含量が高いことを報告しており、一般的にWSC含量が低い⁶⁾とされる暖地型牧草の中でトランスパーラのWSC含量の高さは特徴的である。なおWSCおよびNSC含量については、品種、環境温度、刈取回次、生育期別、栽培条件、部位によって異なるなど変動要因^{17~21)}が多く、構成される炭水化物の種類や比率も変化する¹⁸⁾といわれている。また暖地型牧草について、特に西南暖地で栽培された試料による検討は少なく、一定の傾向を把握するためにはさらに多くの研究蓄積が必要である。

発酵品質については、従来の暖地型牧草と比較して乳酸を産生する性質があることや酪酸、VBN含量を含めた総合的な観点から、トランスパーラはサイレージ原料草として優れた草種であると評価できる。また、ジャイアントスターグラスも良好な発酵品質を示し、これまで放牧草としての利用が主体であった栄養茎繁殖タイプの牧草が、サイレージとしての活用面で新たに評価されると考えられた。

V 引用文献

- 1) 沖縄県農林水産部畜産課, 1998, 沖縄県牧草飼料作物奨励品種の特性及び栽培基準, 1
- 2) 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発酵試験法(パウチ法)の開発, 日草誌, 41(1), 55-59
- 3) 自給飼料品質評価研究会編, 2001, 粗飼料の品質評価ガイドブック, 7-18, 36-41
- 4) 増子孝義, 1999, サイレージの発酵, 内田仙二編, デーリィ・ジャパン社, サイレージ科学の進歩, 92-94
- 5) Hattori, I., Kumai, S., Bayorbor, T. B., and Fukumi, R., 1993, Fractional Analysis of Mono-, Oligo Saccharides and Lactic Buffering Capacity of Herbage Crops, *Crop production and improvement Technology in Asia*, 629-635
- 6) 高野信雄, 1984, これからの自給飼料戦略「サイレージ調製給与の理論と展開」, 36-37, 日本草地協会
- 7) 安宅一夫, 1986, サイレージ発酵の制御技術, 高野信雄・安宅一夫監修, 酪農学園出版部, サイレージバイブル, 47-48
- 8) 安谷屋兼二・池田正治, 1993, ラップサイレージの品質安定化技術(1)ラップサイレージの飼料品質(ギニアグラス出穂初期), 沖縄畜試研報, 31, 109-123
- 9) 安谷屋兼二・庄子一成, 1995, ラップサイレージの品質安定化技術(3)刈取りステージと水分がラップサイレージの飼料品質に及ぼす影響(ギニアグラスの伸張期と出穂期), 沖縄畜試研報, 33, 145-154
- 10) 嘉陽稔・長崎祐二・庄子一成, 1997, ネピアグラスラップサイレージの品質, 沖縄畜試研報, 35, 119-121
- 11) 嘉陽稔・与古田稔・国吉祥子・伊村嘉美・川本康博, 1999, 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(1)パウチ法による試験, 沖縄畜試研報, 37, 84-86
- 12) 嘉陽稔・与古田稔・国吉祥子・伊村嘉美・後藤正和・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(2)ロールペールラップサイレージへの添加効果, 沖縄畜試研報, 38, 60-63
- 13) 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
- 14) McDonald, P. and R. Whittenbury, 1973, The Ensilage Process in Chemistry and Biochemistry of Herbage. Vol. 3, *Academic Press*, London and New York, 33, 46-47
- 15) 自給飼料品質評価研究会編, 2001, 粗飼料の品質評価ガイドブック, 91-101
- 16) 伊村嘉美・本村琢・嘉陽稔・川本康博, 2001, パンゴラグラス品種トランスパーラ (*Digitaria decumbens* Steut. cv. transvalla) のサイレージ発酵品質, 沖縄畜産, 36, 35-39
- 17) 榎木茂彦・大山嘉信, 1976, 刈取回次, 生育期別のイタリアンライグラスにおける非構造的炭水化物の変化-液体クロマトグラフィーによる定量-, 日畜会報, 47(4), 205-211
- 18) 榎木茂彦・大山嘉信, 1978, 数種の暖地型牧草における非構造的炭水化物組成-液体クロマトグラフィーによる定量-, 日畜会報, 49(9), 659-664

-
- 19) 柁木茂彦・井澤弘一・大山嘉信, 1978, 環境温度がオーチャードグラス2番草の非構造的炭水化物組成に及ぼす影響, 日草誌, 24(2), 148-153
- 20) 増子孝義・小野淳史・古川信明・大谷忠, 1994, 北海道で栽培した寒地型イネ科牧草における粗蛋白質, ADFおよび可溶性糖類(WSC)含量の生育ステージ別, 刈取り回次別変化, 日草誌, 40(2), 227-229
- 21) 増子孝義・兒玉巖雄・植松斉・久保井栄・前田良之・山中良忠, 1994, 北海道で栽培した寒地型イネ科牧草における粗蛋白質, ADFおよび可溶性糖類(WSC)含量の生育ステージ別, 刈取り回次別変化, 日草誌, 40(2), 230-233
-

研究補助：平良樹史，具志堅興司