

スーダン型ソルガムロールベールサイレージの上手な作り方

はじめに

高泌乳牛のルーメン発酵を安定させるためには、消化性の高い粗飼料が求められます。適期に収穫した高消化性スーダン型ソルガムは一番草、二番草ともにチモシー乾草（一番草・出穂期）に匹敵する高い栄養価を持っています。しかも、採食性が良好なため、濃厚飼料の節減とルーメンアシドーシスの回避に貢献できます。

また、高消化性スーダン型ソルガムはイタリアンライグラス、ライムギ、エンバク等との二毛作が可能で、収穫・調製作業で牧草の機械体系を利用できるため、省力的で高度な圃場利用が可能です。

このような特性から、高消化性スーダン型ソルガムは地球温暖化で問題となっている永年生牧草の生産力低下や、熊・猪等の被害によって引き起こされるトウモロコシの減収を補う手段になるものと大いに期待されています。

そこで、本稿では高消化性 (bmr) スーダン型ソルガムのロールベールサイレージを上手につくる方法についてご紹介します。なお、本試験での材料は長野県畜産試験場（旧：農林水産省ソルガム育種指定試験地）で育成した「涼風（すずかぜ）」を用い、「2：刈取り適期を守る」以降についてはこの品種

で得られた研究成果に基づいています。

1. 地域に適した品種を選ぶ

高品質なロールベールを調製するためには、耐倒伏性が高く、乾物率の高い品種を選定することが重要です。なぜなら、倒伏した原料草を機械収穫すれば、土砂が混入して、サイレージの発酵品質を低下させるからです。また、乾物率の高い品種は予乾時間を短縮でき、降雨等の発酵品質を低下させる要因を排除しやすいからです。ロールベールサイレージの調製に適するかどうかは、耐倒伏性と乾物率の2点にかかっています。

したがって、品種選定にあたっては、乾物収量や栄養価だけでなく、耐倒伏性、乾物率、病害抵抗性等も重要な判断材料として、各地域に向く品種を選定してください。

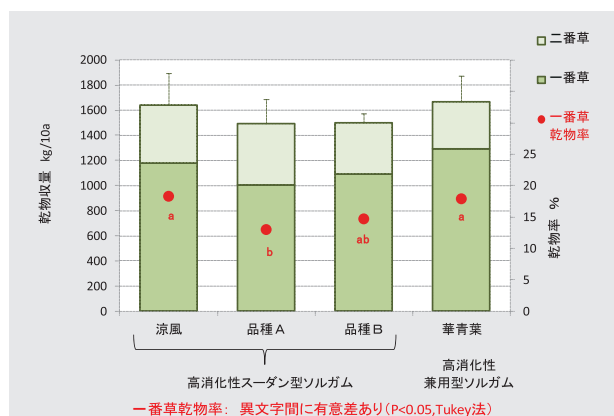


図1 高冷地における高消化性スーダン型ソルガムの乾物収量と乾物率 (2014年長野県原村、標高1,017m)

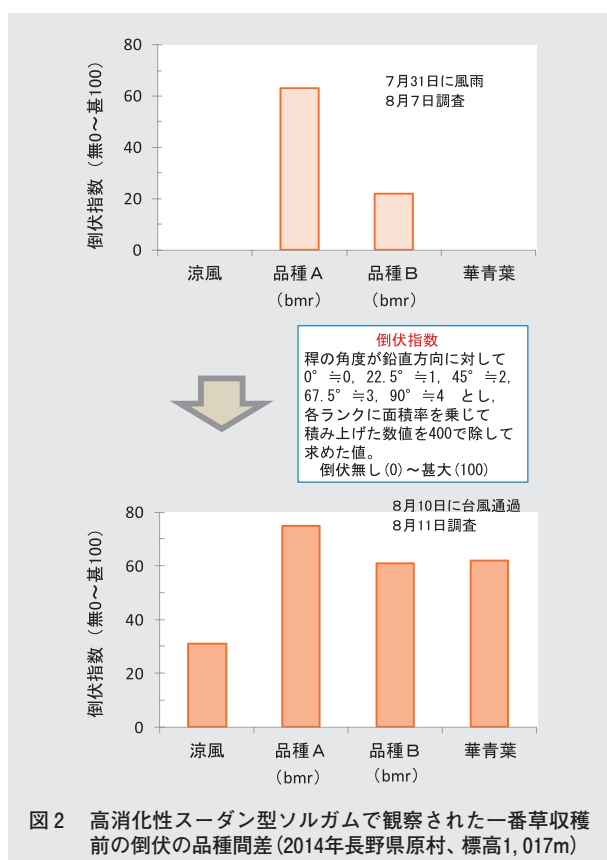


図2 高消化性スーダン型ソルガムで観察された一番草収穫前の倒伏の品種間差 (2014年長野県原村、標高1,017m)

表1 高冷地で栽培した高消化性スーダン型ソルガム市販品種の飼料成分、栄養価（2014年長野県原村、標高1,017m）

品種	出穂率 (%)	飼料成分 (% DM)						TDN (% DM)	NDF 消化率	
		粗蛋白質	粗脂肪	NFC	NDF	ADL	粗灰分			
一番草	涼風 (bmr)	15.2	8.3	2.1	20.1	63.5 ^a	1.3 ^c	9.2 ^b	61.9 ^a	64.4 ^a
	品種A (bmr)	2.2	9.7	2.0	20.0	58.3 ^b	1.5 ^b	13.0 ^a	58.6 ^c	62.9 ^b
	品種B (bmr)	12.8	8.6	1.9	20.9	61.3 ^{ab}	2.3 ^a	10.2 ^b	58.9 ^{bc}	60.5 ^c
	華青葉 (兼用型bmr)	18.1	8.3	2.1	19.3	64.7 ^a	1.6 ^b	8.7 ^b	61.4 ^{ab}	63.5 ^a
二番草	涼風 (bmr)	0	9.0	2.0	23.2	56.6	3.0 ^{ab}	11.8 ^b	57.4 ^{ab}	57.7 ^{bc}
	品種A (bmr)	0	8.8	1.9	23.3	54.9	2.3 ^b	13.5 ^a	57.4 ^{ab}	60.1 ^{ab}
	品種B (bmr)	0	10.0	2.0	21.0	57.5	3.5 ^a	12.2 ^b	55.7 ^b	56.3 ^c
	華青葉 (兼用型bmr)	0	10.1	2.0	22.9	54.9	2.2 ^b	12.8 ^{ab}	58.4 ^a	60.1 ^a

NFC (非繊維性炭水化物) : $NFC = 100 - \{ (NDF - ND \text{ 不溶粗蛋白質}) + \text{粗蛋白質} + \text{粗脂肪} + \text{粗灰分} \}$
 NDF : 中性デタージェント繊維
 ADL : 酸性デタージェントリグニン、TDNとNDF消化率 : 2001年版NRC飼養標準の方法により推定
 異文字間に有意差あり (P<0.05, Tukey法)

図1、図2、表1は2014年に高冷地(標高1,017m)で高消化性スーダン型ソルガム市販品種の栽培試験を行い、生育特性を比較した例です。このような試験を複数年実施して、地域に合う品種を選びます。

「涼風」は乾性であるため、収穫時の乾物率が高く(図1)、ロールベール調製の予乾作業で有利と考えられます。また、耐倒伏性も他の品種よりも優れていました(図2)。飼料成分・栄養価では、NDF(中性デタージェント繊維、繊維の総量を示す)の含有率が高く、しかもその消化率が高いため、TDN(可消化養分総量)含有率も高いという特徴を持っています(表1)。

2. 刈取適期を守る

高品質なロールベールをつくるために、次に必要なことは刈取り適期を守ることです。表2に生育ステージとTDNの関係を示しました。

ここで示したデータから、収穫適期は一番草が止葉期、二番草が出穂始期であると考えられます。特に、一番草の収穫期は気温が高い時期であり、生育の進行が早いため、適期を逃さないように収穫します。

また、早めの収穫は作業機への負荷が軽減できる

ことや予乾が容易であること等のメリットもあります。

群落の外周の生育は内側の生育よりも早くなりますので、通路から眺めて外周の個体が出穂し始めた時に群落としては止葉期になっています。これが一番草の収穫時期を判断する目安です。

他の品種を栽培される場合も、種子カタログには品種ごとにお奨めの収穫時期が記載されていますので、刈り遅れないように早めの作業計画を立ててください。

3. 堆肥連用量に気をつける

高品質なロールベールである条件の一つは硝酸態窒素濃度が低いことです。図3に熟畑における堆肥の連用量と収量、硝酸態窒素濃度の関係を示しました。

堆肥の多施用は収穫物の硝酸態窒素濃度を高めるので注意が必要です。熟畑では、10aあたり5t以上(エンバクとの二毛作合計では10aあたり8t以上)の連年施用により、硝酸態窒素濃度:0.2%DMに近い値になりました(図3)。

堆肥の施用量の目安は採草地から転換した畑の初年目や熟畑で10aあたり3~4t、採草地から転換

表2 高消化性スーダン型ソルガム「涼風」における生育ステージと飼料成分、NDF消化率、TDNの関係(長野県畜産試験場)

品種・番草	生育 ステージ	出穂率 ¹⁾ (%)	飼料成分 (% DM)						NDF 消化率 ⁴⁾	TDN ⁵⁾ (% DM)
			粗蛋白質	粗脂肪	NFC ²⁾	NDF ³⁾	ADL	粗灰分		
涼風一番草	止葉期	0	10.3	2.0	19.6	60.5	2.7	9.7	72.2 ^a	62.4 ^{ab}
	出穂始期	17	7.1	1.8	23.6	60.2	3.3	8.8	70.1 ^{ab}	60.5 ^{bc}
	開花終期	65	6.4	1.6	23.4	59.1	3.9	11.2	64.0 ^{cd}	55.7 ^d
涼風二番草	出穂始期	28	9.3	2.1	23.8	57.9	1.9	8.7	71.5 ^a	64.7 ^a
	穂揃期	70	7.5	1.4	25.6	59.4	2.5	7.7	66.7 ^{bc}	61.2 ^b
ノーマル品種一番草	出穂始期	4	8.4	1.9	23.0	58.0	3.6	10.5	60.9 ^d	56.2 ^d
ノーマル品種二番草	出穂始期	26	8.1	1.9	22.4	60.5	3.3	8.8	63.3 ^{cd}	58.6 ^{cd}

1) 出穂率 = 出穂茎数 / 有効茎数 × 100、2) NFC (非繊維性炭水化物) : $NFC = 100 - \{ (NDF - NDICP) + CP + EE + Ash \}$ 、

3) NDF (中性デタージェント繊維) : aNDFom (耐熱α-アミラーゼ処理および灰分補正済のNDF)

4) NDF消化率は粗蛋白質補正のため添加した大豆粕を含む消化率

5) TDN (可消化養分総量) 黒毛和種繁殖雌牛(維持期) 4頭で実測した平均値

6) 異符号間に5%水準で有意差あり (Tukey法)

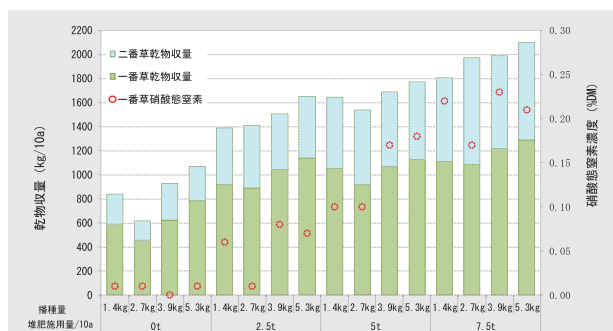


図3 堆肥の連用量と高消化性スーダン型ソルガム「涼風」の収量・硝酸態窒素濃度との関係

春播きエンバクスーダン型ソルガム2毛作し、2年目の成績
前作：エンバク（堆肥3t/10a施用、3月22日播種、5月30日刈取り）
品種：「涼風」播種：6月8日（ロータリシード条間20cm）
収量調査：一番草8月10日、二番草10月9日、化学肥料窒素は無施用 各組み合わせ4反復 堆肥は2年連用

した畑の2年目以降では10aあたり5tです。窒素肥料とカリ肥料は施用しません。

苦土石灰と熔リンは10aあたり50kgを標準施用量とし、土壌診断に基づいて施用量を調節します。

4. 適期にでない・迅速に播種作業を行う

茎が細く、揃いの良いロールベールをつくるためには、齊一な出芽を確保する必要があります。ただし、播種量が多すぎると、倒伏しやすくなるので、注意が必要です。

播種適期は平均気温が15℃以上となる時期で、長野県の準高冷地（標高700～800m）では5月下旬～6月上旬です。この地帯で「涼風」を5月下旬に播種した場合、一番草は7月下旬頃、二番草は9月下旬頃に収穫できます。

地域の気象条件と品種特性を考慮して、平均気温が15℃以上という条件を満たし、収穫が梅雨や秋雨の時期に重ならないように播種日を決めてください。

播種はロータリシードを利用して密条播（「涼風」の場合は播種量6kg/10a）にするか、ロータリシードが利用できない場合はブロードキャストで10a当たり6～8kgを散播し、播種後にディスクハロカロータリの表層攪拌により覆土を行います。播種深度は1～2cmを目標にし、種子が深く入りすぎないように注意します。圃場の周囲や面積の小さい圃場は手動式の散粒機で播種すると確実です。

発芽に必要な土壌水分を保持するため、播種床づくりの作業と播種はできるだけ近接して行うことがポイントです。

播種後はできるだけ早くカルチパッカで鎮圧を行



写真1 モーアコンディショナによる高消化性スーダン型ソルガムの刈取り

います。鎮圧は出芽の安定だけでなく、圃場を均平にする効果もありますので、ロールベール調製のためにも重要な作業です。鎮圧後に除草剤：ゲザプリムフロアブルを散布します。

5. モーアコンディショナを活用して予乾を促進し、土砂の混入を防ぐ

牧草、ライムギ、エンバク、イタリアンライグラス等の収穫で大活躍のモーアコンディショナはスーダン型ソルガムの収穫でも極めて有効です。

モーアコンディショナ（写真1）で刈ることにより、予乾が促進され、反転・集草作業を行わずに、ロールベールで直接収穫することができます。このことは省力化になるばかりか、礫や土砂の混入を防ぐことができますので、発酵品質が良好になります。

なお、再生を良好にして二番草の生育を揃え、収量を確保するためには、一番草の収穫作業を土壌水分が低い時に行い、畑の中でトラクタの急ハンドルを切らないようにします。

（1）慣行ロールベール体系（酪農家向け）

モーアコンディショナで刈り、スーダン型ソルガムを帯状に排出しておきます。反転作業は行わず



写真2 スーダン型ソルガムのロールベールによる収穫（モーアコンディショナで刈れば、茎の水分が早期に低下するので、反転・集草作業の必要はなく、土砂の混入もない。収穫はカッティングモードで行う。）

表3 モーアコンディショナを用いて刈取り、反転・集草作業を行わずに収穫した高消化性スーダン型ソルガム「涼風」一番草サイレージの品質

収穫調製体系	慣行ロールベアラ体系			フォーレージハーベスタ 細断型ロールベアラ体系	
	翌日15:05	翌々日8:30	翌々日13:15	翌日9:35	翌日13:05
ロール数	6	5	5	7	7
ロール重 (kg)	286	265	248	289	251
水分 (%)	66.2	60.5	50.5	72.7	68.2
乾物密度 (kg/m ³)	123	134	156	163	166
pH	4.7 ^b	4.8 ^b	5.2 ^a	4.1 ^c	4.1 ^c
乳酸 (% FM)	0.77 ^b	0.87 ^b	0.71 ^b	1.54 ^a	1.61 ^a
酢酸 (% FM)	0.31 ^{bc}	0.30 ^c	0.22 ^c	0.43 ^a	0.41 ^{ab}
プロピオン酸 (% FM)	ND	ND	ND	ND	ND
酪酸 (% FM)	0.01	ND	ND	ND	ND
VBN (% TN)	8.8 ^a	7.9 ^a	6.5 ^b	6.6 ^b	5.9 ^b
V-SCORE	91 ^c	93 ^b	97 ^a	95 ^{ab}	97 ^a
カビ発生による廃棄割合 (%)	0.40	0.43	0.88	0	0

原料草：高消化性スーダン型ソルガム「涼風」（止葉期） 刈取り時水分：83%
刈取り：2014年7月28日、モーアコンディショナ、密封：ペールラッパ（慣行8層、細断12層）
収穫日時：収穫開始の時刻を表内に示した
開封調査：12月8～9日、コアサンプラーで上段、中段、下段の3カ所を採取し混合
V-SCORE: 不良<60, 60≦可<80, 80≦良 ND：非検出
カビによる廃棄割合 (%)：廃棄重量／ロール重×100（表層の観察から取り除いた量）
異文字間に有意差あり（P<0.05, Tukey-Kramer法）

表4 モーアコンディショナを用いて刈取り、反転・集草作業を行わずに収穫した高消化性スーダン型ソルガム「涼風」二番草サイレージの品質

収穫調製体系	慣行ロールベアラ体系		フォーレージハーベスタ 細断型ロールベアラ体系	
	当日14:00	翌々日9:00	当日13:30	翌日13:10
ロール数	4	7	4	5
ロール重 (kg)	385	333	321	281
原料草水分 (%)	77.2	71.8	77.2	68.2
乾物密度 (kg/m ³)	103	117	154	158
pH	4.3 ^b	5.0 ^a	3.8 ^c	3.9 ^c
乳酸 (% FM)	0.90 ^c	0.75 ^c	1.92 ^b	2.11 ^a
酢酸 (% FM)	0.21 ^c	0.21 ^c	0.29 ^b	0.34 ^a
プロピオン酸 (% FM)	ND	ND	ND	ND
酪酸 (% FM)	ND	ND	ND	ND
VBN (% TN)	5.7 ^b	7.9 ^a	5.0 ^b	4.7 ^b
V-SCORE	99 ^a	94 ^b	99 ^a	99 ^a
カビ発生による廃棄割合 (%)	0	0	0	0

原料草：高消化性スーダン型ソルガム「涼風」（止葉期） 刈取り時水分：83%
刈取り：2014年9月29日、モーアコンディショナ、密封：ペールラッパ（慣行8層、細断10層）
収穫日時：収穫開始の時刻を表内に示した 開封調査：12月19日・22日

に、水分65%程度まで予乾します。晴天が続いた場合、夏季では刈取り日を初日として3日目に、秋季では4日目に収穫するのが目安です。

原料草は帯状に配置されているので、集草の必要はなく、カッティングモードでロールベアラにより収穫・梱包し、ペールラッパで密封します（写真2）。フィルムは8層巻き以上をお勧めします。

ロールベアラ調製後、約1ヵ月半で安定したサイレージになります（表3、表4）。

慣行ロールベアラ体系で調製したロールベアラサイレージは牛への給与の際、茎の残飼や食滞を防ぐために、ペールカッタ等で細断して給与してください（写真3、図4）。

この収穫・調製法は反転・集草を行わないので、

礫や土砂の混入がなく、ペールカッタの刃の損耗を最小限に抑えることができます。

（2）フォーレージハーベスタ・細断型ロールベアラ体系（コントラクター向け）

TMRの原料として利用する場合は、この収穫体系をお勧めします。

モーアコンディショナで刈り、反転作業を行わずに水分70～75%程度まで予乾します。晴天が続いた場合、夏季では刈取り日を初日として2日目に、秋（10月中～下旬頃）では3日目に収穫するのが目安です（表3、表4）。

集草の必要はなく、フォーレージハーベスタで拾い上げ、切断、吹き上げを行い、細断型ロールベアラで受けて梱包し（写真4）、ペールラッパで密封

します。フィルムは8層巻き以上とし、長期貯蔵の場合はさらに巻き数を増やします。

終わりに

以上のように、高品質なロールベールをつくるために必要なことは、まず、①耐倒伏性や乾物率を基準にして地域に適した優良品種を選定すること、②堆肥の連用量や播種法に注意して、優良品種をていねいに作り込むこと、③その品種を適期に収穫することの3点です。

その上で、収穫作業の際に、モアコンディショナを利用して刈取り、反転作業を行わずに予乾することです。この方法は集草作業の必要もなくなりますので、ロールベール調製時の土砂や礫の混入を極力防ぐことが可能となり、ロールベールの発酵品質を良好にします。

本稿で紹介した技術や研究成果は、平成23年～25年に実施した県単プロジェクト研究「春播きエン麦と高消化性スーダン型ソルガムを組み合わせた年3回刈り体系による高品質粗飼料増産技術の開発」、

並びに平成25年～27年の研究期間で実施している農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「関東甲信越地域の気象資源とソルガム新品種を活用した省力多収飼料作物栽培技術の開発」から得られた成果の一部です。

高消化性スーダン型ソルガム「涼風」の栽培および収穫・調製技術については、長野県のホームページで公開していますので、ご活用ください。

(<http://www.pref.nagano.lg.jp/nogi/sangyo/nogyo/gijutsu/fukyugijutsu/201302/documents/1302h04.pdf>)



写真4 スーダン型ソルガムのフォーレイハーベスタ・細断型ロールベール体系による収穫（モアコンディショナで刈れば、茎の水分が早期に低下するので、反転・集草作業の必要はなく、土砂の混入もない）



写真3 ベールカッタによるスーダン型ソルガムロールベールサイレージの細断

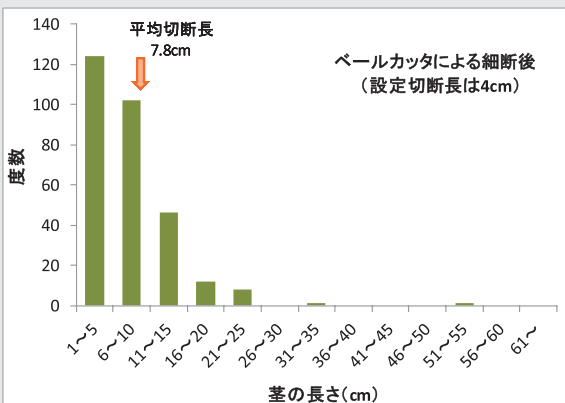
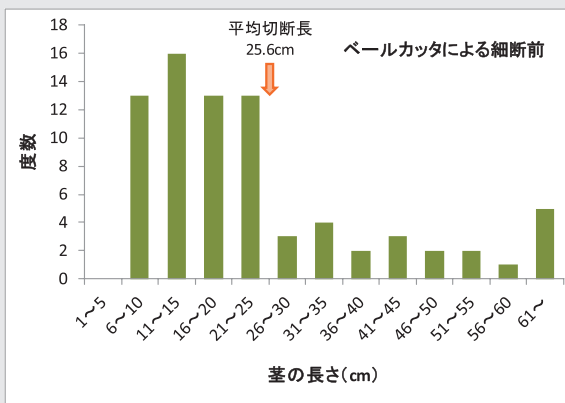


図4 スーダン型ソルガムロールベールサイレージのベールカッタによる細断効果