

南西諸島におけるサイレージ利用と放牧利用のためのソルガム栽培

トウモロコシをはじめ輸入配合飼料の原料価格は、国際相場、海上運賃、為替相場の高騰により、2006年以降上昇し、2008年夏には、2006年の2.5倍以上になった^{10,4)}。その後、国際相場や海上運賃が大幅に下落したことにより、輸入飼料、特に飼料用穀物等の輸入価格は、再び2007年以前の水準で安定している。

沖縄県の肉用牛の生産は自給飼料生産基盤の拡大によって1990年代は年率約7%で頭数の上昇が認められていたが、2001年のBSE発生の影響を受け、一旦は低下したものの、再び年率約2%で増加しており、2010年現在、86千頭が飼育されている⁶⁾。一方、乳牛経営では1戸当たりの飼養頭数の増加(56頭)が見られるものの、飼養頭数の低下が顕著であり、ここ10年間では年率約6%で低下している。特に2008年度には前年度と比較して12%減となっている⁶⁾(図1)。

沖縄県において、2008年度の飼料高騰の影響は、2008年の9月に学校給食が始まった頃、スーパーの店頭でのパック入り牛乳の品不足、売り切れ、という現象を生じた。

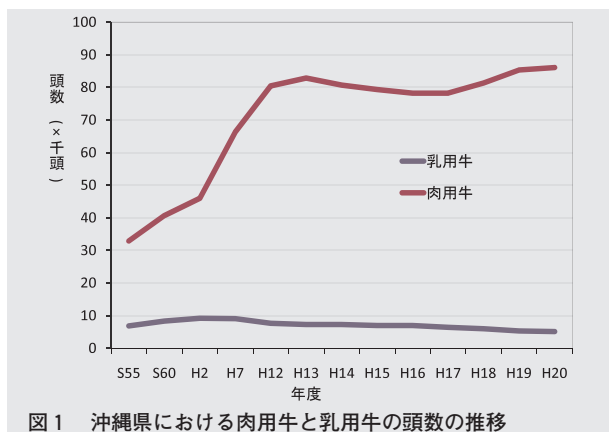


図1 沖縄県における肉用牛と乳用牛の頭数の推移

沖縄県の酪農経営は、配合飼料はもちろん、粗飼料もその大部分を輸入に頼っており、飼料価格の高騰は酪農家の経営に大きなダメージを与えることになった。その結果、生産量の減少、廃業という結果をもたらした。2010年現在では飼料価格は安定してはいるものの、生産費に占める購入飼料の割合は極めて高いという経営上の課題に変わりはない。今後、沖縄県の自給飼料の生産基盤は、肉用牛だけでなく、乳用牛にも適用することが緊急の課題である。

農林水産省は食料・農業・農村基本計画における飼料自給率の向上への取り組みの一環として、耕畜連携をあげており⁴⁾、飼料作物の生産による効率的な農地利用の推進が図られている。これらを背景に鹿児島県以北の地域においては水田を活用した飼料イネの生産利用が推進されているが、沖縄県では水田が一部の地域に限られ、しかも作付面積が小さいため、飼料イネの生産利用は望めない。

沖縄県の主要畑作物は13,000haの作付面積のさとうきびである。さとうきびの作付方法は12月から2月の収穫後、速やかに植付けする春植え、7~9月に植付ける夏植え、収穫後、根茎からほう芽(再生)させる株出し、の3つの方法がある。とりわけ、夏植えの作付面積が半分を占めている⁷⁾。

さとうきびの夏植えの場合、収穫後、7~9月の植付けまでを休閑期とするのが一般的である。

沖縄県の酪農経営のほとんどは本島南部で展開されている。しかし、所有する草地面積が狭いため、前述のように輸入粗飼料に依存している。乳用牛の自給粗飼料を確保するための耕畜連携プロジェクトとして、さとうきび、たばこ等の耕種作物の休閑期

を利活用した飼料作物栽培が考えられる。沖縄県では作付されている飼料作物はローズグラス、ギニアグラス、パンゴラグラス、ジャイアントスターグラスといった多年生草種である⁸⁾。耕種作物にとって多年生牧草は雑草という位置付けであるため、生長速度が速く短期間で栽培できる上、後作に悪影響をもたらさない草種選定が必要である。そこで、多様な品種特性をもつソルガムの導入を試みた。

ソルガム属 (*Sorghum* spp.) の品種は多岐にわたっており、一般に知られているソルガムとしては、ソルゴー (*Sorghum bicolor* (L) Moench) とスーダングラス (*Sorghum Sudanese* (Piper) Staff) の品種を指している。特に、スーダングラスは分けつによる再生力が強いため、多回刈り利用が可能である。また、青刈り利用に適するとされるが、茎葉が細いためロールベールを用いた乾草やサイレージの利用、さらには放牧利用も可能である⁹⁾。また、リグニン生成抑制遺伝子をもち、従来品種より消化率の高いBMR品種が市販されるに伴い、トウモロコシに代替する夏季の飼料作物としても着目されつつある。

これらのことからソルガムは本地域において、効率的な農地利用と自給粗飼料増産に有用な草種と考えている。そこで、雪印種苗(株)が販売している品種、可能性を検討している新品種を用いて、さとうきび休閑期に栽培し、サイレージ調製と給与試験、あるいは放牧試験を実施したので報告する。

サイレージ調製と給与試験では、栽培した2品種・系統のスーダングラスをサイレージ調製し、給与した搾乳牛の産乳成績を検討した。

放牧試験では、採食性や放牧様式を検討するため、BMR品種を含む5品種・系統を用いた。

【I. サイレージ調製と給与試験】

1. 材料および方法

1) 供試牛

沖縄県南部の民間農場で飼養管理されているホルスタイン種搾乳牛53頭(平均分娩後日数246日、平均体重572kgおよび平均産次数2.5産)を供試した。

2) 栽培方法とサイレージ調製

さとうきび収穫後の圃場を想定し、沖縄本島南部で12月末にソルガム属スーダングラス (*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf) の1品種‘うまかろーる’と試作系統‘S301’をそれぞれ播種し、4月末の1番草刈取り後、施肥(5kgN/10a)を行い、7月15日(再生80日目、糊熟期)の2番草を用いた。両草種共に刈取り後、半日予乾させた後に草種毎に集草し、ラッピングロールベールによる梱包(平均重量315kg)によってサイレージ調製した。2ヶ月の貯蔵期間の後、逐次開封し給与試験に供した。また、対照飼料として、地域の農家が通常購入利用している輸入乾草のクレイングラス (*Panicum coloratum* L.) 乾草とオーツ (*Avena sativa* L.) 乾草(ヘイ)を用いた。

試験期間は2009年9月4日から50日間である。サイレージ給与区としてうまかろーる区とS301区、輸入乾草給与区としてクレイングラス区とオーツヘイ区を設け、各草種につき1週間の馴致期間の後、本試験期間6日間とした。なお、供試草種はクレイングラス、うまかろーる、S301およびオーツヘイの順で供した。

3) 給与方法

全給与粗飼料の乾物あたり約18%に相当する給与量を供試飼料にそれぞれ代替し、輸入乾草は1頭1日あたり平均1.8kg、供試サイレージは開封後に飼料用カッターで3~5cmに細断し、1頭1日あたり平均5.7kgになるように2回に分けて、午前と午後搾乳後に給与した。

試験飼料の他に基礎飼料として、粗飼料(オーツヘイ、アルファルファ)を7.4kg、濃厚飼料12.1kgを給与し、飲水は自由とした。なお、基礎飼料と供試飼料を併せた残飼は1頭1日あたり1kgに満たない量であったため、本試験では給与量を採食量とみなした。

4) 調査項目

給与試験における1頭1日あたりの乳量と乳質(乳脂率、乳脂量、乳蛋白質率、乳糖率、無脂固形分率および体細胞数)は、沖縄県酪農農業協同組合

表1 供試飼料の成分

	輸入乾草		サイレージ	
	クレイグラス	オーツヘイ	S301	うまかろーる
水分含有率 (%)	6.8	8.0	68.1	71.3
CP (%DM)	6.3	4.8	7.9	6.3
IVDMD (%DM)	37.0	60.7	37.1	37.2
推定TDN (%DM)*	46.4	62.5	46.4	46.5
NDF (%DM)	73.2	52.2	59.4	65.5
ADF (%DM)	45.3	29.3	44.1	46
ADL (%DM)	10.4	4.2	12	11.7

水分含有率以外は乾物あたり
*；推定TDN含有率=0.683×IVDMD+21.077

が牛群能力検定のために2日毎に測定した値を用いた。乾物消化率 (IVDMD) はペプシン・セルラーゼ法²⁾を用い、その他は常法¹³⁾によった。

調製したソルガムサイレージは栄養成分および発酵品質の評価を行った後、輸入乾草の代替粗飼料として搾乳牛に給与し、乳量および乳質に与える影響について検討した。さらに、輸入乾草の購入費(2009年3月から2010年1月)および今回の給与量を基にし、代替したサイレージの生産費を試算した。

2. 結果

1) 供試飼料の成分

供試飼料の成分について表1に示した。水分含有率は輸入乾草給与区が6.8~8.0%、サイレージ給与区が68.1~71.3%の範囲にあった。CP およびIVDMDはオーツヘイを除く3草種において、それぞれ6.3~7.9%、37.0~37.2%の範囲にあり、推定TDNも46.4~46.5%を示した。オーツヘイについてはCPが4.8%と比較的低く、IVDMDは60.7%と比較的高かった。供試草種のNDFは52.2~73.2%の範囲で、オーツヘイ<S301<うまかろーる<クレイグラスの順に高かった。

表2 供試サイレージの発酵品質

	S301	うまかろーる
pH	4.6	4.7
VBN/TN (%)	11.2	10.5
V-score (点)	52	60

2) 供試サイレージの品質評価

供試サイレージの品質評価については表2に示した。pHはS301が4.6、うまかろーるが4.7を示し、V-SCOREはそれぞれ52点、60点となった。

3) 泌乳成績

給与試験期間中の泌乳成績を表3に示した。1頭1日あたりの乳量はクレイグラス区、オーツヘイ区、S301区、およびうまかろーる区でそれぞれ21.1kg、19.3kg、19.9kg、および21.0kgとなり、有意な差はなかった。乳脂率は3.8~3.9%。乳蛋白質率は3.4~3.5%を示し、乳脂量も0.8kg、乳糖率は4.4%、および無脂固形分率は8.7~8.8%となり、いずれの区とも差はなかった。変動の範囲は32.1~57.9万個/ccであった。乳脂率、乳蛋白質率、無脂固形分率は夏季に低くなる¹¹⁾ため、給与試験と同時期である9-10月の乳用牛群能力検定の値と比較したところ、沖縄県における平均乳脂率は3.7~3.9%、平均乳蛋白質率は3.3~3.4%、平均無脂固形分率は8.8~8.9%であり¹²⁾、本試験から得られた結果とほぼ同程度であると判断される。また、沖縄県を含む九州ブロックの平均である30~31万個/cc¹¹⁾より高い値を示した。しかし、同一供試飼料の給与期間中であっても体細胞数は大きく変動しており、サイレージに代替したことによる影響とは考えにくい。

表3 泌乳成績

	輸入乾草給与区			サイレージ給与区		
	クレイグラス	オーツヘイ	平均	S301	うまかろーる	平均
乳量(kg/日/頭)	21.1 ± 0.1 ¹⁾	19.3 ± 0.3	20.2 ± 1.3	19.9 ± 0.7	21.0 ± 0.5	20.4 ± 0.8
乳脂率(%)	3.8 ± 0.1	3.9 ± 0.0	3.8 ± 0.1	3.9 ± 0.1	3.8 ± 0.0	3.9 ± 0.1
乳脂量(kg/日/頭)	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0	0.8 ± 0.0
乳蛋白質率(%)	3.4 ± 0.0	3.5 ± 0.0	3.4 ± 0.1	3.4 ± 0.0	3.4 ± 0.0	3.4 ± 0.0
乳糖率(%)	4.4 ± 0.0	4.4 ± 0.0	4.4 ± 0.0	4.4 ± 0.0	4.4 ± 0.0	4.4 ± 0.0
無脂固形分率(%)	8.7 ± 0.0	8.8 ± 0.0	8.8 ± 0.1	8.8 ± 0.0	8.8 ± 0.0	8.8 ± 0.0
体細胞数(万個/cc)	44.1 ± 5.8	35.3 ± 5.9	39.7 ± 6.2	32.1 ± 2.0	57.9 ± 9.8	45.0 ± 18.2

1); 値は平均±標準偏差



写真1 うまかろーる



写真2 乳牛へのサイレージ給与

4) サイレージ生産費の試算

輸入乾草の購入費とサイレージの生産費を試算した。原物1kgあたりの購入費はクレイングラスが45～55円、オーツヘイが47～53円であり、輸入乾草としては45～55円の範囲で推移した。1頭1日あたりの給与量から算出した飼料費はクレイングラスが80～98円、オーツヘイが86～97円となり、輸入乾草としては原物1kgあたり80～98円の範囲で推移した。泌乳成績から、輸入乾草と同程度になるサイレージの飼料費は原物1kgあたり14～17円であると試算された。

3. 考察とまとめ

試験結果から、輸入乾草の一部をスーダングラスサイレージに代替した場合、乳量および乳質において顕著な変動はみられず、代替可能と判断された。しかし、供試サイレージの推定TDN含量は約46%となりオーツヘイの62.5%より低い値を示した。また、岩間らの報告(1999)によるスーダングラスサイレージの2番草における推定TDN含量61.0³⁾と比較しても低い値であった。ロールベールサイレージのTDN含量を高めるためにも、出穂後早い時期での刈取・調製が推奨される。また、供試サイレージのpHが4.3以上であり、V-scoreによる評価がやや低いことを考えると、予乾期間の延長や有効な乳酸菌添加による更なる改善が考えられる。本試験は牧草専用の刈取・調製システムで行ったが、長大作物のサイレージ調製で用いられる細断式ロールベールの利用によって梱包密度を高めることで発酵品質の

向上が期待される。

【Ⅱ. 放牧試験】

1. 材料と方法

放牧試験は沖縄県石垣市内の放牧地で行った。供試草種としてソルゴーから2系統、スーダングラスから3品種・系統の計5品種・系統を用いた。品種系統名は、ソルゴー：SSR 7 bmr(以下、SSR 7 B)、SSR 5 bmr(以下、SSR 5 B)、スーダングラス：ヘイスーダン(以下、Hay)、S301、S302bmr(以下、S302B)である。

2008年4月に総面積40aの放牧地を簡易電気牧柵により5牧区に分割し、試験牧区と庇陰施設および飲水施設を結ぶ通路を設けた。牧区設置後、1牧区(8a)につき1品種を畦幅55cm、播種量4kg/10aで条播し、基肥として化成肥料を窒素要素量で5kg N/10a施用した。全牧区について10～15cmの高さで1番草を掃除刈りし、基肥と同量の施肥管理を行った。再生40日目(7月21日)の2番草を用いて放牧試験を行った。供試した牛群の構成は黒毛和種雌牛(平均体重約450kg)13頭と生後40日以内の分娩牛7頭(平均体重約50kg)である。1牧区の放牧時間を24時間に設定し、入退牧時にそれぞれ地際から10cmの高さで刈取り調査した。なお、TDN含有率はMinsonら(1976)⁵⁾およびGoto and Minson(1977)²⁾によって示された関係式から求めた。

表4 入牧前の生育状況と栄養価と退牧後の状況

		ソルゴー			スーダングラス	
		SSR 5 B	SSR 7 B	S302B	S301	Hay
入牧前	入牧前草量(kg乾物/10a)	806	588	667	591	526
	乾物消化率(%)	62.5	67.9	53.6	55.7	58.1
	推定TDN(%)	63.8	67.5	57.7	59.1	60.8
	粗タンパク質含量(%)	6.7	9.6	7.1	7.7	6.9
	草高(cm)	145	131	136	128	90
	葉茎比	0.7	1.5	0.7	1.2	1.0
退牧後	退牧時草量(kg乾物/10a)	474	202	281	220	229
	草高(cm)	67	49	88	57	56
	葉茎比	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3

2. 結果

1) 生育状況

入牧時の生育状況と栄養価について、表4に示した。入牧前草量は806.1~525.9kg/10aの範囲にあり、最も高い値を示したSSR 5 Bと最も低い値を示したHayとの間に5%水準で有意な差がみられた。草高についてはSSR 5 Bが144.8cmとなり、最も低いHayが90.3cmであった。葉茎比は0.7~1.5の範囲にあり、品種・系統間に1%水準で有意な差が認められ、SSR 7 Bが最も高い傾向を示した。乾物率は14.3~19.3%の範囲であった。

乾物消化率は53.6~67.9%の範囲であり、bmr品種のSSR 5 BとSSR 7 Bが共に高い傾向を示した。CP含有率は9.6~6.7%の範囲にあり、SSR 7 Bが最も高かった。

2) 採食性

24時間放牧では、踏み倒しもあったため、正確な値ではないものの、草量から推定した採食量はS302B>SSR 7 B>S301>SSR 5 B>Hayの順となった。

茎葉比から葉部の採食割合が高いことが示される。また、肉眼による24時間の行動観察から、採食時間は早朝と夕方の2~3時間に集中した。

3. 考察とまとめ

今回供試したソルガム属は、いずれの品種・系統においても高い採食性が示されたが、草地利用率は33.0~52.5%と低い傾向にあった。今回供試した品種・系統の中では、SSR 7 Bが採食性に優れた品種・系統であると考えられる。しかし、SSR 7 Bは2番草の収量が1番草の収量に比べ減少しており、再生力が低い傾向にあると考えられる。このことから、SSR 7 Bの放牧利用については、2番草もしくは3番草までの利用による放牧が適していると考えられる。再生の良いヘイスーダンおよびS301は高頻度での再生利用、葉割合の高いSSR 5 Bは放牧頭数を増やしての放牧利用をする等、それぞれの生育特性から適正な管理下における利用を行う必要が伺われた。

BMR品種は比較的消化率が高いことが知られているが、本試験の結果からは、その点が直接的に採



写真3 放牧試験に状況



写真4 採食中

食性を高めるとは考え難い。さらなる検証を必要としている。

なお、ソルガム属は生育初期に青酸を含んでいるため、草高約60cm以上での利用が推奨されている¹⁾。また、本試験は暖地型牧草で放牧されている繁殖牛を供したが、牧草に比較して乾物消化率（あるいはTDN）が高いことを考慮して、ソルガム（BMR品種を含む）で放牧する場合、以下のことを留意することが示唆される。

1) ソルガムの放牧利用は養分（TDN）摂取要求量が高い牛群（搾乳牛、育成牛、肥育牛）に対し行うことが望ましい。

2) 繁殖牛の放牧時の配合飼料給与は通常より極力抑えるか与えず、栄養過多にならないよう注意し、一時的な利用に留めるべきと考える。

3) サトウキビ後作等の短期間での利用を前提としている場合、固定牧柵ではなく、簡易牧柵（電気牧柵）が望ましい。

4) 放牧形態として、輪換放牧かストリップ（帯状）放牧が踏み倒しを少なくすると考えられる。

総括

沖縄県の酪農経営における自給粗飼料の増産を念頭におき、サトウキビ収穫から植付けまでの期間の短期的利用のための飼料作物として、ソルガムの導入について検討した。サイレージ利用、放牧利用に適する品種の選定も含め、検討すべき点は多いが、有効とする一知見が得られた。供試した品種・系統のうちで、S301は次の放牧試験における採食性や安定した再生能力に優れていたため、有望な品種となる可能性が示された。沖縄県の環境条件では、栽培管理によって、年間4～5回の刈取り利用で2年に渡る短年利用も可能であるため、今後の可能性を追究したい。

引用文献

1) Balasko JA and CJ Nelson (2003) Grasses for northern areas, In Forages (Ed. Barnes R, CJ Nelson M Collins KJ More), 6th edition,

Iowa State Press.

2) Goto I and DJ Minson 1977. Animal feed Science and Technology 2, 247-253

3) 岩間裕子・寺田文典・塩谷繁・田中正仁. 泌乳牛におけるスーダングラスサイレージの飼料価値、九州農業試験場報告、36、1999.

4) 農林水産省生産局畜産部（2009）飼料をめぐる情勢について

http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/kaigi/h210317/pdf/data02.pdf（2010.6.1取得）

5) Minson, DJ, Stobbs, TH, Hegarty, MP and Playne, M (1976) *In Tropical pasture research.* (Ed. Shaw, NH and Bryan, W). CAB, England, p308-337.

6) 沖縄県農林水産部（2009）沖縄の農林水産業（平成21年3月版）、農業生産の動向、肉用牛、乳用牛：http://www3.pref.okinawa.jp/site/contents/attach/11188/27_28.pdf（2010.6.1取得）

7) 沖縄県農林水産部（2009）沖縄の農林水産業（平成21年3月版）、農業生産の動向、さとうきび：http://www3.pref.okinawa.jp/site/contents/attach/11188/17_18.pdf、（2010.6.1取得）

8) 沖縄県農林水産部畜産課、おきなわの畜産：33.

9) Pedersen JF and WL Rooney (2004) Sorghum. *In Warm-Season (C⁴) Grasses* (Ed. Mosser LE, BL Burson and LE Sollenberger), 1057-1079, ASA, CSSA, SSSA.

10) 財務省貿易統計（2009），
http://toukei-is.com/get_pdf/?p=00907&f=00（2010.6.1取得）

11) 社団法人家畜改良事業団（2008）乳用牛群能力検定成績のまとめ、23-26.

12) 社団法人家畜改良事業団（2008）乳用牛群能力検定成績のまとめ、160.

13) 社団法人日本草地畜産種子協会（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.