

# 細断型ロールベアラで作る高品質でムダのないサイレージ

## 1 はじめに

米国のバイオエタノール増産に伴う穀物飼料の世界的な高騰、生乳の生産制限と我が国の酪農はこれまでになく厳しい状況に置かれています。特に生乳生産費の約半分を占める飼料代の圧迫は酪農経営に大きな打撃を与えています。こうした中で、これまで以上に自給飼料の増産が叫ばれ、しかも低コストで高品質であることが強く求められています。細断型ロールベアラはこうした声に応えるために開発された作業機です。

## 2 細断型ロールベアラとは

細断型ロールベアラは、フォレージハーベスタで収穫・細断したトウモロコシを荷受して、高密度なロールベールに成形できる作業機です。成形室構造の違いにより、バーチェーン式とローラ式の2種類がそれぞれ市販化されています(写真1、2)。これらのタイプは府県の中規模経営向けに開発されたもので、ロールベールの直径は約85cm、幅が約90cmで、重さが330kg前後(トウモロコシ含水率72%の時)となります。フォレージハーベスタのアタッチメントをピックアップユニットに交換すれば、牧草にも利用することができます。

使い方は次の3通りです。1つめは圃場の隅等でローダーバケットなどから細断材料を荷受けしてロール成形を行う「定置作業」です(写真3)。フォレージハーベスタをトラクタの後部に装着して、後進しながら収穫を行う方法(リバース作業)に対応するものです。2つめは、ハーベスタに併走して作業を行う「伴走作業」です(写真4)。この方法は、30PS級のトラクタがあれば作業ができます。定置作業による枕地処理の後、そのまま伴走作業に移行することができ、能率的な組作業ができます。



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)



写真3 定置作業風景



写真4 伴走作業風景



写真5 ワンマン作業風景

3つめは、フォレージハーベスタをサイドに装着したトラクタの後方に細断型ペーラをけん引して作業する「ワンマン作業」(写真5)で、ベールラップと組み合わせて2名で収穫と調製を高能率に行うことができます。

### 3 細断型ロールペーラのバリエーション

「大きいサイズのロールペールができないか?」との大規模経営からのご要望に応え、直径1.15m、幅1m、重さが約800kgのロールペールができる大型も開発されました。これはベールラップも一体化した定置作業専用機で「細断型コンビラップ」の商品名で今年から販売が開始されます(写真6)。この機械を畜舎周辺に置いて、圃場から運搬してきた細断トウモロコシをホッパに投入すれば自動的にロール成形と密封を行いますので、省力的にサイレージ調製ができます。また、一旦バンカーサイロに詰められたサイレージを翌春、二次発酵が進む前に細断型コンビラップでラップしてしまえば、発酵品質を損なうことなくロスも抑えることができます。しかも収



写真6 細断型コンビラップ

穫シーズンをきれいなサイロで迎えることができます。

この他、直径1m、幅85cmのロールペールができる、いわば中型の細断型コンビラップが今年から発売が予定されています。さらに、これと同じサイズでベールラップがついていない代わりに、細断型ロールペーラと同様、ワンマン作業や伴走作業も可能な中型細断型ロールペーラも発売予定です。

さらに、生研センターでは、ハーベスタを装備した自走式の細断型ロールペーラである「汎用型飼料収穫機」を農機メーカーと共同で開発中です(図1)。これは府県のコントラクターや飼料生産組織をターゲットにしたもので、軟弱圃場が多い水田基盤でも機動性が高く、1台でトウモロコシ、飼料イネ、牧草と多様な作物に対応することができます。平成21年の市販化を目指して急ピッチで開発を進めています。

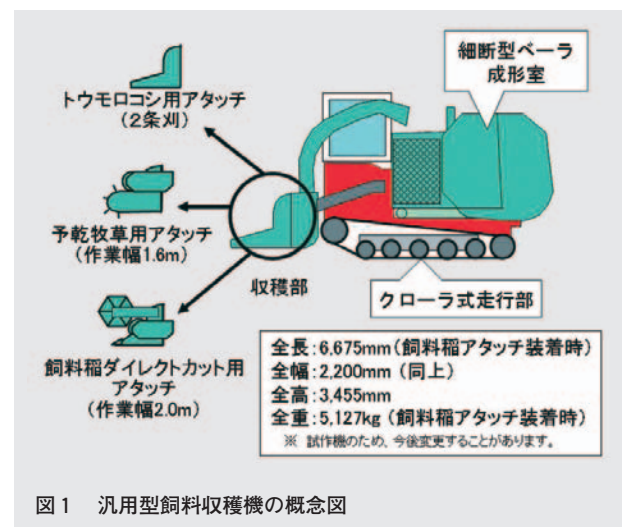


図1 汎用型飼料収穫機概念図

#### 4 細断型ロールペーラで調製したサイレージの特長

細断型ロールペーラの開発では、2年間にわたって全国10箇所で行ったサイレージの品質調査では、高品質で長期保存性に優れ、ロスが少ないという特長が明らかになりました。

##### 1) ロールペールの質量と乾物密度

ロールペールの平均重量は336kg（平均含水率72%）で、含水率が高いほど重くなる傾向があり、271～396kgの範囲に分布しました（含水率66～83%）。乾物密度は平均183kg/m<sup>3</sup>で、これは垂直型サイロに4～6mに積み上げた時の底部の密度に相当します。

なお、調査したロールペールは、いずれも良好な形状であり、密封後は、2段積みにしての貯蔵が可能でした。

##### 2) 貯蔵期間と発酵品質

2ヶ月間貯蔵したものと3～12ヶ月の貯蔵を経たものについてサイレージの発酵品質を調査しました。その結果、貯蔵2ヶ月後の発酵品質は、pHが4.0未満で酪酸の生成は見られず、フリーク評点が平均94、V-scoreが平均96と非常に良好でした。また、密封後3～12ヶ月間貯蔵した場合の発酵品質も良好であり、調製12ヶ月後までの間、pH、V-scoreはほとんど変わらずに推移しました（図2）。

また、貯蔵から給与にかけて生じるロスを調査したところ、細断型ロールペーラで調製したサイレージ（8ヶ月間貯蔵）では、ピンホールなどによる二次発酵のために廃棄しなければならなかった部分が調査期間50日間で0.03%とほとんどありませんでした。ちなみに、同じトウモロコシ品種を同じ日にFRP製のタワー型サイロ（容量27m<sup>3</sup>）に調製し、同じ期間貯蔵したサイレージでは、サイロの開封から使い切るまでの50日間に生じたロスが約15%ありました。

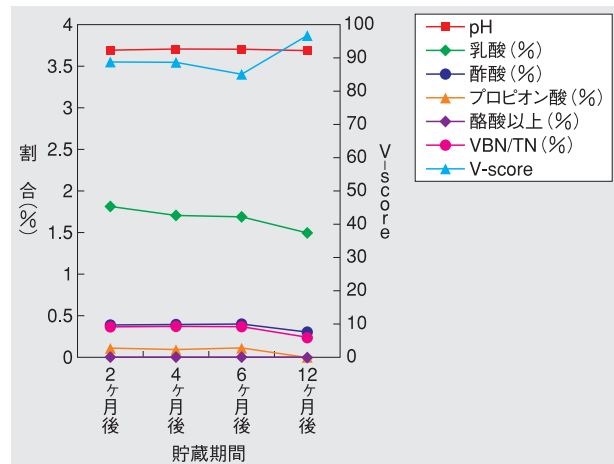


図2 貯蔵期間とサイレージの発酵品質

##### 3) 土の付着が発酵品質に及ぼす影響

ペーラからロールペールが放出される時に土が付着することがあり、発酵品質への影響が懸念されたため、土が付着したロールペールを密封調製後2ヶ月間貯蔵し、その発酵品質を調査しました。その結果、土が付着した部分の平均面積のペール全表面積に対する割合は4.6%、質量割合にして0.3%でした。土が付着した部分は、対照区に比べてpHが高く、乳酸含量は少なく、逆に酢酸含量が高くなったものの、V-scoreは79であり、不良発酵とは認められませんでした（表1）。また、土が付着した部分とそれ以外の全体を混和した際の品質は、土が付着していないものと比較してフリーク評点が64と低い結果となりましたが、V-scoreでは96と遜色がなく、実用面での問題はありませんでした。ただ、2ヶ月以上保存した場合の品質は確認していないため、作業時に土の付着を確認したサイレージは、早めに給与するのが望ましいでしょう。

##### 4) 小規模経営への適応性

飼養頭数10頭以下の小規模農家での利用を想定し、1個のロールペールから少量ずつ取り出した時の発酵品質の経時的変化を調査しました。1日あたりの取り出し深さは18cm（60kg相当）としました。サイレージの取り出しは、カッターナイフでラップサイロ上面のフィルムを切開し、サイレージフォー

表1 土の付着の発酵品質への影響

	含水率 (%)	pH	現物割合 (FM%)			VBN/TN (%)	フリーク評点	V-score
			乳酸	酢酸	酪酸			
付着部分	75	4.1	0.72	1.02	0	10.7	54	79
全体*	72	3.9	0.97	0.57	0	5.4	64	96
対照	72	3.8	1.55	0.47	0	7.5	84	93

\*土が付着したロールペールを解体し、全体を攪拌して採取したサイレージの分析結果

表2 少量取り出し時の発酵品質の推移

	含水率 (%)	pH	現物割合 (FM%)			フリーク評点	V-score	サイレージ温度(℃)
			乳酸	酢酸	酪酸			
東北								
1日目	59	3.9	1.70	0.38	0.00	-	99	-
2日目	60	3.9	1.69	0.33	0.00	-	99	-
3日目	62	3.9	1.70	0.27	0.00	-	100	-
4日目	65	3.9	1.89	0.33	0.00	-	100	-
5日目	67	3.9	1.74	0.37	0.00	-	99	-
九州								
1日目	70	3.7	1.20	0.33	0.08	90	-	30.0
2日目	71	3.7	1.04	0.22	0.00	98	-	29.0
3日目	73	3.7	1.12	0.36	0.00	96	-	35.5
4日目	77	3.8	0.71	0.35	0.02	94	-	40.0
5日目	76	4.0	0.53	0.22	0.00	94	-	40.0

表3 高水分材料の発酵品質

	含水率 (%)	pH	現物割合 (FM%)			VBN/TN (%)	フリーク評点
			乳酸	酢酸	酪酸		
貯蔵2ヶ月後	77	3.8	3.70	0.65	0.00	13.3	100
	70	3.7	2.66	0.60	0.00	7.6	98
貯蔵6ヶ月後	79	3.8	2.33	0.76	0.00	6.47	93

ク等でベールの上部から、残りの部分を崩さないように留意して行いました。取り出し後のラップサイロは切開したフィルムを被せて畜舎内に保管しました。試験地は、平均最高気温30度、平均気温26度の九州地域、平均最高気温28度、平均気温24度の東北地域の2箇所で行い、いずれの試験地でも10ヶ月間貯蔵したサイレージを使用しました。

九州地域では、開封3日目まではpH、有機酸含量ともに変化は見られず、4日目からpHの若干の上昇と乳酸の減少が見られましたがV-scoreは5日間90以上を維持しました。また、サイレージ表面から5cmの深さでの温度が30~40℃で推移し、二次発酵の特徴である温度の急激な上昇は見られませんでした。東北地域では、5日間、品質の変化は見られず、フリーク評点が99点以上で推移しました(表2)。

小規模経営でも、共同購入あるいは細断型ロールベアラを導入したコントラクタを利用することで、高品質で長期保存性に優れたサイレージを利用することができる訳です。

### 5) 高水分材料をラップサイロ貯蔵した時の発酵品質

高品質なサイレージに調製するためには、トウモロコシの含水率が75%以下になる黄熟期に収穫することが推奨されていますが、例えば、天候不順等により生育の遅れが生じた場合、二期作や二毛作の作業スケジュールの関係上、やむを得ず高水分の状態での収穫せざるを得ない場合もあります。通常ならサ

イレージ品質の低下はある程度覚悟しなければなりません。そこで、細断型ロールベアラで乳熟期に収穫調製して2ヶ月間及び6ヶ月間貯蔵した時のサイレージ発酵品質を調査しました。

調査したロールベールからは、排汁がフィルムの隙間から外部へしみ出し、内部にも排汁が大量に溜まっていたましたが、内部の排汁は異臭が感じられませんでした。発酵品質は、黄熟期(含水率72%)に収穫調製したサイレージと比較してもほとんど変わらず良好でした(表3)。また、2ヶ月間貯蔵したものと6ヶ月間貯蔵したのものにも違いは見られませんでした。

発酵品質が良くても水気が多過ぎるサイレージは嗜好性が劣ります。そこで、給与する前日にロールベールの底部近くにくいつか穴を開けておけば給与する時までには排汁を抜くことができます。また、「排汁が溜まるほどではないがロールベールの下部がビシャビシャした感じになる」といった場合には、給与前日にロールベールをひっくり返しておいて下さい。そうすれば水分が均等になり、牛が嫌うこともなくなります。

若刈りした高水分材料でも発酵品質が保たれることがわかりましたが、排汁による栄養ロスは避けられません。基本的には適期収穫を心がけるのが望ましいでしょう。

## 6) トウモロコシ以外の作物への適応性

トウモロコシ以外の作物に細断型ロールベアラを使った時にはどのようなサイレージができるのでしょうか。そこで、ソルガム、ローズグラス、エン麦の収穫調製作業を行い、それらのサイレージ発酵品質を調査しました。ソルガムは1番草と再生草を収穫調製し、ローズグラスは1日、エン麦は半日予乾してから収穫調製を行いました。収穫方法は、ソルガムはコーンハーベスタ、ローズグラスとエン麦は、ピックアップユニットを取り付けたフォレージハーベスタで収穫・細断した材料を細断型ロールベアラで受ける方法としました。また、ローズグラスでは成形室直径120cmの可変径式ロールベアラ(切断機能なし)で収穫調製し、さらに、エン麦でも成形室直径90cmの市販定径式ロールベアラ(切断機能なし)で収穫調製して細断型ロールベアラで調製したサイレージと発酵品質を比較しました。

ソルガムの1番草は、V-scoreが90以上の高品質なサイレージとなり、再生草でも含水率が79%と高いにもかかわらず1番草と同様の高い発酵品質となりました。

ローズグラスは、プロピオン酸の生成が若干見られたものの、V-scoreが87と高く、従来の可変径式ロールベアラで梱包されたロールベアラと比較して、乾物密度が17%高く、発酵品質もpH、乳酸含量、プロピオン酸含量で差が見られました。

エン麦は予乾期間が短く含水率が高かったため、pHが4.2と若干高めとなりましたが、V-scoreは94の良質発酵となりました。従来の定径式ロールベアラで梱包されたロールベアラと比較すると、細断ベアラの乾物密度は2倍近くに達しました。発酵品質では特に両者に違いは見られませんでした。同

等のサイズのロールベアラならば、その数を半分近くに減らすことができ、資材費の節約に繋がります。

表4に結果を示します。

## 5 まとめ

このように細断型ロールベアラで調製したサイレージには多くの長所があります。実際、細断型ロールベアラを導入された酪農家の方々からは、「サイロ詰め作業から解放されて心身ともに楽になった」、「雨を気にせずに、ちょっとした時間も利用して作業できるようになりスケジュールの自由度が増えた」、「サイレージの品質が保たれたまま通年給与できるようになった」、「ロスが大幅に減った」などの評価を頂いています。少し手前味噌ですが中には、「この機械ができたからもう一度トウモロコシを作る気になった」とおっしゃってくださる方も少なからずいらっしゃいます。しかし、ロールベアラ体系に移行することで資材費がかかることを心配される方もいらっしゃるかと思います。これについて、島根県農業技術センター技術普及部や鳥取県などが行った調査では、細断型ロールベアラ体系によるサイレージ生産費が慣行体系(半地下サイロ)よりも若干安くなるという結果が示されています。もちろん作業体系の組み方によっては逆に生産費が高くなる事例もありますが、必ずしも新しい機械の導入や資材費がコストアップの要因になるとは限りません。導入の際には細断型ロールベアラの能力を最大限に発揮できるよう、作業体系、作付面積、共同利用の可否などを検討して下さい。

表4 トウモロコシ以外の作物の発酵品質

	含水率 (%)	乾物密度 (kg/m <sup>3</sup> )	pH	現物割合 (FM%)				VBN/TN (%)	V-score	
				乳酸	酢酸	酪酸	プロピオン酸			
ソルガム	71	176	3.8	2.29	0.47	0.00	-	8.3	92	
再生ソルガム	79	122	3.7	1.25	0.28	0.00	-	5.3	99	
エン麦	細断	78	214	4.2	1.65	0.43	0.01	-	7.6	94
	対照	76	121	4.2	2.36	0.34	0.00	-	5.9	97
ローズグラス	細断	59	255	4.0	3.24	0.27	0.00	0.41	0.00	87
	対照	59	218	5.3	1.54	0.19	0.05	0.60	0.05	73