

細断型ロールベアラの紹介

はじめに

このところ、青刈りトウモロコシが見直されつつあります。それは土草牛の基本に立ち返ろうという動きと無縁ではないようです。自給飼料生産の重要性が再認識される中で、元々飼料作物の中で重要な位置にあったトウモロコシが再評価されているものと思われます。とはいえ、これまで減少を続けてきた原因のひとつとされている、炎天下での人手によるサイロ詰め作業等の労働面での問題が解決されない限り、トウモロコシの復興も一時的なものに終わってしまう恐れがあります。細断型ロールベアラとそれに対応したベールラッパは、トウモロコシの収穫調製作業を牧草生産並に省力化することをねらいとして、生研センター（旧生研機構）と農機メーカーが共同で開発したものです。平成8年度に開発研究を開始して以来、平成13年度からのメーカーとの共同による実用化研究、そして平成14年度から15年度にかけて全国10箇所で行われた実証試験を通して改良を重ね、いよいよ販売が開始される運びとなりました。ここでは、開発機の概要と実証試験を通して明らかになった優れたサイレージ性状等について紹介します。

1 細断型ロールベアラとベールラッパの概要

細断型ロールベアラ（以下、細断型ベアラ）は、

フォレージハーベスタやボンネットワゴン等から細断材料を荷受するホッパと、細断材料をこぼさずに高密度にロール成形する成形室、ネット供給装置から構成されています。成形室構造の違いにより、バーチェーン式（写真1）とローラ式（写真2）が



写真1 細断型ロールベアラ（バーチェーン式）



写真2 細断型ロールベアラ（ローラ式）

牧草と園芸／平成16年（2004）7月号 目次

- （府県向）秋播き牧草優良品種表 2
- 細断型ロールベアラの紹介 [志藤 博克] 1
- 東北地方における草地更新と草種・品種の選定について [近藤 聡] ... 6
- 泌乳曲線改良による低疾病・高乳量への改良 [富樫 研治] 10
- 稲発酵粗飼料専用乳酸菌「畜草1号」の紹介 [北村 亨] 13
- （府県向）夏播きムギ類ラインナップ表 3
- （府県向）中生直立型 イタリアンライグラス「ドライアン」表 4



「なつ乾草」
生育が早く、乾草が作り易い。

あります。バーチェーン式では、ホッパの前側が上下に回転するようになっており、後部ホッパ内のアジテータと併せて、ホッパ内の細断材料を均等かつ定量的に成形室に供給するようにしています。前部ホッパの回転やネット結束後のベール放出のためのチャンバの開閉といった一連の動作は自動で行われるため、操作はいたって簡単、スイッチをひとつ押すだけでOKです。ローラ式は成形室入口のオーガによって細断材料が定量供給されるとともに、細断材料が左右に振り分けられてエッジ部分のしっかりしたベール成形を実現しています。いずれのタイプもネットでベールを結束する時のネットの張力を高めることによって、幅広い材料水分に対しても良好なベール形状を安定して作ることが可能となりました。また、ネット結束時の引っかかり等のトラブルが発生した場合には、オペレータに警告を発生して未結束のまま放出するのを防ぐようになっています。さらに、ベール放出の時、ホッパに細断材料を一時貯留することにより、ノンストップで作業を続けることができます。表1に細断型ベラの主要諸元を示します。

細断ベールに対応したベールラッパ（以下、対応ラッパ）は、トラクタ半直装式の作業機で、細断ベールをアッパーアームとサイドアームにより崩さずに積載し、速やかに密封調製することができます（写真4）。機体真後ろでベールを積載することができるので、枕地が狭い段階でも、トラクタが進入できる幅さえあれば、作業が可能です。対応ラッパの作業能率をさらに向上させるため、ラップフィルムを2本同時に使うダブルストレッチ方式としました。また、ベール積み込み時にダンプする際にラップフィルムに引っ張られてターンテーブルが回転してしまうことを防ぐため、ダンプ時にターンテーブルをロックするようにしました。対応ラッパは22kW（30PS）以上のトラクタで作業が可能です。なお、従来の牧草で作られたロールベールにも、直径80～100cmのサイズであれば利用可能です。

細断型ベラで作られたベール（以下、細断ベール）の大きさは、直径約85cm、幅約90cmで、重さは実証試験結果の平均で333kg、乾物密度は同平均188kg/m³（含水率は同平均72%）でした（写真3）。ベール放出時に生じるロス、実証試験結果の平均で1.3%、ベール積載時及び密封時に生じるロス、平均0.2%であり、材料含水率の多少による差もほとんど見られませんでした。細断ベールの巻き数は、ハンドリング中に傷がつく可能性を考慮すると、牧



写真3 細断ベール



写真4 細断ベールに対応したベールラッパ

表1 細断型ロールベラの主要諸元

		バーチェーン式	ローラ式
機体の大きさ	全長 (mm)	4,880	4,950
	全幅 (mm)	1,905	1,850
	全高 (mm)	3,180	2,850
	質量 (kg)	1,707	1,800
	成形室	直径×内幅 (mm)	φ800×850
ホッパ容量	(m ³)	2	1.5
ネット幅	(mm)	1,200/1,000	1,060
所要動力	(kW)	15	20

草と同様に3回6層が推奨されます。

2 開発機の作業方法と現地適応性

細断型ベラは、多様な作業形態に適応するため、次の3通りの作業方法をとることができます。1つは、農家手持ちのフォレージハーベスタを装着したトラクタの後方に細断型ベラをけん引して作業するワンマン収穫（写真5）で、対応ベールラッパと組み合わせて2名で収穫・調製を行うことができます。1条ハーベスタを用いる場合は44kW（60PS）以上、2条ハーベスタを用いる場合は59kW（80PS）以上のトラクタを用いることをお勧めします。ちなみに73kWトラクタと2条刈ハーベスタを用い、長辺100m、短辺30mの圃場でワンマン収穫を行っ



写真5 ワンマン収穫作業風景



写真6 定置作業風景



写真7 伴走作業風景

た時の作業能率は約30 a / h でした。また、48kW (65PS) トラクタに装着して同時に作業を行った対応ラッパの作業能率は、25個 / h (15~20 a / h 相当) でした。対応ラッパも含めたワンマン収穫時の

延べ労働時間は、バンカーサイロ、スタックサイロといった現行体系と比較しておよそ1 / 2 となることが明らかになり (表2), 特に圃場一筆が30~50 a 以上の中規模圃場における作業で高い評価を得ました。なお、ワンマン収穫作業を行うためには、ハーベスタのミッションケースの後方にもPTO軸の出ている機種を選ぶ必要がありますのでご注意ください。

2つめは、定置作業 (写真6) で、22kW (30PS) 以上のトラクタで作業が可能となります。圃場の隅に定置して、リバース装着したハーベスタとボンネットワゴンやローダーバケットによる現行の収穫方法から荷受して作業します。小型多目的作業車による収穫とのマッチングも比較的容易でした。主に中山間地域や転作畑地域といった中小規模圃場における作業で有効性が認められ、特に人手によるサイロ詰め作業から解放された点が高く評価されました。また、大規模圃場においては、大型機械による圃場作業体系が確立されていることから、むしろその効率性を活かすために、畜舎周辺で定置作業を行うのが有効であるとの指摘を得ました。

3つめは、伴走作業 (写真7) で、手持ちトラクタでワンマン作業を行うには出力が足りない場合、22kW (30PS) クラスの小型トラクタがもう1台あれば、ハーベスタに伴走して作業することが可能になります。

3 サイレージ品質

1) 長期保存性と調製ロス

発酵品質はどの試験地においても非常に良好で、特に、長期保存性に優れていることが明らかになりました。一例を紹介しますと、同じ供試品種を同日に収穫し、FRP製サイロ (容積27m³ × 3基) と細断ベールのラップサイロに調製し、経時的にサイレージの発酵品質を比較する試験を行った結果、ラップサイロのサイレージ発酵品質は調製後10カ月を経てなおV-scoreが90以上の高品質を維持しました (表3)。また、サイロから取り出す時に発生す

表2 延べ労働時間の現行体系との比較 (単位: h・人/10a)

	細断型ロールベアラ体系	バンカーサイロ体系	スタックサイロ体系
使用機械	細断型ベアラ+2条ハーベスタ+85kW トラクタ, 対応ラッパ+70kWトラクタ	2条ハーベスタ+85kWトラクタ, フォレージワゴン3台 (3t, 2.9t, 2.4t) +59kWトラクタ, 70kWトラクタ2台	
作業人数	2人		5人
延べ労働時間	0.7	1.2	1.5

*ラップサイロは、隣接する圃場に保管し、バンカー及びスタックでは、圃場からサイロまでの移動時間は労働時間から除いた。

表3 細断ベールの発酵品質*1

調製後月数	ラップサイロ*2	FRP製サイロ*3	
	V-score	V-score	備考
3	96	95	開封直後
4	96	95	開封1カ月後
8	95	67	開封直後
10	93	65	開封2カ月後

*1 サイレージ含水率67~71% *2 3回6層巻き, 平均乾物密度192kg/m³
 *3 平均乾物密度:150kg/m³

表4 密封までの時間と発酵品質

成形~密封 経過時間	サイレージ含水率 (%)	pH	V-score	評価
0	75	3.7	100	良
3	76	3.8	93	良
6	76	3.8	93	良

るロスと変敗によるロスの量を両者で比較した結果、FRP製サイロでは50日の給与期間中に合わせて15%のロスが発生したのに対し、ラップサイロでは0.2%とほとんど生じませんでした。歩留まりの良いサイレージ生産が可能であることが明らかになったわけです。

なお、細断ベールによるサイレージの泌乳牛への給与試験（冬季）では、嗜好性、採食性ともに良好であり、乳質、乳量にもなんら問題は見られませんでした。今後、乳量が低下しがちな夏季の給与試験の実施が期待されます。

2) 小規模農家への適応性

飼養頭数が10頭以下の農家での利用を想定し、1個の細断ベールを一度に解体せずに、毎日少量ずつを取り出した時のサイレージ発酵品質を調査しました。10~12カ月貯蔵した細断ベールから、最高気温32度、平均気温26度の環境下において毎日60kgずつ上部から取り出して利用した場合（サイレージ含水率70~77%）、4日目までフリーク値が80以上を維持し、給与が可能でした。また、最高気温28度、平均気温18度の環境下において30kgずつ取り出した場合（サイレージ含水率60~71%）では、8日目までフリーク値が90以上でした。これらの結果から、細断ベールを一度に崩さなければ、小規模農家でも細断ベールによるサイレージを利用することは十分に可能と判断されます。農家数件での細断型ベールの共同利用、あるいは農業公社やコントラクタへの導入を図っての利用が想定されます。

3) 密封までの時間差による影響

細断型ベールに大型のトラクタとハーベスタを用いた場合、対応ラップの作業が追いつかなくなる場

合があります。この場合は、密封したベールをとりあえず刈り株で傷つかない場所に置き、集積と運搬は後回しにする等、対応ラップの作業能率が最大となるような作業方法をとるとともに、一日の処理量に対応ラップの能力に合わせる必要があります。良質なサイレージを得るためには、細断ベールは成形後速やかに密封するのが基本です。しかし、ベール成形から密封まで時間が空くことが避けられない事情が発生した場合、密封の遅れがサイレージ品質に及ぼす影響が懸念されます。細断ベールを成形直後から6時間後まで最高気温32度、平均気温26度の環境下に放置してから密封し、2カ月間貯蔵した試験の結果、開封したサイレージ（含水率75~77%）の発酵品質は、pHが3.8程度、V-scoreが90以上であり、給与試験における乳牛の嗜好性にもほとんど差が見られず、実用面での問題はないと評価されました（表4）。この試験では結果が良好でしたが、収穫時の熟期が前後にずれたり、雨に当たるなどの条件が重なると品質は劣化する恐れがあるため、やはりベール成形後はできるだけ速やかに密封する必要があります。

4) 排汁について

細断型ベール体系では、収穫時期が適切であれば、排汁の心配もなく誰でも容易に高品質なサイレージ作りができます。しかし、昨年のように冷夏の影響でどうしても早刈りせざるを得ないような場合もあります。収穫時の含水率が75%を超えるとラップサイロ内に排汁が発生する確率が高くなります。乳熟期（含水率80%）に収穫・密封調製し、2~6カ月貯蔵したサイレージの発酵品質を調査したケースでは、ラップサイロ内に排汁がたまっていた



写真8 予乾牧草の収穫作業風景

ものの、フリーク値は90以上でした。このケースでは、発酵品質に問題は見られませんでした。排汁の発生は栄養価のロスとなるだけでなく、フィルムが破損する等の悪条件が重なった場合には、品質低下を招く恐れがあることから、本来のサイレージ品質を得るためにはできるだけ適期収穫を心がけることが重要です。

5) 土の付着の影響

トウモロコシ畑ではベールが放出された時に土が付着する場合があります。そこで、土の付着した細断ベール(含水率72%)を2カ月貯蔵した後に開封し、発酵品質を調査しました。その結果、土が付着した部分のフリーク値は54、V-scoreは79と他の部分(フリーク値84、V-score=93)よりも劣っていましたが、その重量割合は0.3%とわずかでした。また、土はネットの表面に付着しており、ベールを解体する時にネットを除去すると、大部分が取り除かれます。さらに残った付着部分を取り払えば十分に利用できるかと判断されます。土の付着が多く、発酵品質への影響が懸念される時は、密封作業前に払い落としておくことをお勧めします。

3) 細断ベールのハンドリングと解体

細断ベールの解体は容易で、カッターナイフでネットをフィルムごと切って取り除くか、フィルムを取り去った後にネットを巻き取って外します。適期に収穫したものであれば、ネットを外した後もしばらくは崩れずに形をとどめています。ほぐすときはスコップやフォークで容易に行えます。ラップサイロのハンドリングは、ベールグラブで行えますが、サイズの割に重いので、特に小型トラクタを用いる場合は前後バランスに気をつけ、必要に応じて付加ウェイトを装着するようにしてください。

4) 他草種への適用

条播したソルゴー型ソルガムは、トウモロコシと

同様の機械装備で収穫作業が可能でした。散播したスーダン型ソルガムをフレール式ハーベスタで収穫した場合には、切断長が20cm以上と長くなり、細断型ベールのホッパ内にあるアジテータに巻きついて作業が滞ることがあり、また、ベールの密度も細断した場合よりも低くなりました。発酵品質、作業性の他、収量や栄養価を勘案するとソルガム類の中では、ソルゴー型が最も細断型ベール体系に適しているものと判断されます。

予乾牧草等ではピックアップ装置装着のハーベスタの利用により作業が可能でした(写真8)。74kW(100PS)トラクタと拾上げ幅1.5mのハーベスタを用いて予乾したローズグラス(含水率約52%、集草列収量3.7kg/m)を収穫した時の作業速度は0.7m/sと、トウモロコシ収穫時の作業速度約1m/sよりも遅くなりましたが、ベールの平均乾物密度は255kg/m³と、対照区で用いた可変径式ベール(切断なし、成形室直径1.2m)で作ったベールの乾物密度(218kg/m³)よりもさらに高くなりました。

さいごに

試験に協力してくださった農家の方々からの評価は概ね高く、開発機の操作が簡単、従来体系よりも作業期間が短縮化した、サイロ詰めと取り出し作業が楽になった、サイレージ品質が非常に良い、等の評価をいただきました。また、固定サイロの増設をせずに規模拡大を図ることが可能、分散している圃場でもスタックサイロに替えて利用できる、しばらくトウモロコシは止めていたがこの機械を使ってまた始めたい、といったコメントもいただきました。この新しい技術体系が、わが国の酪農・畜産経営に貢献できることを切に願います。細断型ベールは345万円、対応ラップは180万円(いずれも税別)で(株)タカキタならびにスター農機(株)から販売されます。

なお、試験の実施に当たっては独立行政法人家畜改良センター、北海道立根釧農業試験場、岩手県農業研究センター畜産研究所、福島県畜産試験場、群馬県畜産試験場、三重県科学技術振興センター畜産研究部、岡山県総合畜産センター、おかやま酪農農業協同組合、愛媛県畜産試験場、熊本県農業研究センター畜産研究所、宮崎県畜産試験場に多大なご尽力を賜りました。また、株式会社タカキタ並びにスター農機株式会社には試験機の製作から改良、圃場試験の実施にいたるまで多大なご協力を賜りました。記して深甚なる謝意を表します。