

ファジービーンおよびギニアグラスの生育にともなう化学的要因の変化がサイレージ発酵品質に及ぼす影響

伊村, 嘉美
九州大学農学部飼料学講座

下條, 雅敬
九州大学農学部飼料学講座

増田, 泰久
九州大学農学部飼料学講座

五斗, 一郎
九州大学農学部飼料学講座

<https://doi.org/10.15017/23534>

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 49 (1/2), pp.81-85, 1994-11. 九州大学農学部
バージョン：
権利関係：

ファジービーンおよびギニアグラスの生育にともなう 化学的要因の変化がサイレージ発酵品質に及ぼす影響

伊村 嘉美・下條 雅敬・増田 泰久・五斗 一郎

九州大学農学部飼料学講座

(1994年8月15日受理)

Effects of the Change in the Chemical Factor with Growth on the Quality of Silage in Phasey Bean and Guinea Grass

Yoshimi IMURA, Masataka SHIMOJO, Yasuhisa MASUDA and Ichiro GOTO

Laboratory of Forage Science and Animal Behaviour, Faculty of Agriculture,
Kyushu University, Fukuoka 812

緒 言

牧草のサイレージ調製利用に関する研究は、従来、主として寒地型草種について行われてきた。近年、海外においては、暖地型草種のサイレージ調製に関する報告も行われているが (Wilkinson, 1983a; 1983b)、我が国におけるその歴史は浅く (三秋ら, 1986; 内田・北村, 1987)、高品質の暖地型牧草サイレージ生産のためには、さらに研究の蓄積が必要と考えられる。

サイレージの発酵品質を支配する材料草の化学的要因としては、乾物率、緩衝能、発酵基質含有率、蛋白質含有率、繊維成分含有率などが挙げられている (須藤, 1971)。暖地型牧草は、寒地型牧草と比べ緩衝能が高く (Kaiser, 1984)、水溶性炭水化物含有率は低いが、繊維成分含有率の高い草種が多い (Catchpoole and Henzell, 1971)。また、そのサイレージの特徴としては、埋蔵密度が低いこと、乳酸含有率が低く酢酸含有率が高いこと、飼料価値の著しい低下などが挙げられている (Catchpoole and Henzell, 1971)。

暖地型牧草サイレージの発酵品質あるいは飼料価値を改善するためには、その低質化の原因を明確にすることが重要であると考えられる。そこで本研究においては、生育日数の異なる暖地型マメ科牧草ファジービーン (*Macroptilium lathyroides* L. Urb) および暖地型イネ科牧草ギニアグラス (*Panicum maximum* Jacq.) を材料草としてサイレージを調製し、乾物率、緩衝能、可溶性炭水化物含有率および細胞壁成分含有

率の生育段階による変動がサイレージ発酵品質に及ぼす影響について比較検討した。

材料および方法

供試草種

供試草種は、九州大学農学部実験圃場において自家採種したファジービーンと市販のギニアグラス、品種「ナツカゼ」(雪印種苗)の2種類である。両草種とも1991年5月28日に播種したものを播種後43日目(両草種とも栄養生長期)、65日目(開花始、出穂始)および79日目(開花期、出穂期)に刈取り、サイレージ材料草とした。

サイレージ調製

材料草は、刈取り後直ちに約4cmに細切し、ブンゼンバルブをつけた2リットル容ポリエチレン製広口瓶に1.0kg(新鮮物重)ずつ詰め込み、20°Cの恒温室において約100日間保蔵した後開封し分析に供した。

分析

各刈取り時における材料草の乾物率は、新鮮物重と通風乾燥器において70°Cで48時間乾燥した重量から算出した。通風乾燥後の試料は、1mmのふるいを通るように粉碎し、成分分析に供した。緩衝能は Playne and McDonald (1966)の方法により、可溶性炭水化物含有率は熱水抽出物についてアンスロン硫酸法により、細胞壁成分含有率は Van Soest and Wine (1967)の方法により、それぞれ測定した。

サイレージについては、pHはpHメーター(堀場製

作所 F13), 全窒素含有率はケルダール分解法, アンモニア態窒素含有率は水蒸気蒸留法 (大山, 1971), 乳酸, 酢酸および酪酸含有量はガスクロマトグラフィー (島津製作所 GC-6A) 法 (蔭山ら, 1973) により分析を行った。

結 果

材料草

各刈取り時におけるサイレージ材料草の乾物率, 細胞壁成分含有率, 緩衝能および可溶性炭水化物含有率は, Table 1 のとおりである。

乾物率, 細胞壁成分含有率ともに生育日数の経過にともない増加する傾向を示し, いずれの刈取り時にもギニアグラスの方が高い値を示した。ギニアグラスの細胞壁成分含有率は, 65日目および79日目には約70%に達したが, ファジービーンの細胞壁成分含有率は, 79日目においても56.28%であり, 暖地型マメ科牧草としてはかなり低い値であった。

緩衝能は生育にともない低下する傾向を示し, いず

れの刈取り時においてもギニアグラスの方が低い値を示した。

可溶性炭水化物含有率は, 両草種とも65日目最も低く79日目に最も高い値を示し, 草種間で比較すると79日目のみギニアグラスの方が高い値を示した。

サイレージ

各サイレージの pH, アンモニア態窒素含有率およびアンモニア態窒素比率は, Table 2 のとおりである。

ファジービーンは, いずれのサイレージにおいても pH は4.5以下であり, アンモニア態窒素比率は10%以下であった。一方, ギニアグラスは, 全てのサイレージで pH が4.5以上であり, アンモニア態窒素比率は15%以上となった。pH およびアンモニア態窒素比率は, 両草種とも65日目刈取り草を材料草としたサイレージで最も低かった。ファジービーンサイレージのアンモニア態窒素含有率は, 65日目刈取り草を材料草とした場合に最も低く, ギニアグラスサイレージのそれは, 材料草の生育にともない低下する傾向を示した。

Fig. 1 にそれぞれのサイレージについて乳酸, 酢酸

Table 1. Chemical composition and buffering capacity of phasey bean and guineagrass used for silage.

Species Growing period (days)	Phasey bean			Guineagrass		
	43	65	79	43	65	79
Dry matter (%)	12.21	15.86	17.70	13.21	19.47	26.61
Cell wall constituents (% DM)	43.35	52.96	56.28	56.79	69.36	69.95
Buffering capacity (m equiv./100g DM)	52.6	40.0	34.6	48.8	35.9	28.9
Soluble carbohydrate (% DM)	8.36	7.48	9.31	5.71	4.71	10.07
Total nitrogen (% DM)	3.99	2.72	2.62	2.33	1.08	0.97

Table 2. pH and ammonium nitrogen in silages.

Species Growing period (days)	Phasey bean			Guineagrass		
	43	65	79	43	65	79
pH	4.44	3.98	4.39	5.17	4.52	5.67
Ammonium nitrogen (% DM)	0.40	0.14	0.29	0.97	0.20	0.16
Ammonium nitrogen (% total nitrogen)	9.82	4.93	9.42	30.61	16.22	20.43

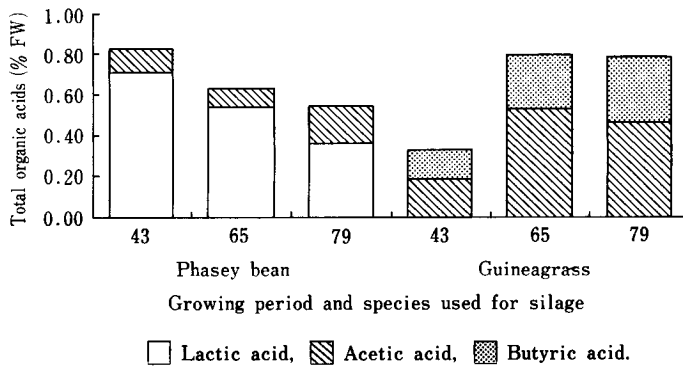


Fig. 1. Cumulative organic acids in silages.

および酪酸含有率の積算図を示した。ファジービーンサイレージは、いずれも乳酸含有比率が高く、酪酸の生成は認められなかった。また、乳酸および酢酸の合計量は、材料草の生育日数が長くなるにともない減少する傾向を示した。一方、ギニアグラスサイレージでは、乳酸は認められずかなり高い割合の酪酸が生成した。

考 察

サイレージ材料草の緩衝能は発酵にともなう pH の低下に影響を及ぼし、緩衝能が低い材料草では発酵産生乳酸による pH の低下効率がよく、品質低下の要因となる酪酸発酵は抑制される傾向にある。一般にサイレージの pH は 4～6 の間で変動するが、その pH 域での緩衝力は有機酸塩および植物蛋白質によるものと考えられ、それらの含有率はイネ科牧草と比べマメ科牧草で高いことが知られている (Playne and McDonald, 1966)。そのため緩衝能もマメ科牧草の方が高い傾向を示す。一般に緩衝能は、イネ科牧草では 30～40m equiv./100g DM を示すものが多く、マメ科牧草では 50～60m equiv./100g DM を示す草種が多いといわれている (Kaiser, 1984)。したがって、本研究で得られた結果から生育の進んだファジービーンの緩衝能はマメ科草種としては低い傾向を示すが、イネ科草種よりは高い値となることが認められた。

可溶性炭水化物はサイレージ発酵の主要な基質であり、その含有量はサイレージ発酵に影響を及ぼす重要な要因である。また、一般に暖地型牧草の可溶性炭水化物含有率は寒地型牧草と比較して低いことが知られている。大山・小川 (1966) は、寒地型イネ科牧草の生育にともなう可溶性炭水化物含有率の変化について調査し、イタリアンライグラスの可溶性炭水化物含有

率は生育初期 (36.5% DM) から出穂期 (18.4% DM) にかけて減少しその後増加 (開花始, 19.8% DM) することを報告している。両草種とも含有率は低いものの、その変動はイタリアンライグラスと同様なものと考えられる。

アンモニア態窒素含有率およびアンモニア態窒素比率については、43日目刈取り草を材料草としたサイレージで両草種とも他の刈取り時期と比べ最も高い値を示した。サイレージ中のアンモニアは、蛋白分解性の clostridia によって生成され (McDonald *et al.*, 1991), clostridia の生育は乾物率が低いときに活発である (Jonsson *et al.*, 1990) ことから、両草種とも若い生育段階の材料草を用いたサイレージにおいて、アンモニア態窒素比率およびアンモニア態窒素含有率が高くなった要因としては、clostridia の活動がより活発となったことが考えられる。また、43日目刈取り草サイレージでは高緩衝能とアンモニア態窒素の高含有率によってサイレージ開封時の pH が高い値となったと考えられる。武田 (1987) も伸長期よりも出穂期のギニアグラスサイレージの方が良好な品質であることを報告している。

65日目刈取り草サイレージと79日目刈取り草サイレージを比較すると65日目刈取り草サイレージの方が良好な発酵品質を示している。ファジービーンについては65日目刈取り草サイレージで pH が低い値となった要因として、乳酸含有率が79日目と比較して高く、アンモニア態窒素含有率が低いことが考えられる。ギニアグラスについては、65日目刈取り草サイレージの方が酪酸含有比率が高く酪酸含有比率が低い。このことが pH の低下に影響を及ぼしたのと考えられる。

79日目刈取り草は、乾物率、緩衝能および可溶性炭水化物含有率の値はサイレージ材料草としてより好適

であると考えられるが、サイレージ発酵品質は65日目刈取り草サイレージと比べ劣った。生育の進んだ79日目刈取り草を材料とした場合、詰め込み時の空気排除が充分に行われず、発酵初期の乳酸発酵が抑制され、発酵品質が劣ったものと考えられる。

両草種のサイレージを比較した場合、ギニアグラスサイレージは酢酸含有比率が高く酪酸もかなり含有していた。一方、ギニアグラスよりも材料草の乾物率が低く緩衝能の高かったファジービーンサイレージは、乳酸含有比率が高く pH の低い良好な発酵品質を示した。

サイレージ中の大部分の酢酸は enterobacteria およびヘテロ発酵型乳酸菌によって生成され、酪酸は糖および蛋白分解性の clostridia によって生成される。また、発酵初期に pH 値が enterobacteria や clostridia の生育限界値以下に低下しない場合、生成される酢酸や酪酸の割合が増加すると考えられている (McDonald *et al.*, 1991)。

Greenhill (1963a; 1963b) は、サイレージ中での乳酸生成は細胞の崩壊および細胞内容物の浸出に引き続いて起こり、細胞崩壊が数時間遅れると詰め込み3日目におけるサイレージの pH が明らかに高くなったことを報告している。近藤ら (1985) はギニアグラスについて、出穂後も細胞壁成分中のセルラーゼ不溶部の割合が増加することを報告しており、65日目よりも79日目の方が細胞壁の硬化が進んでいたものと考えられる。

したがって、本研究のギニアグラスサイレージにおける高い酢酸および酪酸の含有比率ならびにアンモニア態窒素比率、ファジービーンサイレージにおける材料草の生育日数の経過にともなう乳酸産生量の低下は、暖地型牧草の特徴である細胞壁成分の高含有率およびその増加によって初期の乳酸発酵が抑制され pH の低下が不十分となることによると考えられた。

要 約

播種後43, 65, 79日目のファジービーンおよびギニアグラスを材料草としたサイレージを調製し約100日後に開封した。材料草および発酵品質の分析により得られた結果は以下のとおりである。

1. ファジービーン、ギニアグラスともに生育にともない乾物率および細胞壁成分含有率は増加し緩衝能は低下し、いずれの刈取り時においてもギニアグラスの方が乾物率が高く緩衝能は低い値を示した。細胞壁成分含有率は、ファジービーンの方がかなり低い値で

推移した。

2. 両草種とも65日目刈取り草のサイレージの発酵品質が最もよかった。全てのギニアグラスサイレージは酢酸含有比率が高く pH は4.5以上であり、暖地型牧草に特徴的である酢酸発酵型であった。一方、ファジービーンサイレージは乳酸含有比率が高く pH は4.5以下であり、乳酸発酵型の良質な発酵品質を示した。

また、両者の発酵品質の違いには細胞壁成分の関与が示唆された。

文 献

- Catchpoole, V. R. and E. F. Henzell 1971 Silage and silage-making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts.*, **41**: 213-221
- Greenhill 1963a Plant juices in relation to silage fermentation I. The role of the juice. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **19**: 30-37
- Greenhill 1963b Plant juices in relation to silage fermentation II. Factors affecting the release of juices. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **19**: 231-236
- Jonsson, A., H. Lindberg, S. Sundas, P. Lingvall and S. Lindgren 1990 Effect of additives on the quality of big-bale silage. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, **31**: 139-155
- 薩山勝弘・森 治夫・佐藤勝郎 1973 ガスクロマトグラフィーによるサイレージの揮発性脂肪酸と乳酸の同時定量法。日畜会報, **44**: 465-469
- Kaiser, A. G 1984 The influence of silage fermentation on animal production. In "Silage in the 80's", ed. by T. J. Kempton, A. G. Kaiser and T. E. Trigg, National Workshop, Armidale, New South Wales, Australia, pp. 106-135
- 近藤恒男・中島卓介・沢井 晃・荒 智 1985 ギニアグラス系統における細胞壁物質の変異と生育にともなう推移。草地試験場研究報告, **32**: 1-6
- McDonald, P., A. R. Henderson and S. J. E. Heron 1991 *The Biochemistry of Silage*, 2nd ed. Chalcombe Publications, Marlow (England)
- 三秋 尚・田中重行・川村 修 1986 暖地型牧草サイレージの調製と利用 (1) わが国における暖地型牧草サイレージに関する研究の成果。畜産の研究, **40**: 46-50
- 大山嘉信 1971 水蒸気蒸留法, 森本宏監修: 動物栄養試験法。養賢堂, 東京, 421-422頁
- 大山嘉信, 小川キミエ 1966 イネ科草類の生育にともなう炭水化物組成の変化。日畜会報, **37**: 336-343
- Playne, M. J. and P. McDonald 1966 The buffering constituents of herbage and of silage. *J. Sci. Food. Agric.*, **17**: 264-268
- 須藤 浩 1971 サイレージと乾草。養賢堂, 東京, 8-10頁
- 武田 功 1987 ギニアグラス「ナツカゼ」の利用とその利用価値。自給飼料, **8**: 23-30

- 内田仙二・北村征生 1987 南西諸島で生産された暖地型牧草によるサイレージ調製 I. ローグラス及びネピアグラスサイレージの品質に対する各種処理の影響. 日草誌, **32**: 369-374
- Van Soest, P. J. and R. H. Wine 1967 Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, 4. Determination of plant cell wall constituents. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **50**: 50-55
- Wilkinson J. M. 1983a Silages made from tropical and temperate crops Part 1 The ensiling process and its influences on feed value. *World Anim. Rev.*, **45**: 36-45
- Wilkinson J. M. 1983b Silages made from tropical and temperate crops Part 2 Techniques for improving the nutritive value of silage. *World Anim. Rev.*, **46**: 35-40

Summary

Phasey bean (*Macroptilium lathyroides* L. Urb) and guineagrass (*Panicum maximum* Jacq.) were harvested at 43, 65 and 79 days after sowing and ensiled into 2.0 litre laboratory silos, respectively. About 100 days after ensiling these silos were opened and fermentation quality of the silages was analyzed. The results obtained were as follows;

1. The content of DM increased and buffering capacity tended to decrease in both species as they matured, and the DM content was higher and the buffering capacity was lower in guineagrass than in phasey bean. Cell wall constituents (CWC) increased with growth in both species, and the contents (CWC) in phasey bean were lower compared with guineagrass at all the cutting days.
2. The fermentation quality of silage made from forages harvested at 65 days was the best in both species. All the guineagrass silages contained high levels of acetic acid with pH values above 4.5, which shows an acetate type characteristic of silage made from tropical herbage species. On the other hand, phasey bean silages contained high levels of lactic acid with pH values below 4.5, showing a lactate type good quality silage.

It is suggested that the difference in the type of fermentation between phasey bean and guineagrass may be associated with the difference in the amount of cell wall constituents.