原著論文

ハーフサイズ角形ベール二段積み機構による 牧草の調製作業能率の向上

住田憲俊*・澤村 篤*・糸川信弘**

* 畜産草地研究所草地研究センター

** 中央農業総合研究センター

Improvement of the Work Efficiency by the Half Size Square Bale
to 2 Steps Load System

Noritoshi SUMIDA*, Atsushi SAWAMURA* and Nobuhiro ITOKAWA**

* Grassland Research Center, National Institute of Livestock and Grassland Science

** National Agricultural Research Center

1. 緒言

牧草の収穫、調製貯蔵体系は、一般的に牧草を60%程度の水分に圃場予乾し細断した後、タワーサイロ、地下角形サイロ等の施設型の固定サイロやバンカーサイロ、スタックサイロ等の簡易サイロが利用されてきた。

近年、我が国の畜産農家では、飼養頭数の増加による飼料生産にかかる作業時間の縮小、天候に左右されやすい作業の改善等を背景に大型の簡易サイロ体系が急速に普及してきた。ビッグベールには、ロールベールと角形ビッグベールがあるが、わが国では、角形ビッグベールは広く普及していない。その理由として、前者に比べて材料草を低水分(40%以下)に調製する必要があること、機関出力が大きいトラクタが必要であること等があげられる。一方、飼料の流通やコントラクタへの委託が進んだ海外では、機械の大型化や効率化が進んでおり、角形ビッグベールによる流通や貯蔵スペースを考慮した収穫体系が確立している(糸川ら1998)。我が国の畜産農家においても、近

年では大型トラクタが導入されつつある。通常は90 cm×90 cmの断面を持つ角形ビッグベールが47 cm×80 cmの断面に小型化されたハーフサイズ角形ベール(図1)が開発され、牧草水分が60%程度においても梱包可能となった(住田ら1999)。

本ベールによる牧草収穫作業能率調査は、北海道の公立試験研究機関で行われており、梱包密度が高く、収納効率が良いことが報告されている(玉木ら1990)。ハーフサイズ角形ベールの能力に加え、梱包サイロが容積効率の良い点を活かしたハンドリング装置の開発により、今後の普及に繋がると考える。そこで、我々はハーフサイズ(梱包サイズ縦×横×長さ47×80×120 cm, 質量200 kg)の角形ベールを2個重ねてストレッチフィルム(以下、フィルム)により被覆し、ハンドリング数の減少を目的とした角形ベール二段積み機構と二梱包を同時に密封被覆したラップサイロを角形の特徴である収納効率を最大限に生かすことのできるハンドリング機構を開発した。これら2つの機構がハーフサイズ角形ベールの調製作業能率を向上させることに有効であったのでここに報告する。

2. 実験方法

1) ハーフサイズ角形ベール二段積み機構について
ハーフサイズ角形ベール二段積み機構は、プッシュアーム、プレート、回転支点、ローラ付き固定支点から構成され、リフトアーム式角形ベール

平成17年9月2日受付

平成19年5月2日受理

Corresponding author

住田憲俊 Noritoshi SUMIDA

〒329-2793 栃木県那須塩原市千本松768

768 Senbonmatsu, Nasushiobara, Tochigi, 329-2793 Japan

E-mail: nsumida@affrc.go.jp

主要諸元	
型式	S社 THB8000
梱包サイズ	47×80cm (縦×横)
梱包長	120～200cm
作業幅	197cm
適応トラクタ出力	60～82kW

図1 使用したハーフサイズ角形ベアラップ

諸元	
型式	L社 SLPA-PAC8500S
梱包サイズ	47×80cm (縦×横)
梱包長	120～160cm
適応トラクタ出力	22～40kW

図2 リフトアーム式角形ベアラップ

ラップのリフトアームに取り付けることで機能を発揮する(図2, 3)。

ハーフサイズ角形ベールを一梱包で積み込む場合と同じ作業を2度繰り返すことにより、ハーフサイズの梱包を上下二段に積み重ねることができる。

積載の工程は、①ハーフサイズ角形ベアラップのリフトアームで拾い上げる。②ハーフサイズ角形ベールは、リフトアームの上昇に伴って、約90度の縦位置で、プッシュアームの先に取り付けられたプレート上に側面(47cm×120cm面)を下にして載る。③リフトアームの上昇と共に、ターンテーブルの側方フレームに取り付けられたローラ付き固定支点で送り出しアームの下端レバーを押し、回転支点を中心にプッシュアームが回転してターンテーブル上にベールを放出する。

密封被覆した後、荷降ろしはターンテーブルを傾けてダンプするが、ローラ付き固定支点は、荷降ろし作業の支障等にならぬよう、中間で上方へ折れ曲がるヒンジ構造を有する。

2) ハーフサイズ角形ベールを二段に積む効果と作業時間

ハーフサイズ角形ベールを一梱包で密封被覆した場合と二段に積載した場合のフィルム重複の変動、使用フィルム(一梱包用は50cm、二梱包用は75cm幅、両者とも専用フィルム)の重量、密封被覆層数に達するまでのベアラップのターンテーブルの回転数を調査した。フィルムの重複は、密封被覆後ベールの側面にスプレータイプの塗料で着色しながらフィルムを剥がし、着色部分の長さにより算出した。一梱包のみを密封被覆した場合と二梱包を重ねて密封被覆した場合のイタリアンライグラスのサイレージ品質を調査し、発酵品質をV-SCOREで評価した。

また、水分60%のハーフサイズ角形ベールを対象にして、ベールグリップによりベアラップターンテーブル上へ載せる方法と試作した二段積

図3 ハーフサイズ角形ベール二段積み機構

み機構を持ったベアラップとの作業時間を比較した。作業時間は、直線上にハーフサイズ角形ベールを6梱包並べて、積み込み、密封、荷降ろし、移動の時間を対象とした。作業方法は、前者は、地上にある一梱包をつかみ、圃場で二段に積み上げてベールグリップでつかみ直すことにより二段に積まれた角形ベールをそのままの形でターンテーブル上へ積載した。後者は、ベアラップがリフトアームで角形ベールをつかんでターンテーブル上へ積載する作業を2度繰り返した。

3) ラップサイロ用ハンドリング機構について

本機構は、トラクタに装着したフロントローダあるいはフォークリフトに取り付けることができ、フィルムで密封被覆した角形ラップサイロのフィルム破損を発生させず、さらに隣接した角形ラップサイロと隙間なく積み込み、荷降ろし等の取り扱い操作を行うことが可能である(図4, 5)。マスト、上部押えアーム、下部固定アーム、アームストップ、ローラ、油圧シリンダにより構成されている。

本機構は、上部押えアームをマストに沿って油圧シリンダでスライドさせ、上方に広げた状態で側方(94cm×110～140cmの面)から角形ラップサイロに接近する。下部固定アームのローラを

図 4 ラップサイロ用ハンドリング機構の諸元

図 5 ラップサイロ用ハンドリング機構

表 1 ハーフサイズ角形バールのラッピング時における使用フィルムの質量と重複長さ

一梱包	ターンテーブル の回転数	フィルム質量 (g)	フィルムの重複長さ (cm)
二層巻き	16	408.2	22, 13, 28, 21
	11	295.2	19, 32
	9	227.7	26, 9, 23, 25, 13
	9	235.0	19, 21, 19, 19, 22, 0, 21, 19
平均	11.3	291.5	重複率 58.4% 変動係数 26.1%

二梱包	ターンテーブル の回転数	フィルム質量 (g)	フィルムの重複長さ (cm)
二層巻き	8	383.6	20, 25, 23, 24
	8	411.9	18, 21, 25, 22
	8	410.1	24, 24, 15, 15, 25
平均	8	401.9	重複率 57.7% 変動係数 13.2%

注) 一梱包時のフィルム幅：50 cm，二梱包時のフィルム幅：75 cm

ラップサイロ下端角に押し当て、上部押えアームを油圧シリンダで収縮させて、角形ラップサイロの上面を垂直方向に把持する。上部押えアームの下方スライドがストップで停止すると同時に、ラップサイロを把持した状態で回転支点を中心に後方へ回転させてハンドリング機構により把持する。その後、任意の方向に移動して搬送できる。左右側面の位置をあわせ、荷降ろし地点で油圧シリンダを伸ばし、上部押えアームを広げて荷降ろしできる。

3. 結果および考察

1) 角形バール二段積み機構

密封被覆の重複長さの変動を変動係数でみると、一梱包の場合が 26.1% に対して、二梱包の場合は 13.2% と約半分の変動で収まることがわかった (表 1)。これにより、フィルムの最低層数を確保するために無駄な重複を避けることができ

る。二梱包は一梱包より資材費が節減できると考えられる。また、使用フィルムの質量は、完全な 2 層の重複を実現するために一梱包では、約 300 g に対して、二梱包の場合には約 400 g であり、3 分の 2 程度のフィルム量で二梱包の密封被覆が可能となった。

これにより、ハーフサイズ角形バールを一梱包だけでバールラップのターンテーブル上を回転させる場合には、フィルムの引張力による引き戻しとのバランスが重要な要素となる。ハーフサイズ角形バールが短辺を底部とした場合にはテーブル上で急激な回転が生じる。このとき、一段積みではフィルムの引張力とのバランスが悪く、次の回転をすることができず同じ部分にフィルムを巻き続ける現象が見られ、完全に密封被覆することはできない場面もあった。しかし、二段積みの場合はこの現象は見られなかった。

また、密封被覆層数が 2 層に達するまでのペー

ルラップのターンテーブルの回転数については、一梱包の場合が約11回転であったのに対し、二梱包の場合は、8回転であった。4層の場合は、一梱包では19回転なのに対し、二梱包では15回転であった。一梱包の密封被覆作業時にすべりが生じたため、ターンテーブルの回転数は一梱包の方が多くなった。通常、密封被覆層数は、4～6層であるため、設定層数に対する回転数が少ないことは、作業時間の短縮につながり、作業性が向上したと言える。また、密封被覆による気密性を高めることができたため、ハーフサイズ角形ベールは、一梱包のみで密封被覆した場合に比べ、二段に積むことによりサイレージ発酵品質の低下を防ぐ効果があった(表2)。

ベールグリッパ使用による密封作業時間は、ターンテーブル上へ積載する際の微妙な位置の修正を行う必要が生ずる場合があり、218秒であった。一方、二段積み機構を使用した場合は、216秒で作業を終了した。このことから、ベールグリッパを操作するオペレータを必要としない一人作業により、二人作業と同等の作業時間で密封被覆作業が実現でき、作業能率は極めて高いと言える(表3)。

本機構を用いて作業することによって作業時間の短縮と調製ラップサイレージの品質向上の効果が得られた。

2) ラップサイロ用ハンドリング機構

本機構を用いて作業した場合、3段までの積み上げが可能であった。また、その際に上下左右に隙間がほとんど生じなかったことから、収納時のスペースを有効に利用することが可能となる。ロールベール積載の際に発生する隙間の理論値は、円柱と四角柱の体積計算により $\pi r^2 h / 4r^2 h$ で計算でき、27%収率を高めることができる。さらに、角形ラップサイロの上面と下面を把持するので、既存のロールベールグリッパのように左右の動作空間を必要としない。

角形ラップサイロを把持しながら過度の把持力が加わることなく、連続的に後方に引き倒すため、従来のベールグリッパのようなラップサイロの形状変化を起こすことは少なく、把持部分にゴム等の滑り止めを行うことでフィルム破損は生じなかった。

荷降ろし作業は積込みの逆動作で、上部押え

表2 角形ベール・ラップサイレージの品質

サイロ内 ベール数	フィルム 層数	含水率 (%)	V-SCORE 平均値	備 考
一梱包	1 番草	4	74.6	・フィルム 幅 50 cm
		6	72.8	
	2 番草	4	61.6	
		6	61.1	
二梱包	1 番草	2	70.5	・フィルム 幅 75 cm
		4	67.3	
		6	71.8	
	2 番草	2	57.9	
		4	58.7	
		6	56.5	

注) 梱包サイズ: 縦 47 cm, 横 80 cm, 長さ 110～140 cm, 屋外での貯蔵期間約 2 ケ月
草種: イタリアンライグラス

表3 角形ベールラップの積載方式別の密封作業能率

作業工程 積載方式	積込み (s)	密封 (s)	荷降ろ し (s)	移動 (s)	合計 (s)
試作二段 積み装置	99	62	29	26	216
一人作業 (構成比)	(45.8)	(28.7)	(13.4)	(12.0)	(100.0)
ベールグ リッパ使用	93	56	26	43	218
二人作業 (構成比)	(42.7)	(25.7)	(11.9)	(19.7)	(100.0)

アームを上方に移動して開放すると言った油圧シリンダー一本での単純操作で行っているため、トラクタによるハンドリング部の位置決めをするだけでよく、作業性にも優れている。

4. 摘要

本研究の目的は、ハーフサイズ角形ベール二段積み機構とラップサイロ用ハンドリング機構を用いて、牧草の調製作業能率の向上を図ることである。

1) ハーフサイズ角形ベール二段積み機構は、プッシュアーム、プレート、回転支点、ローラ付き固定支点から構成され、ロールベール用リフトアーム式ベールラップのリフトアームに取り付けることで機能を発揮する。その効果は、従来作業に比較した作業能率の向上やラップフィルムの安定した巻き付けによりサイレージ発酵品質の低下を防止できると考えられた。

2) ラップサイロ用ハンドリング機構は、マスト、上部押えアーム、下部押えアーム、アームストッパ、ローラ、油圧シリンダにより構成されており、トラクタに装着したフロントローダあるいはフォークリフトに取り付けることができる。ストレッチフィルムで密封被覆した角形ラップサイロのフィルム破損を発生させず、荷降ろし等の取り扱い操作ができる。

付記

本報における角形バール二段積み機構とラップサイロ用ハンドリング機構は、「バールラップ用角形バール二段積み装置」特許 2873958 号、「ラップサイロ用ハンドリング装置」特許 2903110 号として特許登録されている。

謝辞

装置の開発については、畜産草地研究所の石田三佳氏に協力を得た。記して謝意を表する。

キーワード

角形ビッグバール、ハーフサイズ、二段積み、ハンドリング、ラップサイロ、作業能率、サイレージ品質

引用文献

- 糸川信弘・住田憲俊、岡戸敦史 (1998) : わが国における角形ビッグバールサイレージ体系の現状と課題、畜産の研究, 52 (7), 748-754.
- 住田憲俊・澤村篤・糸川信弘・岡戸敦史 : (1999) : 二段積み角形バールラップ、畜産の研究, 53 (1), 147-150.
- 玉木哲夫・笹島克巳・島田実幸 (1990) : 角形ビッグバールの作業性能とその利用, 北農 57

(1), 78-83.

Summary

The purpose of this research presents the efficient work system of new square big baler that the stack of 2 square bales system and used the handling system for the wrap silo.

1) The stack of 2 square bales system is composed of the fixation fulcrum with a push arm, plate, turn fulcrum, the roller and demonstrate a function by attaching to the lift arm of bale wrapper for round baler. The improvement and wrap film of comparative work efficiency of it was conceivable that the effect is connected to the improvement of the silage quality that is related to wind and stabilize to work conventionally.

2) We can attach the handling system for a wrap silo to the front loader or forklift that are composed of a mast, upper part control arm, lower part control arm, arm stopper, the roller, oil pressure cylinder and fixed to the tractor. The square wrap silo that tightly seals and covers it with a stretch film without producing the loss and the opening that adjoined and the film is nonexistent the corner form wrap silo loading, cargo were lowered and was able to do such handling operation.

Key Words

Square big baler, Half size, Two steps loading, Handling, Wrap silo, Work efficiency, Silage quality