

## 飼料用トウモロコシにおける細断型ロールベールサイレージ方式の導入条件の解明

西山厚志・斉藤健一

Clarification of Introductory Condition of Roll Bale Silage System on Forage Corn

Atsushi NISHIYAMA and Ken-ichi SAITO

### 要 約

飼料用トウモロコシにおける細断型ロールベールサイレージ方式の導入条件を解明するため、千葉県内でトウモロコシサイレージを生産する酪農家を現地調査し、細断型ロールベールを用いた効率的な収穫調製方式を検討した。また、その収穫調製方式と従来の地下型サイロ体系の作業負担・生産費について比較した。

細断型ロールベールの3種類の運用方式（伴走式・定置式・ワンマン式）について、ほ場での刈始めからロールラッピング終了までの一連の収穫調製時間を比較したところ、細断型ロールベールを定置してロールを成形・ラッピングする定置式での運用方法が最も短かった。また、ハーベスタとバケットローダ等を装着したトラクタによる定置式は枕刈り等の手間が不要なことから、必要な作業人数が確保できる場合には定置式が3種類の運用方式の中で最も効率的であると考えられた。

次に、定置式の導入条件を検討するため、細断型ロールベール及び細断型コンビラップを用いた定置式での収穫体系と、地下型サイロ体系の作業負担及び生産費について比較した。疲労度を加味して作業の質を調整した延べ収穫調整作業時間で比較すると、細断型ロールベール体系では地下型サイロ体系とほぼ同程度になり、細断型コンビラップ体系では地下型サイロ体系より1割程度短くなった。作業人数は地下型サイロ体系が最も少ないことから、一人当たりの作業負担で考えれば細断型ロールベール及びコンビラップ体系において軽労化が図られることが推察された。生産費の比較では細断型コンビラップ体系>細断型ロールベール体系>地下型サイロ体系となったが、収穫面積を6haとしたときの細断型ロールベール体系、同7haとしたときの細断型コンビラップ体系では、乾物及びTDN1 kg当たりの生産費が、輸入スーダングラス乾草や輸入オーツ乾草と同程度になった。

### 緒 言

2004年に「細断型ロールベール」が実用化され、その後ロールの成形とラッピングの両機能を併せ持った「細断型コンビラップ」(2007年発売、(株)タカキタ)、「細断型ベールラップ」(2010年発売、(株)IHIスター)が実用化された。これら(以下まとめて「細断型機」)による収穫調製方式においては、成形したロールをストレッチフィルムでラッピングすることで高い密閉性を確保できるため、貯蔵中の変敗が起きにくく、良質なサイレージを周年給与することが可能になった<sup>1)</sup>。また既存収穫

体系における鎮圧・密封作業が完全機械化されたことにより、労働の軽労化が図られた<sup>2)</sup>。現在では細断型機への理解が進み、千葉県では20台以上の細断型機が稼働している(2010年末時点)。

一方で、細断型機の導入を躊躇する酪農家は少ない。既存収穫体系から細断型機体系に変更する場合、細断型機とそれに付随する作業機械を揃えるために多額の投資が必要となり、費用対効果が判然としないことが主な理由の一つである。

そこで、細断型機の導入条件を解明するため、千葉県内で細断型機を使ってトウモロコシサイレージを生産する酪農家を現地調査し、細断型ロールベールによる効率的な収穫調製方式を検討した。また、細断型機による収穫体系と既存収穫体系の生産費・作業負担を比較、検討した。

平成23年8月31日受付

## 材料及び方法

### 1. 細断型ロールベアラによる効率的な収穫調製方式の検討

#### (1) 試験区分

収穫調製方式は以下の3種類に大別できる<sup>3)</sup>。これを試験区分として現地調査を実施し、最も効率的となる方式を検討した。

#### ア. 伴走式

ハーベスタを装着したトラクタに、細断型ロールベアラをけん引したトラクタが併走する。併走中、細断型ロールベアラはハーベスタから収穫物を荷受けつつロールを成形する。成形したロールは細断型ロールベアラが移動した経路上に点々と排出されるので、細断型ロールベアラの後を追うようにラッピングマシンが移動してロールをラッピングしていく。

#### イ. 定置式

細断型ロールベアラをほ場の一角（ほ場内定置式）やロール保管場所等（ほ場外定置式）に定置してロールを成形する。ハーベスタを装着したトラクタに運搬トラック等が併走、あるいはトラクタ自身にローダバケット等を装着してハーベスタからの収穫物を荷受け、定置場所まで運ぶ。ロールは定置場所で成形されるため、ラッピングマシンは同所での作業となる。なお当検討では、ハーベスタ及びローダバケットを装着したトラクタによるほ場内定置式での事例を調査した。

#### ウ. ワンマン式

ハーベスタを装着したトラクタが細断型ロールベアラをけん引し、一台のトラクタで収穫とロールの成形を同時に行う。ラッピングマシンによる作業については伴走式と同じである。

#### (2) 調査対象酪農家と調査期間

千葉県内で細断型ロールベアラを利用してトウモロコシサイレージを生産する酪農家10戸に対して聞き取り調査を行った。その10戸を収穫調製方式によって伴走式・定置式・ワンマン式のいずれかに区分し、各区からそれぞれ1戸を抽出した。これら計3戸に対して、2009年8月3日から10月3日まで現地調査を行った。

#### (3) 調査方法

各区から抽出した計3戸について収穫調製に係る作業時間を計測した。作業時間はストップウォッチを使った実測及びビデオ撮影により計測した。現地調査終了後、面積や形状等、条件が似通ったほ場を各区それぞれ1か所選定し、そのほ場における作業時間を30a当たりの作業時間に換算した。なお、選定したほ場の面積と作業機械の概要を表1に、各ほ場の収穫順

路の概略を図1～3に示した。またこれらのほ場を含めて、伴走式6か所、ワンマン式5か所のほ場におけるハーベスタ作業時間を計測し、ほ場面積別のハーベスタ作業時間を求めた。

作業時間の計測項目を表2に示した。試験区間で作業条件を統一するため、作業機械の故障、修理、休憩、給油、消耗品交換等の作業中断と、他の作業機械の中断に伴う作業中断があった場合を除外した。同様に、作業機械の格納庫からは場までの移動やほ場間の移動時間、ほ場到着後に行う収穫作業前の準備時間、枕刈り作業も除外した。なお、枕刈り作業については伴走式グループでは実施していたが、ワンマン式グループは枕刈り作業が必要ないようにほ場外周2～3m幅の

表1 ほ場面積と作業機械の概要

作業方法	伴走式	定置式	ワンマン式
ほ場面積 (a)	33.5	35.8	22.0
ハーベスタ形状	2条刈	2条刈	2条刈
トラクタエンジン出力	80ps	110ps	105ps
(ローダバケット容量)	-	2.0m <sup>3</sup>	-
細断型ロールベアラ	MR810	MR810R	MR810
トラクタエンジン出力	73ps	100ps	-
ラッピングマシン <sup>1)</sup>	けん引式	自走式	けん引式
エンジン出力	73ps	9ps	65ps
	トラクタ	クローラ	トラクタ

注1: いずれもダブルストレッチ方式のラッピングマシンを使用

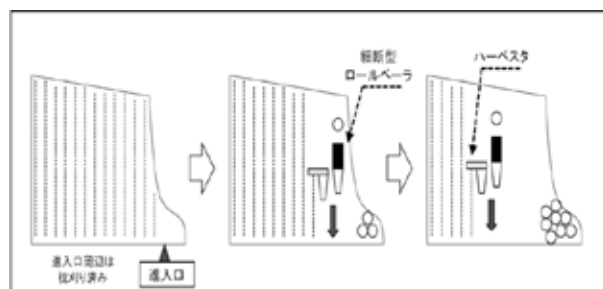


図1 伴走式の収穫順路 (前進バック反復式)

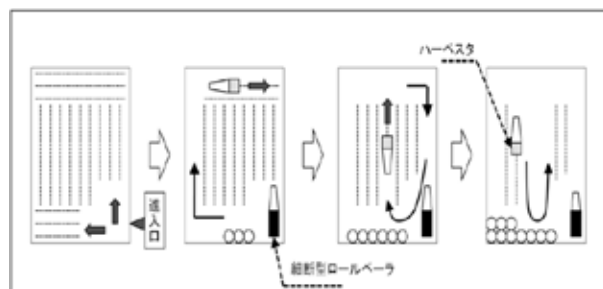


図2 定置式の収穫順路 (中割式)

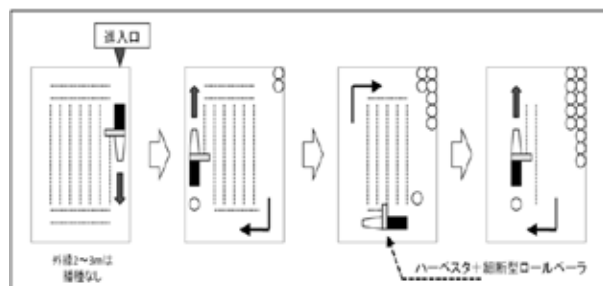


図3 ワンマン式の収穫順路 (周回式)

西山ら：飼料用トウモロコシにおける細断型ロールベールサイレージ方式の導入条件の解明

表2 作業時間の計測項目

計測項目	計測内容
主作業	作業機械の主目的となる作業。ハーベスタはトウモロコシの刈取り作業、細断型ロールベールはロールの梱包・成形作業、ラッピングマシンはロールを拾い上げ密封後、他の場所に運搬して降ろすまでの作業が該当する。なお、ワンマン式におけるハーベスタ+細断型ロールベールは、刈取り作業+停止中のロール梱包・排出作業が該当する。
待機・準備	組み作業上、他の作業機械を待っていたり、ロール等の障害物や他の作業機械が進行の邪魔になり、作業が進めず停止した状態。また、エンジン回転数の調整等、作業機械に乗ったまま一時的に作業を停止した状態が該当する。
移動	主作業を伴わない移動。ハーベスタでは旋回等刈取りを目的に移動している状態、細断型ロールベールは伴走以外で走行している状態、ラッピングマシンは空状態で移動している状態が該当する。
停止	作業機械を降りて作業を一時的に停止した状態。作業機械の不具合の調整やハーベスタの詰まり解消、ラップフィルム等の補充等に係る時間が該当する。
運搬投入	定置区において、ローダバケットに収穫物を荷受けたトラクタが細断型ロールベールまで運搬して投入し終わるまでの作業が該当する。

作業スペースを確保して播種していた。定置式グループは全面播種であったが、ハーベスタをリバース装着してバック走行しながら刈取ったために枕刈りをする必要がなかった。

収穫速度は各ほ場長辺方向に3か所以上の測定地点を設け、その刈取り距離を作業中断や作業停止の無かった場合の刈取り時間で除してその平均値とした。

2. 定置式による細断型機収穫体系と既存収穫体系の生産費及び作業負担の比較

(1) 試験区分

定置式による細断型ロールベールサイレージ方式の導入条件を検討するために、生産費と作業負担について地下型サイロ体系と比較した。加えて、細断型コンビラップの運用方法は定置式のみとなるため、細断型コンビラップ体系も併せて比較した。なお、当検討における定置式については、細断型機の共同利用事例が多いことを考え、ほ場外定置式とした。

以上のことから、当検討における試験区分を定置区、コンビ区、地下型区の計3区とし、各区で用いた収穫調製機械を表3に示した。

ア. 定置区

ラッピングロールの保管場所近くに細断型ロールベールを定置して、ハーベスタから収穫物を荷受けた運搬トラックが定置場所と収穫ほ場を往復する。収穫物を載せた運搬トラックは定置された細断型ロールベールのそばに荷降ろし、ホイルローダ等を用いて収穫物を細断型ロールベールに投入する。成形・排出さ

れたロールはラッピングマシンでラッピングされ、すぐさまグローブアタッチメントを装着したホイルローダ等によってロール保管場所まで運ばれる。

イ. コンビ区

ラッピングロールの保管場所近くに細断型コンビラップを定置して、ハーベスタから収穫物を荷受けた運搬トラックが定置場所と収穫ほ場を往復する。収穫物を載せた運搬トラックは細断型コンビラップのそばに荷降ろし、ホイルローダ等を用いて収穫物を細断型コンビラップに投入する。成形・排出されたロールは自動でラッピングされるため、定置区に比べてラッピング作業員を必要としない。後のグローブ作業については定置区と同じである。

ウ. 地下型区

ハーベスタから収穫物を荷受けた運搬トラックは、そのまま地下型サイロに収穫物を投入、収穫作業が終了次第、地下型サイロを鎮圧・密封する。

(2) 調査対象酪農家及び調査内容

千葉県内でトウモロコシサイレージを生産する定置区の酪農家2戸、コンビ区の酪農家3戸、地下型区の酪農家2戸の計7戸を当検討の調査対象として現地調査した。調査は2010年8月16日から9月3日までの間(うち1戸は給餌調査のため2011年2月10日)実施した。

調査項目は10a当たりの収穫量(原物・乾物・TDN)、生産費(借地代・消耗品費・燃料費・減価償却費・労働費)、聞き取り調査による栽培管理作業時間と現

表3 各区で用いた収穫調製機械

作業内容		定置区	コンビ区	地下型区
収穫		トラクタ+ハーベスタ (トラクタにローダバケット等を装着する場合あり)		
運搬		荷台枠付きトラック (ハーベスタに伴走、もしくはローダバケット等から荷受け)		
ロール調製1)	投入	ホイルローダ等+バケット		
	ロール成形	細断型ロールベール	細断型 コンビラップ	
	ロールラッピング	ラッピングマシン (けん引式・自走式)		
	ロール運搬	ホイルローダ等+グローブ		
地下型サイロ	投入	運搬トラックから直接投入		
	鎮圧・密封 <sup>2)</sup>	重石+クレーン もしくはバキューム脱気		

注1: 細断型機は牧場近くのロール保管場所に定置し、運搬トラックは細断型機の定置場所に荷降ろした

注2: 投入ごとの足踏み鎮圧は行わない

地調査による収穫調製作業時間の計測、収穫調製作業に係る疲労度等とした。

(3) 収穫調製に係る作業負担の比較

異なる作業体系間の作業負担を比較する場合、作業時間の長短をもって比較することが多いが、作業体系ごとの作業強度を考慮しないため、真にどの作業体系が楽なのかを論じることができない。そこで、小田ら<sup>2)</sup>が採用した軽労化農作業体系の簡易評価法<sup>4)</sup>に基づいて、地下型サイロ体系から細断型機体系に変更した場合の軽労化の程度を労働費として評価した「軽労化プレミアム」を算出した。

軽労化プレミアムの算出にあたっては、表3に示した各作業機械のオペレーターのうち地下型サイロの鎮圧・密封作業の経験者である計28名に対して面談による疲労度の調査を実施した。調査内容は「あなたが担当した作業は、地下型サイロの鎮圧・密封作業に比べてどのくらいつらかったか」を問うものであり、日本疲労学会が制定するVAS検査<sup>5)</sup>を参考に、つらさの度合いを100点満点(100点=地下型サイロの鎮圧・密封作業と同じつらさ、0点=作業していないのと同じくらい楽)で評価した。この点数を作業項目ごとに平均化し、その作業項目における疲労度として実作業時間を補正した。そして「定置区及びコンビ区における作業の質を地下型区の作業の質に揃えた」と仮想したときの各区の作業時間を算出した。なお、実作業時間については収穫物の運搬距離等の諸条件を各区分で統一した。

(4) トウモロコシサイレージの生産費の比較

調査対象酪農家ごとに作業機械の購入価格や消耗品の使用量等が異なるため、単純に平均しても試験区間で比較することはできない。そこで、試験区間で生産費及び作業負担を比較できるように、諸条件(10a当たりの除草剤の使用本数や単価等)を試験区間で統一し、試算根拠を設定して各区の生産費を試算した。

なお、地下型区が生産量については貯蔵中に変敗ロスが発生しやすいことから、地下型区の変敗ロス率を11.2%と設定してサイレージ生産量から除した。これは、地下型区の酪農家2戸に対して「5月以降の地下型サイロ下段に貯蔵されているサイレージのV-スコアは50以下となり<sup>6)</sup>、最低限の給餌品質を下回る」と

仮定して、生産量に対する変敗ロス率を試算した場合の平均値とした。また、コンビ区のロール(直径100cm×幅85cm)は定置区のロール(直径85cm×幅85cm)より大きく、それに応じてラップフィルム及びネットの1本当たりロール作成個数を両区それぞれ設定した。減価償却費のうちトラクタやホイローダについては、年間稼働時間のすべてを飼料用トウモロコシの栽培・収穫に費やすことはないことから、使用割合を低く設定して減価償却費に乗じた。その他、作業機械の購入費と燃費、作業機械の1ha当たりもしくは1時間当たりの作業能力等について、調査結果と文献<sup>3,7,8,9)</sup>を参考にして設定した。

結果及び考察

1. 細断型ロールペーラによる効率的な収穫調製方式の検討

(1) 各区の作業時間

各区における30a当たりの作業時間とハーベスタの刈取速度を表4に示した。延べ作業時間は作業人員が2人で済むワンマン式が約3時間35分と最も短く、続いてハーベスタの刈取速度が最も速かった定置式が約5時間27分となった。そして刈取速度が遅く、待機準備・移動時間が長かった伴走式は、延べ作業時間が最も長くなり約6時間8分となった。

一方、ほ場での刈始めからラッピング終了までの一連の収穫調製時間は、待機時間を含めたラッピングマシンの作業時間の合計に等しいと考えられる。この場合の収穫調製時間は定置式が約1時間50分と最も短く、続いてワンマン式の約1時間51分、伴走式の2時間10分であった。これらの収穫調製時間には主にハーベスタの刈取速度と、待機準備及び停止時間の長さが大きく影響しているものと考えられ、特に伴走式のハーベスタでは作業中に待機時間が約36分もあったため、延べ作業時間が長くなった。

(2) ほ場面積別のハーベスタ作業時間

図4に定置式とワンマン式におけるほ場面積別のハーベスタ作業時間を示した。ほ場面積が10aから60a程度の範囲で拡大する場合、両区とも作業時間は直線的に増加する結果となった。直線回帰式を算出し

表4 トウモロコシ収穫調製に係る作業機械の作業時間

試験区	ロール作成数(個)	トウモロコシ水分(%)	ハーベスタ刈取速度(m/s)	作業機械	ほ場 30a 当たりの作業時間						
					主作業	待機準備	移動	停止	運搬投入	小計	合計
伴走式	54	75.2	0.74	ハーベスタ	0:49:00	0:36:19	0:27:00	0:06:17	-	1:58:36	6:08:21
				細断型ロールペーラ	0:56:28	0:06:00	0:52:37	0:04:51	-	1:59:56	
				ラッピングマシン	1:19:23	0:19:11	0:30:40	0:00:36	-	2:09:50	
定置式	57	70.1	0.91	ハーベスタ	0:39:05	0:13:35	0:26:20	0:09:59	0:20:59	1:49:57	5:27:16
				細断型ロールペーラ	1:38:49	0:07:09	0:01:46	0:00:00	-	1:47:43	
				ラッピングマシン	1:10:11	0:28:40	0:10:44	0:00:00	-	1:49:35	
ワンマン式	34	69.7	0.83	ハーベスタ+	1:03:12	0:06:42	0:26:16	0:07:41	-	1:43:52	3:34:50
				細断型ロールペーララッピングマシン	0:54:27	0:18:15	0:38:16	0:00:00	-	1:50:59	

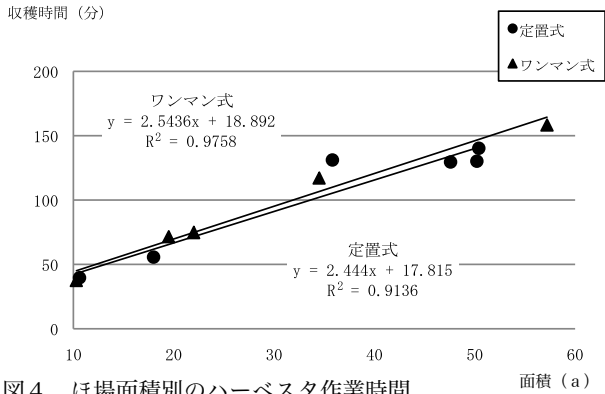


図4 ほ場面積別のハーベスタ作業時間

両区間で比較すると、ほ場面積が10aの場合の作業時間は定置式が約42分、ワンマン式が約44分となりほとんど差がなかったが、ほ場面積を50aとしたときの作業時間は定置式が約140分、ワンマン式が146分となり定置式の方がわずかに短くなった。この差は、ハーベスタの刈取速度の違いが影響を及ぼしたものと考えられる。

(3) その他の作業性に係る要因

ほ場全面に播種した場合、定置式での刈取りはハーベスタをリバース式に装着してバック走行しながらトラクタ幅で刈取りすることができるため、枕刈りを行う必要はない。しかし、ワンマン式ではハーベスタを必ずオフセット装着するため枕刈りが必要になる。また伴走式でも細断型ロールベラをけん引するトラクタの幅分の枕刈りが必要になる。さらにはほ場間の移動時に公道を走行する際、場合によってはハーベスタをオフセット装着からリバース式に変更するための準備時間が加わるため、実際の1日当たり作業量を考えた場合、定置式に比べてワンマン式や伴走式ではさらに作業時間がかかるものと考えられる。

以上のことから各区の作業性を総合的に判断した結果、10～60a程度のほ場を収穫する場合は、バケットローダ等の機械装備と作業人員の確保が必要になる

表5 細断型機による収穫調製作業の軽労化程度<sup>1)</sup>

作業機械	作業時間 (hr/ha)			疲労度 <sup>2)</sup> (Max100)	時間当たり疲労度			基準化		質調整作業時間			
	定置区	コンビ区	地下型区		定置区	コンビ区	地下型区	定置区	コンビ区	地下型区	定置区	コンビ区	地下型区
ハーベスタ (共通)	3.04	3.04	3.04	26	8.64	8.64	8.64	0.10	0.10	0.10	0.31	0.31	0.31
運搬トラック(細断型機) <sup>3)</sup>	6.91	6.91	—	32	4.63	4.63	—	0.05	0.05	—	0.37	0.37	—
運搬トラック(地下型) <sup>3)</sup>	—	—	7.41	34	—	—	4.59	—	—	0.05	—	—	0.40
投入ホイルローダ 細断型ロールベラ	5.24	—	—	59	11.17	—	—	0.13	—	—	0.69	—	—
ラッピングマシン	3.76	—	—	12	3.19	—	—	0.04	—	—	0.14	—	—
投入ホイルローダ 細断型コンビラップ	—	5.24	—	41	—	7.83	—	—	0.09	—	—	0.48	—
グローブ	3.80	2.93	—	40	13.65	13.64	—	0.16	0.16	—	0.47	0.47	—
地下型サイロ 鎮圧・密封	—	—	1.17	100	—	—	85.35	—	—	1.00 <sup>1)</sup>	—	—	1.17
計 (hr/ha)	22.75	18.12	11.62					計 (hr/ha)			1.98	1.63	1.88
地下型サイロ体系との比	1.96	1.56	1.00					地下型サイロ体系との比			1.05	0.87	1.00
労働費 <sup>4)</sup> (円/10a)	27,299	21,744	13,942					労働費 (円/10a)			14,682	12,115	13,942
								軽労化プレミアム (円/10a)			-740	1,827	0

注1：「地下型サイロ 鎮圧・密封作業」の1時間当たりの疲労度を基準（1とする）として、他作業の1時間当たり疲労度との比率をとり、

この比率と実作業時間を乗じて、質調整作業時間を求めた

注2：疲労度は各作業に携わった作業員による主観的な評価の平均値。調査人数は上から8、6、3、2、2、4、3、0人

注3：ほ場から細断型機の定置場所まで2kmとした

注4：労働費は実作業1時間当たり1,200円とした

が、定置式が最も効率の良い作業方式と考えられた。

2. 定置式による細断型機穫体系と既存穫体系の生産費及び作業負担の比較

(1) 収穫調製に係る作業負担の比較

各区间で諸条件を統一した実作業時間と疲労度を用いて作業時間の質調整を行い、表5のとおり軽労化プレミアムを算出した。まず、1ha当たりの延べ作業時間では地下型区の11.6時間に対し、定置区は1.96倍の22.7時間、コンビ区は1.56倍の18.1時間となった。一方、作業の質を調整した延べ作業時間で比較すると定置区が1.05倍、コンビ区は0.87倍となった。つまり、地下型区に対する延べ作業時間は、疲労度を加味すると定置区では同程度、コンビ区ではわずかに短くなることが推察された。また、この作業の質を調整した延べ作業時間を1ha当たりの労働費に換算すると、コンビ区では地下型区と比較して1,827円低下し、軽労化プレミアムが発生した。定置区では軽労化プレミアムは発生しなかったが、作業の質を調整した延べ作業時間は地下型区と同程度であり、一方で表5における必要作業人数は定置区が5人、地下型区が2人としていることから、一人当たりの作業負担量で考えると定置区でも軽労化することが推察された。

(2) トウモロコシサイレージの生産費の比較

試験区間で生産費を比較するための試算根拠を表6のとおり設定した。そしてこれらの試算根拠を基に、収穫面積を千葉県では中規模となる7haとして試算した場合の生産費を表7に示した。これらの結果、単位面積当たりの生産費並びにサイレージ1kg当たりの生産費ともにコンビ区が最も高くなった。次いで定置区、そして地下型区が生産費が最も安くなった。ただし、労働費と燃料費については作業人数が多く延べ作業時間が長い定置区が最も高くなった。

地下型区が生産費が安くなった主な要因は、減価償却費が低減できたことにある。減価償却資産の取得価

表6 トウモロコシサイレージ生産費の試算根拠

10a 当たり生産量		消耗品費	
4.46t/10a、収穫時水分率 68.3%、乾物中 TDN66.5% 地下型区は変敗ロス 11.2%を考慮する。		トウモロコシ種子 : 2 kg /10a	野鳥忌避剤: 20ml/ 種子 1 kg
借地代		ゲザノアプロアル : 240ml/10a	ワシホア : 110ml/10a
収穫面積中の借地割合 50%、10,000 円 /10a		化成肥料 : 80 kg /10a	苦土石灰 : 40 kg /10a
労働費		サイロ密封用ビニール : 1 枚 / サイロ 1 基	
ha 当たり作業時間×収穫面積× 1,200 円 /hr		ブルーシート : 1 枚 / サイロ 1 基	
燃料費		ネット : 180 ロール / 本 (定置区) 160 ロール / 本 (コンビ区)	
		ラップフィルム : 30 ロール / 本 (定置区) 20 ロール / 本 (コンビ区)	
		減価償却費	
時間当たり燃費 (111.6 円 / ㍉)・作業能率	取得価格・使用割合		
プラウ作業 : 10.0 ㍉ /hr・3.5hr/ha	トラクタ : 745 万円・75%	プラウ : 56 万円・100%	
プロトキヤスタ作業 : 2.5 ㍉ /hr・1.5hr/ha	プロトキヤスタ : 20 万円・100%	ロータリ : 79 万円・100%	
ロータリ作業 : 9.0 ㍉ /hr・3.5hr/ha	プランタ : 60 万円・100%	ローラ : 50 万円・100%	
プランタ作業 : 5.5 ㍉ /hr・2.0hr/ha	ホームスプレイヤ : 60 万円・100%	ハーベスタ : 320 万円・100%	
ローラ作業 : 4.0 ㍉ /hr・1.0hr/ha	トラクタ : 305 万円・20%	トラクタ : 233 万円・20%	
ホームスプレイヤ作業 : 3.5 ㍉ /hr・1.5hr/ha	投入ホイルロータ : 380 万円・20%		
ハーベスタ作業 : 8.0 ㍉ /hr・32.9 a/hr	細断型機用トラクタ : 340 万円・100%		
運搬トラック作業 (定置区・コンビ区)	自走式ラッピングマシン : 230 万円・100%		
運搬トラック作業 (地下型区) : 2.0 ㍉ /hr・14.5 a/hr	細断型ロールペーラ (ロール寸法 85*85cm) : 350 万円・100%		
投入ホイルロータ作業 : 3.5 ㍉ /hr・19.1 a/hr	細断型コンビラップ (ロール寸法 100*85cm) : 950 万円・100%		
細断型ロールペーラ : 3.2 ㍉ /hr・19.5 a/hr	グロブ用ホイルロータ : 250 万円・100%		
ペーララップ作業 : 3.0 ㍉ /hr・26.6 a/hr	グロブアタッチメント : 60 万円・100%		
細断型コンビラップ : 3.5 ㍉ /hr・31.4 a/hr	地下型サイロ (4*4*6m × 8 基) : 1,800 万円・100%		
グロブ作業 : 3.5 ㍉ /hr・26.3 a/hr (定置区)	法定耐用年数は、トラックが 4 年、地下型サイロが 17 年、それ以外は 7 年。実耐用年数は法定耐用年数の 1.5 倍。残存価格は 0 円。		
グロブ作業 : 3.5 ㍉ /hr・34.1 a/hr (コンビ区)			

格総額で試験区間を比較するとコンビ区>地下型区>定置区となるが、1年当たりの減価償却費では地下型区が最も安くなることから、取得価格が高くて耐用年数が長い地下型サイロの存在が、サイレージ生産費を低減する上で大きな役割を担っていると考えられる。

なお、表7の軽労化補正した労働費でサイレージ 1kg 当たりの生産費を試算すると、定置区・コンビ区ともに軽労化補正しない生産費と比べて原物 1kg 当たり 0.2 円程度の減少にとどまった。減価償却費が生産費の半分以上を占めていることから、労働費が若干安くなっても全体の生産費には大きく影響しないためと考えられる。

表7の各費用を固定費と変動費に割り振り、収穫面

積に対応するサイレージ原物 1kg 当たりの生産費を算出した結果を図5、図6に示した。定置区における収穫面積 7ha のときのサイレージ生産費は、作業機械を法定耐用年数で減価償却した場合 19.3 円となったが、一方、同条件での地下型区では 17.0 円であった。つまり、定置区において地下型区と同じ 17.0 円を生産費を実現しようとする、収穫面積は 7ha から 8.6ha に拡大しなければならない。同様に、コンビ区では収穫面積 7ha のとき 20.5 円となったが、同条件での地下型区を生産費 17.0 円を実現しようとする、収穫面積を 9.5ha に拡大する必要がある。

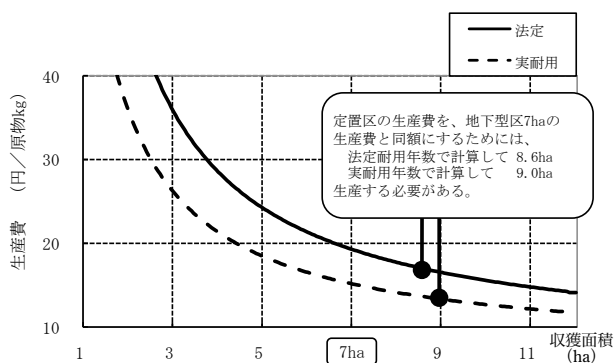
### 3. 結論

収穫調製作業に係る作業負担について、地下型区の調査対象酪農家は、収穫物を詰めた地下型サイロ内に

表7 トウモロコシサイレージ生産費試算結果 収穫面積 7ha の場合

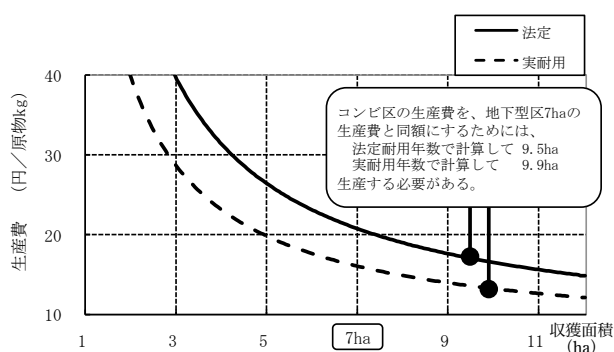
試験区分	定置区		コンビ区		地下型区	
10a 当たり収量 (原物 kg)	4,460		4,460		3,963	
10a 当たり収量 (乾物 kg)	1,414		1,414		1,256	
10a 当たり収量 (TDN kg)	940		940		835	
耐用年数 <sup>1)</sup>	法定	実耐用	法定	実耐用	法定	実耐用
借地代 (円/ha)	50,000		50,000		50,000	
消耗品費 (円/ha)	194,403		191,741		142,362	
燃料費 (円/ha)	20,977		18,791		14,467	
減価償却費 (円/ha)	550,622	367,082	626,133	417,422	435,352	290,235
労働費 (円/ha)		42,899		37,344		29,542
合計 (円/ha)	858,901	675,361	924,009	715,298	671,723	526,606
合計 (円/10a)	85,890	67,536	92,401	71,530	67,172	52,661
1kg 当たり生産費 (円/原物kg)	19.3	15.1	20.7	16.0	17.0	13.3
1kg 当たり生産費 (円/乾物kg)	60.8	47.8	65.4	50.6	53.5	41.9
1kg 当たり生産費 (円/TDN kg)	91.4	71.8	98.3	76.1	80.4	63.0
軽労化補正した労働費による生産費						
耐用年数 <sup>1)</sup>	法定	実耐用	法定	実耐用	法定	実耐用
1kg 当たり生産費 (円/原物kg)	19.0	14.9	20.5	15.8	17.0	13.3
1kg 当たり生産費 (円/乾物kg)	59.9	46.9	64.7	49.9	53.5	41.9
1kg 当たり生産費 (円/TDN kg)	90.0	70.5	97.3	75.1	80.4	63.0

注1: 減価償却費を法定耐用年数もしくは実耐用年数で計算した場合



注：固定費＝減価償却費、変動費＝借地代＋消耗品費＋燃料費とし、  
 生産費 (円/kg) = { (固定費総額 (円) ÷ 収穫面積 (ha)) + 変動費 (円/ha) + 労働費 (円/ha) } ÷ 面積当たり収量 (kg/ha) として算出した。

図5 定置区における収穫面積別の生産費



注：固定費＝減価償却費、変動費＝借地代＋消耗品費＋燃料費とし、  
 生産費 (円/kg) = { (固定費総額 (円) ÷ 収穫面積 (ha)) + 変動費 (円/ha) + 労働費 (円/ha) } ÷ 面積当たり収量 (kg/ha) として算出した。

図6 コンビ区における収穫面積別の生産費

重機を用いて板状のコンクリートを蓋のように並べて鎮圧と密封を兼ねる方法や、あらかじめサイロ内に大きな袋状のビニールシートを内装し、その中に収穫物を投入して最後にバキュームカーで脱気する方法を採っており、これらの方法による作業時間を表5における鎮圧・密封作業時間の根拠とした。これらの方法は足踏み鎮圧等の人力に頼る方法より作業時間が少ないと考えられる。にもかかわらず、作業の質を調整した延べ作業時間で比較すると、定置区は地下型区とほぼ同程度になりコンビ区は地下型区より1割程度短くなった。よって、地下型サイロの鎮圧・密封作業を人力に頼る方法で実施している場合との比較では、さらに大きな軽労化が見込まれる。

また細断型機による収穫体系では、給餌に際して地下型サイロからサイレージを取り出す必要がないため、サイレージの給餌作業においても軽労化が図られると考えられる。現地調査に付随して行った給餌事例調査(1戸)では、サイレージを周年給与する場合、年間で30万円以上の軽労化プレミアムが発生することを確認した。

細断型ロールベールの3種類の運用方式の中では、必要な作業人数を確保できれば定置式が最も効率的な運用方式であると考えられた。一方で、定置式による収穫体系である定置区・コンビ区は、地下型区に比べ

て生産費が高くなった。最も高くなった試験区はコンビ区であったが、収穫面積を7ha前後、減価償却費を実耐用年数で計算した場合の乾物1kg当たり生産費は、輸入スーダングラス乾草や輸入オーツ乾草(46円前後/原物kg)の乾物1kg当たり価格と同程度であり、定置区では6ha前後のときの生産費がこれに相当する。また、これらの収穫面積における減価償却費を法定耐用年数で計算した場合のTDN1kg当たり生産費は、同乾草のTDN1kg当たり価格と同程度になることから、これらの輸入乾草を主体に給餌する酪農経営体が細断型機を導入することを考えた際、表6の設定根拠に基づけば、定置区では収穫面積を6ha以上、コンビ区では7ha以上とすることを一つの目安として提示したい。

いずれにせよ、生産費の半分以上を減価償却費が占めていたことから、生産費の低減化を図るためには作業機械の耐用年数が鍵となる。特に細断型ロールベールは、2004年に市販化された当時の機械なら2011年前後が法定耐用年数を迎えるタイミングとなるため、作業前後のメンテナンス等によって細断型ロールベールの耐用限界を延ばすことが肝要である。

ただし、こうしたメンテナンスもしくは修理に係る費用や手間については、試験区間で条件を整える必要があったため、本研究では検討材料にしていない。実際にはこれらの費用・手間に加えてラップフィルムの処分等に係る費用や手間についても考える必要がある。逆に、ラッピングロールによって長期間良好な状態でトウモロコシサイレージが給与でき、飼養牛の健康状態が向上した等の声が多く聞かれたが、こうしたメリットも本研究の検討材料に含んでいないことから、これらを含めた総合的な検討は今後の課題とした。

最後に、本研究にあたりご協力下さいました酪農家の方々に深く感謝します。

## 引用文献

- 1) 米本貞夫・斉藤健一・青木大輔・平野和則(2005)、千葉畜セ研究報告第5号:81-82
- 2) 小田朋佳・増田隆晴(2007)、岩手県農業研究センター研究報告第7号:61-64
- 3) 細断型ロールベール利用研究会(2008)、細断型ロールベール利用マニュアル:7-18、27、53-56
- 4) 林清忠・菊池昌彦・高橋徹(2004)、農業経営研究第42巻第1号:31-34
- 5) 日本疲労学会(2008)、抗疲労臨床評価ガイドライン
- 6) 折原健太郎・増田富男・水宅清二・秋山清(2009)、神奈川県畜産技術センター研究報告第2号:18-23
- 7) 串田晴彦・谷田重遠(2004)、岡山県総合畜産センター

研究報告 第15号 : 47-53

- 8) 浦川修司・平岡啓司・山本泰也・乾 清人 (2004)、  
平成15年度三重県科学技術振興センター畜産研究  
部業務年報・試験成績報告書 : 115-119
- 9) 大槻健治 (2004)、福島県畜産試験場研究報告 第12号 :  
43-50