

## 細断型ロールベアラによるトウモロコシサイレージの調製技術の検証

折原健太郎・益田富男<sup>1</sup>・水宅清二・秋山清  
 (<sup>1</sup> 神奈川県足柄上地域県政総合センター)

### Local Proof of the Corn Silage Making by Roll Baler for Chopped Material

Kentaro ORIHARA, Tomio MASUDA, Seiji MIZUYA and Kiyoshi AKIYAMA

細断型ロールベアラを用いたトウモロコシサイレージの調製技術について、その特性を明らかにするため、従来体系と比較検討した。

ロールベアラ体系は、ワンマン方式及び伴走方式で作業した場合、従来体系と比較して作業従事者数の減少、総労働時間の短縮により省力化が図れた。定置方式では、作業従事者数は減少したが、総労働時間は増加した。

ロールベアラ体系の消耗品は、ラップフィルムを8層巻きとした場合、800円/個となり、乾物及びTDN1kg当たり、それぞれ8.4円及び12.4円程度になると考えられ、従来体系の約20倍となった。

ロールベアラ体系で調製したサイレージの発酵品質は、調製後24ヶ月までVスコアは80以上であり、良質なサイレージの長期保存ができたが、従来体系では、3月以降開封後の日数の経過に従いVスコアは低下した。

キーワード：細断型ロールベアラ、トウモロコシサイレージ、省力化、発酵品質

本県では、「神奈川都市農業推進条例」を定め、安全・安心な食料等の供給を推進しており、また「かながわ農業活性化指針」において、安全・良質な飼料の増産を目標としている。

飼料用トウモロコシは、本県の主力飼料作物であり、高栄養で多収量であることから、自給飼料の増産を図るためには、飼料用トウモロコシの作付面積を拡大することが、重要な手段であると考

えられる。

ロールベアラサイレージ体系は、牧草などで省力的な飼料収穫方法として普及している。近年、飼料用トウモロコシ等の長大作物のロールベアラサイレージ体系を可能にする細断型ロールベアラが開発され、飼料用トウモロコシの収穫・調製の省力化が期待されている。

細断型ロールベアラの特徴は、収穫・調製作業

表1 トウモロコシサイレージの収穫・調製作業の概要

|         | ロールベアラ体系  |   |  |  | 従来体系                                     |
|---------|---|---|--|--|--|
|         | ワンマン・1条   | ワンマン・2条   | 伴走・1条  | 定置・1条  | 伴走・1条                                    |
| 作業方式    | ワンマン  | ワンマン  | 併走   | 定置   | 併走                                       |
| ハーベスタ形式 | 1条  | 2条  | 1条   | 1条   | 1条                                       |
| サイロ形式   | ロールベアラ  | ロールベアラ  | ロールベアラ   | ロールベアラ   | 地下式角型                                    |
| 使用機械    | 細断型ロールベアラ<br>1条ハーベスタ<br>90psトラクター<br>自走式ラップマシーン | 細断型ロールベアラ<br>2条ハーベスタ<br>90psトラクター<br>自走式ラップマシーン | 細断型ロールベアラ<br>90psトラクター<br>1条ハーベスタ<br>84psトラクター<br>自走式ラップマシーン | 細断型ロールベアラ<br>90psトラクター<br>1条ハーベスタ<br>ダンプトラック(2t)<br>2m <sup>3</sup> ローダー<br>自走式ラップマシーン | 1条ハーベスタ<br>90psトラクター<br>ワゴン<br>84psトラクター |



ワンマン方式



伴走方式



定置方式

図1 細断型ロールベアラの作業方式

の省力・少人数化及び高品質サイレージの調製とされている<sup>1)</sup>。

本県においても、自給飼料増産のキーテクノロジーとして期待されている細断型ロールベアラによる飼料用トウモロコシのロールベールサイレージ体系を普及するためには、従来法と比較して、これら特性を検証することが重要である。

本試験は、当センターで従来行っている飼料用トウモロコシを地下式角形サイロ（以下、地下サイロ）でサイレージ調製する方法と比較することにより、細断型ロールベアラの特徴について検証した。

### 材料及び方法

表2 消耗品の種類及び価格

| 体系       | 種類      | 定価(税込:円) | 備考             |
|----------|---------|----------|----------------|
| ロールベール体系 | ラップフィルム | 15,750   | (株)タカキタ 50cm幅  |
|          | ネット     | 34,650   | (株)タカキタ 100cm幅 |
| 従来体系     | ビニールシート | 35,000   | シーアイ農ビ 3m×100m |

注) 価格は2004年8月の価格

### 1. トウモロコシサイレージの収穫・調製

供試材料は、当センターの飼料生産ほ場において、当センターの慣行法により4～6月に播種し7～9月に収穫した、トウモロコシを用いた。

トウモロコシサイレージの収穫・調製体系の概要は表1に示した通りである。

細断型ロールベアラを用いた収穫・調製体系（以下、ロールベール体系）は、1条刈り又は2条刈りコーンハーベスタを用い、トラクターで牽引した細断型ロールベアラに直接トウモロコシを収穫するワンマン方式（以下、ワンマン・1条及びワンマン・2条）、1条刈りコーンハーベスタで収穫し、細断型ロールベアラを牽引したトラクターが伴走する伴走方式（以下、伴走・1条）、定置した細断型ロールベアラにローダーでトウモロコシを詰め



収穫・調製



密封



貯蔵・保管



運搬

図2 細断型ロールベアラを用いたトウモロコシサイレージの収穫・調製作業体系（ワンマン方式）

込む定置方式（以下、定置・1条）の3方式とした。いずれも細断型ロールベアラで成形したロールベールは、速やかに自走式ラップマシーンでラップフィルムを4回8層巻で密封し、ほ場で一時保管し、後日保管場所に運搬し、使用時まで防鳥網はかけず露地で保存した。

細断型ロールベアラの作業方式を図1、ワンマン方式での収穫・調製作業体系を図2にそれぞれ示した。

従来体系は、当センターで行っている地下サイロを用いたトウモロコシサイレージの収穫・調製作業とした。即ち、1条刈りコーンハーベスタを用いて収穫し、トレーラーを牽引したトラクターが伴走して荷受けし、地下サイロまで運搬して投入し、人力で踏圧した後、ビニールシートで密封した。地下サイロ1基の大きさは、幅2.5m、奥行き3.0m、深さ4.0mで容量は30m<sup>3</sup>であった。

作業時間は、ロールベール体系では、自走式ラップマシンの作業終了時まで、従来体系では、ビニールシートで密封終了時までをそれぞれ計測した。

## 2. 消耗品

サイレージ調製に使用した消耗品及び価格は表

2に示した通りである。

ロールベール体系は、成形したロールベールを結束するネット及び密封するラップフィルム、従来体系は、地下式サイロを密封するためのビニールシートとした。価格はそれぞれ2004年8月における定価を示した。

## 3. 発酵品質の評価

サイレージの発酵品質評価のため、ロールベールサイレージは、調製後1、3、6、9、12、15、18及び24ヶ月後に3個開封し、地下サイロは、調製後2ヶ月後から各サイロの開封時（上段）、開封2週間後（中段）及び4週間後（下段）からそれぞれ給与時にサンプルを採取し、その後の分析に供した。地下サイロは、10月から7月まで使用し、概ね開封後1ヶ月で1基を使用した。

採取したサイレージは、常法により速やかに蒸留水で抽出液を調製し、揮発性塩基態窒素(VBN)及び有機酸をそれぞれ蒸留法及び高速液体クロマトグラフィー法により分析した。乾物率は、70℃で2日間通風乾燥して求めた。総窒素は、ケルダール法により分析した。発酵品質は、V-スコアにより評価した。



表3 作業体系別収穫・調整作業の概要

| 作業体系                        | ロールベール体系 |      |      |      | 従来体系              |
|-----------------------------|----------|------|------|------|-------------------|
|                             | ワンマン     |      | 伴走   | 定置   | 伴走                |
|                             | 1条刈り     | 2条刈り | 1条刈り | 1条刈り | 1条刈り              |
| 収穫量 (t DM/10a)              | 1.48     | 1.49 | 1.07 | 1.82 | 1.52              |
| 乾物率 (%)                     | 30.7     | 25.7 | 29.1 | 29.1 | 28.3              |
| 作業時間 (分/10a)                | 45       | 52   | 34   | 104  | 35                |
| 作業従事者 (人)                   | 2        | 1    | 3    | 2    | 3~6               |
| 総労働時間 (分/10a) <sup>注1</sup> | 90       | 52   | 102  | 208  | 140 <sup>注2</sup> |

注1) 作業時間×作業従事者数

注2) 作業従事者数は、4人で計算した

## 結 果

### 1. 省力化の検討

作業体系別収穫・調製作業の概要は表3に示した通りである。

収穫・調製に従事した作業従事者数は、ロールベール体系では、ワンマン作業の場合、ワンマン・1条では、ロールベールから放出したロールベールがトラクターの進路をふさぐため、速やかに移動することが必要であり、作業効率を考えると、2人で作業する必要があった。ワンマン・2条では、放出したロールベールがトラクターの進路をふさぐことがなく、連続して作業することが可能であったため(図3A)、ほ場のトウモロコシを全て収穫した後、ラップマシーンにより密封を行うことが可能であり(図3B)、全ての作業を1人で行うことが可能であった。

伴走・1条の場合、ハーベスタを装着したトラク

ター、細断型ロールベールを牽引したトラクター及びラップマシンのオペレーターの3人であった。定置・1条の場合は、2人のオペレーターが、収穫時はトラクター及びダンプトラック、収穫後はローダー及びラップマシンの操作を行った。

従来体系では、トラクターのオペレーター2人の他に踏圧作業に1~4人程度加わり、合計3~6人であった。

収穫・調製の作業時間は、ロールベール体系では、ワンマン・2条の場合は52分/10a、ワンマン・1条の場合は45分/10a、伴走・1条の場合は34分/10a、定置・1条の場合は104分/10aであった。

従来体系は、35分/10aであった。

総労働時間(作業時間×作業従事者数)は、ロールベール体系では、ワンマン・2条の場合は52分/10a、ワンマン・1条の場合は90分/10a、伴走・1条の場合は102分/10a、定置・1条の場合は208分/10aであった。



図3 2条刈りコーンハーベスタを用いたワンマン方式での収穫・調製作業

A: 収穫時にロールベールがトラクターの進路をふさがない

B: 収穫後にラップマシーンに乗り替えて密封

表4 サイロの概要

| サイロ形式                      | ロールベール     | 地下サイロ          |
|----------------------------|------------|----------------|
| 形                          | 円柱形        | 立方形            |
| 大きさ                        | φ85cm×85cm | 2.5m×3.0m×4.0m |
| 容積(m <sup>3</sup> )        | 0.48       | 30             |
| 詰め込み重量(kg)                 | 350        | 18,000         |
| 詰め込み密度(kg/m <sup>3</sup> ) | 730        | 600            |

表5 サイロ形式の違いによるトウモロコシサイレージの発酵品質の違い

| サイロ形式      | n  | pH              | 有機酸(%)      |               |               | VBN/TN           | V-スコア             |
|------------|----|-----------------|-------------|---------------|---------------|------------------|-------------------|
|            |    |                 | 乳酸          | 酢酸            | 酪酸            |                  |                   |
| ロールベール     | 68 | 3.68 ± 0.12 a   | 1.35 ± 0.23 | 0.36 ± 0.21 a | 0.00 ± 0.00 a | 7.17 ± 1.50 a    | 94.29 ± 3.71 a    |
| 地下サイロ (上段) | 13 | 3.79 ± 0.24 a,b | 1.23 ± 0.49 | 0.64 ± 0.31 b | 0.01 ± 0.03 a | 9.51 ± 2.74 a,b  | 85.32 ± 10.24 a,b |
| 地下サイロ (中段) | 12 | 3.73 ± 0.25 a,b | 1.40 ± 0.57 | 0.71 ± 0.27 b | 0.00 ± 0.01 a | 11.96 ± 3.79 b,c | 76.52 ± 15.12 b   |
| 地下サイロ (下段) | 13 | 3.89 ± 0.31 b   | 1.29 ± 0.65 | 0.97 ± 0.40 c | 0.16 ± 0.26 b | 16.09 ± 6.95 c   | 53.36 ± 32.20 c   |

注) 異文字間に5%水準で有意差有り

従来体系は、作業従事者数が4の場合は、140分/10aであった。

## 2. 消耗品

ロールベール体系では、ネットは1当たり約150個のロールベールが作成できた。ラップフィルムは8巻きの場合、2で約55個のロールベールサイレージが作成できた。この時の、消耗品の経費は、ロールベール1当たり約800円となった。

従来体系では、地下サイロを密閉するために1基当たり約5mのビニールシートを使用した。この時の消耗品の経費は、サイロ1基当たり約1,750円であった。

## 3. サイレージの発酵品質

ロールベール及び地下サイロの概要は表4に示

した通りである。

サイロの詰め込み密度は、ロールベールは730kg/m<sup>3</sup>で、地下サイロは平均では600kg/m<sup>3</sup>であった。

これらのサイロで調製したサイレージの発酵品質、サイレージ調製後月数別のV-スコア及びサイレージ給与月別のV-スコアは、表5、図4及び5にそれぞれ示した通りである。

ロールベールは、pHは3.68±0.12、乳酸は1.35±0.23、酢酸は0.36±0.21、酪酸は0、VBN/TNは7.17±1.50、V-スコアは94.29±3.71と良好な発酵品質を示した。地下サイロ上段は、pHは3.79±0.24、乳酸は1.23±0.49、酢酸は0.64±0.31、酪酸は0.01±0.03、VBN/TNは9.51±2.74、V-スコアは85.32±10.24、中段は、pHは3.73±0.25、乳酸は1.40±0.57、酢酸は0.71±0.27、酪酸は0.00±0.01、VBN/TN

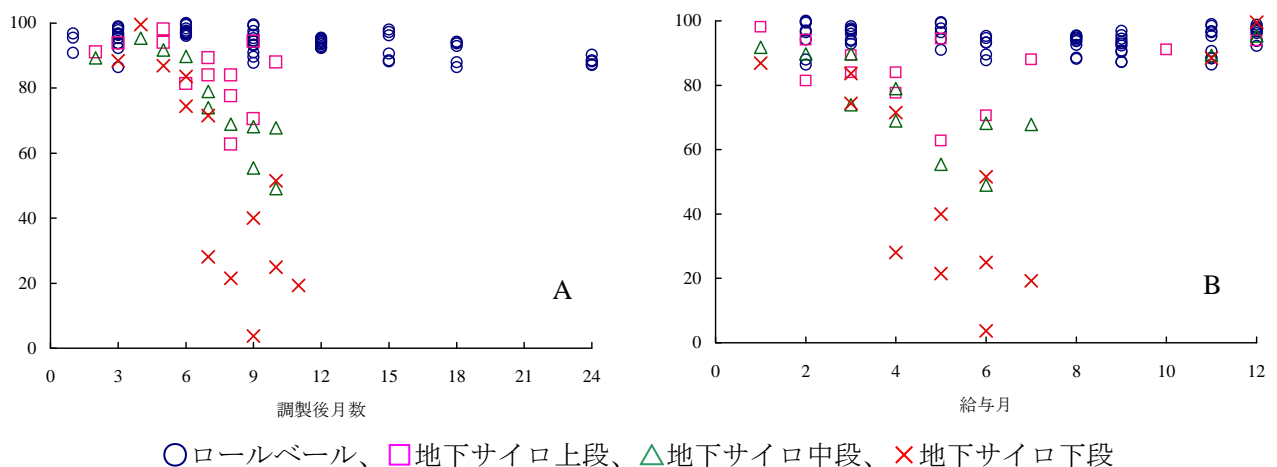


図4 サイロ形式の違いによるサイレージのV-スコアの推移

A: 調整後月数、B: 給与月別

は  $11.96 \pm 3.79$ 、V-スコアは  $76.52 \pm 15.12$ 、下段は、pH は  $3.89 \pm 0.31$ 、乳酸は  $1.29 \pm 0.65$ 、酢酸は  $0.97 \pm 0.40$ 、酪酸は  $0.16 \pm 0.26$ 、VBN/TN は  $16.09 \pm 6.95$ 、V-スコアは  $53.36 \pm 32.20$  であった。

調整後月数による V-スコアの推移は、ロールベールは調整後 24 ヶ月まで V-スコアは 80 以上であったが、地下サイロは、調整後 6 ヶ月以降に上段、中段、下段の順に V-スコアは低下し、特に下段では著しい低下が認められた。給与時の V-スコアは、ロールベールは 1 年を通して V-スコアは 80 以上であったが、地下サイロは 3 以降上段、中段、下段の順に V-スコアは低下し、特に下段では著しい低下が認められた。

今回の試験では、カラスやネズミなどによりラップフィルムに穴が開けられる被害はなかった。

## 考 察

細断型ロールベールを用いた体系では、ワンマン方式及び伴走方式で従来体系と比較して、作業従事者の減少及び総労働時間が短縮され、トウモロコシサイレージの収穫・調製作業の省力化が可能であったが、定置方式では、従来体系と比較して作業従事者数の減少は可能であったが、作業時間の増加に伴い総労働時間は増加した。

しかし、定置方式の場合、収穫作業は従来体系と同等の時間であったが、本試験で使用したローダーが  $2\text{m}^3$  と小型であったため、細断型ロールベールへの原料の投入に多くの時間を要したことが、作業時間が長くなった原因であると考えられる。大型バケットのローダーを使用する等細断型ロールベールへの原料の投入作業時間が短縮することにより、総労働時間を短くすることが可能であると考えられた。

また、本試験で従来体系として実施したほ場は、ほ場とサイロが近接しており、移動時間は 1 約 7 分程度であった。従来体系の作業時間には移動時間も含まれるため、ほ場とサイロとの距離が長くなると作業時間が延長し、総労働時間も長くなるため、バケットのサイズやサイロとほ場の距離の条件が変わることにより、ロールベール体系の定置・1 条の場合においても、従来体系との総労働時間の差が縮まったり、更にロールベール体系の総労働時間の方が短くなることも考えられた。

消耗品については、本試験では、ロールベールサイレージの長期保存を視野に入れ、ラップフィ

ルムは 8 巻きとしたが、通常は 6 層巻きでも十分であるとされており、この場合のロールベール 1 個当たりの経費は約 660 円程度になると試算された。

ロールベール及び地下サイロの 1 個（基）当たりの重量をそれぞれ 350kg 及び 1.8t とし、サイレージの乾物率及び現物中 TDN を飼料成分表<sup>2)</sup>の標準的な値である 27.2% 及び 18.4% で計算すると、ロールベールは、乾物 1kg 当たり 8.4 円、TDN1kg 当たり 12.4 円程度であり、地下サイロは、乾物 1kg 当たり約 0.36 円、TDN1kg 当たり約 0.53 円程度になると考えられた。

ロールベール体系は、従来体系と比べて消耗品の経費が約 20 倍となるが、実際の経費については、トラクターの燃料代や機械の導入費用、サイロの建設費用などを合わせて検討することが必要である。

トウモロコシサイレージの発酵品質については、従来体系で調製したサイレージは、気温が温かくなる 3 月以降に開封した場合、上段、中段、下段の順位 V-スコアの低下が認められたことから、気温の上昇に従い、開封後の日数が経過するに従って 2 次発酵が生じ品質の低下が大きいことが確認された。

一方、細断型ロールベールで調製したサイレージは、調製後 24 ヶ月までその発酵品質を調査したが、開封時期、保存期間に関わらず常に良質な発酵品質を維持し、良質なサイレージを長期にわたり保存できることが確認され、保存性に優れると考えられた。

## 参考文献

- 1) 村井勝. 細断柄ロールベールサイレージにはどんな特徴があるか?. サイレージ. 135-144. デイリージャパン. 東京. 2004
- 2) 独立行政法人農業技術研究機構編. 日本標準飼料成分表 (2001 年版). 中央畜産会. 2001
- 3) 細断型ロールベール利用研究会. 細断型ロールベール利用マニュアル. 細断型ロールベール利用研究会事務局. 2008.