

# サイレージ流通化に対する提言

農林省農事試験場山地支場

安藤文桜

## 一 粗飼料流通化の背景

わが国の酪農の大部分をしめている平坦地の酪農経営では、急速な多頭化の進展につれて飼料作物や牧草の増産確保は、すでに限界にきているところが多い。農事試験場畑作部では従来サイレージの通年給与による乳牛飼養法を確立してきたが、この飼養技術は、狭い土地を利用して養分を最高に生産し利用するにはきわめて効率の高い方法である。しかし、もともと零細な土地基盤しかもたない一般の酪農家にとつてはこの方法では十分とはいえない。酪農家は現実に集団裏小作や契約栽培、さらにはヘイキューブやイナワラ利用、あるいは濃厚飼料も多給することに対応している事例が多く、むしろ自給率は次第に低下する傾向にある。

したがって、将来多頭化をすすめ、広域的に安定酪農を育成するためには、このような問題を解消する何らかの技術的対策を確立しないかぎりその振興は望めそうにない。その対策として、畑地や山地傾斜地における大規模草地の一つの利用形態として、家畜飼養と分離した粗飼料生産専門経営を考え、ここでの粗飼料生産体系、さらにはその流通化技術について若干の検討を行なってきたので、以下私見をのべてご批判をいただきたい。

## 二 流通粗飼料の具備すべき条件

日本内地の気象条件は、乾草調製にはき

わめてきびしい条件であり、良質乾草を安定的に大量生産するには、どうしてもドライヤーの力をかりねばならず、そのため生産乾草はかなり高価なものになる。とくに集約生産された牧草類から乾草を大量調製することは、ほとんど困難に近い現状である。そこで内地の流通粗飼料の形体は主として牧草サイレージが対象になるものと考へ、流通サイレージは、次の諸条件を満足させることを目標にした。

- ① 高能率で大量調製しうる調製法（ハイベスター・ヘイベラ利用）
  - ② 移送再貯蔵過程で変質しにくいもの（良質サイレージ）
  - ③ ムダな水の運搬をさけ、輸送費を安くするため、乾草以上の乾物密度をもたせる（容積重DM一五〇kg/m<sup>3</sup>）
  - ④ 移送・再貯蔵・給与が簡便であること（コンパクトな形状）
  - ⑤ サイロは一次、二次サイロとも気密的で容積・位置は随時移動できること
  - ⑥ 給与までのすべての過程で秤量が省略できる型であること
- 以上の条件を満足させるサイレージは、現状では、低水分材料をヘイベラで梱包して梱包サイレージの型で草地に現地貯蔵しておき、これを低温時に移送、再貯蔵して適宜給与する方式が技術的にみて最も安定した流通形体ではなからうかと考えている。

## 三 梱包サイレージの調製と移動再貯蔵試験

従来のサイレージ調製には、集草や運搬などの重労働や踏圧重石などのわずらわしい作業の工程があり、限られた期間のなかで大量貯蔵を行なうことは容易なことではない。とくに大規模草地の粗飼料利用技術としては多くの労力がかかりすぎるとい問題が残されている。本試験は調製法を思いきって能率化する作業方法として、ヘイベラを用いて集草能率の飛躍的向上をはかり、梱包段階で草の密度をサイロ中の状態にまで高め、これを現地でレンガ積みにして一次貯蔵する。適宜開封して対象地まで移送して畜舎近くに二次貯蔵して給与する体系について検討したものである。

表一 供試機械の概要

作業機	作業名	作業幅	作業速度	型式
フレールモアー	刈取	1.5m	km/hr 6.3~9.0	フレール型、ハーパー代替可能
テッダー	反転	3.2	10.0	縦軸型
レキ	集草	2.5	8.5	回転輪型
ヘイベラ	梱包	1.4	4.0	タイト型
ルズベラ	梱包	1.4	4.0	ファーガリン802-S
トレラ	運搬	6.3m <sup>2</sup>	10~15	傾斜地用ダンブ型
トラック	運搬	7.2	15~18	ダンブ型

なお、この試験は一九六八年畑作部家畜導入研・山地支場作業技術研と組立研究班が部分共同試験として実施したものである。

### 1 試験方法

供試材料は山地支場組立試験用採草地

図-1 作業体系と能率

#### ① 現地貯蔵作業

刈取	集草	梱包	運搬	現地貯蔵	排気 40cmHg	所要労働
フレール モア	アクロバット レーキ	ハイベアラ	ダンプトラック	バキューム サイロ	真空発生 装置	
作業時間 hr/ha 1.18	0.75	1.56		0.47	1.30	5.26時
延労働 hr/ha 1.18	0.75	1.56	9.36	1.41	1.60	15.86時

#### ② 再貯蔵～給与作業

開積	封載	輸送	再貯蔵	給与	所要労働
人	力	トラック	ビニールバキューム サイロ	人	力
作業時間 hr/18 ton 3.0	3.0	3.0	1.5	(0.2)	7.5時
延労働 hr/18 ton 15.0	15.0	6.0	10.5	17.0	48.5時

オーチャード、クローバ草地三番草で刈取時草量は一七・六ton/ha、水分八四・六%、草丈五〇～六〇センチのもので供試機械および作業体系は表1・図1のようである。十月十七日現地貯蔵したものを七十日後、品質利用効率を調査したのち、トラック二台に積載し畑作部畜舎まで一四五ギガ移動して現地貯蔵と同様、ビニールバキュームサイロに再貯蔵して二ヵ月間保存した。二月二十六日開封して搾乳牛十頭に生換算四〇〇キログラム三月二十三日まで給与して、品質、利用効率、嗜好性、泌乳性などを調査した。

2 試験成績と考察  
(1) 作業体系と能率  
① 梱包作業と現地貯蔵の作業能率は図1のとおりである。すなわち、一・五日予乾で水分六〇%前後となり、平均二〇・八ギガの梱包を計四七四個調製したが、所要時間は一・五六時/袋であった。詰込みまでの作業時間は五・二六時/袋で、一日刈取り処理可能面積は六時間作業で三・八袋と算出され、きわめて高能率であることが認められた。

② 梱包サイレージの移動再貯蔵の所要労力は図1および表2のようである。すなわち二台のトラックに梱包サイレージを積載し、カバシートをかけて輸送したが、総輸送量は現物八、二四〇ギガ(乾物三、二七一)生換算一八トであった。輸送の所要労力は積載延一五・〇時間、荷下し七・五時間、計二二・五時間約三人を要し、移動再貯蔵時間は七・五時間であった。輸送中の梱包サイレージの容積重は乾物一五三kg/m<sup>3</sup>

で一次サイロの一四〇kg/m<sup>3</sup>と大差ない密度で輸送された。また輸送に要した経費は自家用トラック燃料七六ギガ、三、六四八円、一台借料は一二、〇〇〇円であって、この条件での直接経費は、乾物一ギガ当たり五九四円、生草換算一ギガ当たり一・二円ということになる。

③ 梱包サイレージの取出し給与作業の所要労力は、梱包しなかったものと比較すると表3のようである。表3によると、梱包サイレージの給与労力は、同じ条件のタワー

表-2 移動再貯蔵の所要労力

	容積 (m <sup>3</sup> )	現物			輸送 密度 (DM) (kg)	所要労力	
		移送量 (kg)	到着時 (kg)	目減り (kg)		積載(5人) (時)	荷下し (7)
ダンプトラック	9.4	3,605	3,590	15	153	6.0	2.5
トラック	12.3	4,680	4,650	30	152	9.0	5.0
計	21.7	8,285	8,240	45	—	15.0	7.5

表-3 梱包サイレージの給与労働

項目	作業項目		
	トレンチサイロ 梱包サイレージ	トレンチサイロ コーンサイレージ	タワーサイロ グラスサイレージ
取出し	2.47分	14.56分	12.00分
運搬	6.08	4.02	6.50
秤量給与	9.00	21.18	29.50
延労働時間	17.55	39.76	48.00
タワー方式を100とした指数	37	83	100

注) 1日の取出給与量は300kg、人員は2人で運搬は小型トレーラを用いた。

サイロに比べ三七%程度で、取出し給与の面においても大きい省力効果をしめすことが認められた。梱包サイレージはその他給与にあたって、秤量を省略しても正確に給与量を規制できる特長が認められた。つきに梱包サイレージの刈取から貯蔵給与までの作業能率を他の二、三の方式に比べてみたのが表4である。これによると梱包サイレージの所要労力は、慣行調製法に比べ二〇%程度まで省力化され、サイレージの大量調製や流通用として最も適切な条件を備

量調製や流通用として最も適切な条件を備

表-4 作業体系別作業能率比較

		大型タワーサイロ				トレンチサイロ									
		吹上カッター		エレベーター		人力積載 ダンブトレーラ		ルーズベレーラ ダンブトレーラ							
		踏 圧		踏 圧		踏 圧		無 踏 圧							
		作業時間	延 労 力	作業時間	延 労 力	作業時間	延 労 力	作業時間	延 労 力						
刈	取	1.3時	1.3時	3.4時	3.4時	3.4時	3.4時	3.4時	3.4時						
庄	傷	0.7	0.7												
反	転	0.5	0.5												
集	草	0.9	0.9												
小	計	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4						
梱	包	(3.3)	19.8	3.5	24.5	2.0	14.0	1.4	1.4						
運	搬									6.1	30.5	7.0	4.0	11.2	
詰	込									(6.1)	42.7	24.5	1.2	—	—
踏	圧									0.3	1.0	0.3	1.0	0.5	3.0
仕	上														
小	計	6.4	94.0	3.8	57.0	3.7	22.2	3.3	17.4						
刈	取	9.8	97.4	7.2	60.4	7.1	25.6	6.7	20.8						
同	指									100.0	62.0	26.3	21.4		
取	出									53.0	53.0	44.0	19.0		
刈	取									150.4	113.4	68.6	39.8		
同	指	100.0	75.4	45.6	26.5										

注 1 数字はイタリアンライグラス1回刈り20トン/1haの貯蔵給与労働である。  
2 給与労働は第3表の1日1回給与より算出、他は実測値である。

① ルーズベレーラ  
ルーズベレーラの圧力調節と材料水分による密度(DM/kg/m<sup>3</sup>)を調査したのが図2である。すなわち、生草(水分80%)では圧力を最高にしても容積重は四〇キロ程度であり、低水分材料では八〇キロ乾草でも最高一三〇キロをせしめ、梱包密度はサイレージとしては不十分であった。とくに生草梱包では貯蔵中に容積が半減するのでトワインがゆるみ、ほとんど梱包の意味はなくなり、草地からのムダな水の運搬がさげられない点で実用性はきわめてうすい。

② コンパクトベレーラ  
つぎにタイトベレーラでは図3のように、前者より当然高密度がえられ、生草で六〇キロ乾草ではルーズと大差ない一〇〇キロ程度であるが低水分材料では一二〇〜一四〇キロ程度に圧縮できることがわかった。

以上の成績から、梱包サイレージは、低水分(六〇%)材料をタイト型ベレーラによ

えていることが認められた。  
(2) ハイベレーラの梱包密度

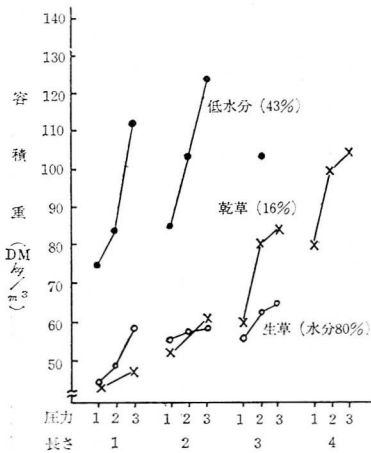


図-3 コンパクトベレーラの梱包密度 (DM容積重) (作業技術研)

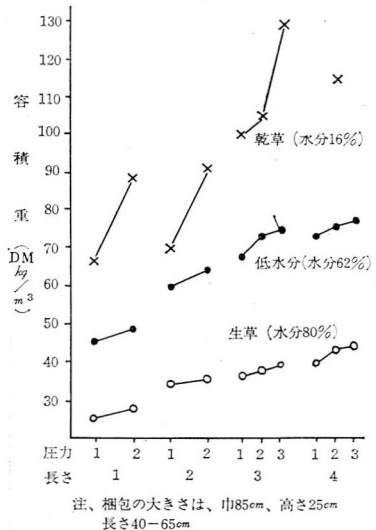


図-2 ルーズベレーラの圧力、梱包長の調節と梱包密度 (容積重) (作業技術研)

り、つとめてコンパクトに梱包して生草換算1トン/m<sup>3</sup>近くに圧縮することが目標になる。

(3) 梱包サイレージの発酵温度  
梱包材料を二〇キロ容積ビニールバキュームサイロに積み込み発酵温度を調査し、再貯蔵後の温度変化をあわせて図示すると図4のとおりである。すなわち、現地貯蔵においてはいは詰込み三日目に二五℃をしめし、

その後漸次低下して一℃まで下降しており理想的な低温発酵をしたことがわかる。ついで十二月二十六日再貯蔵したのち、温度変化をみると三日目に一℃とわずかに上昇したが、その後は下降して常温に移行した。このように再貯蔵により二次発酵はとくにみられなかった。ただし、再貯蔵後ビンホールなどがあると三〇℃以上に上昇

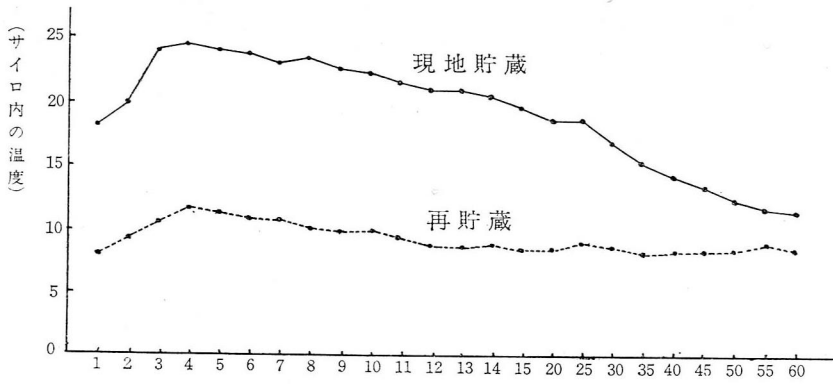


図4 梱包サイレージの発酵温度と移動再貯蔵後の温度変化

し二次発酵がおこることが認められてい

る。このことは発酵の完了した良質サイ

レージでも再貯蔵にあたって、原則どおり厳

重に密封する必要があることをしめしてい

る。なお開封後再貯蔵までの時間はつとめ

て短くするのが安全であるが、この試験で

は一二時間程度の時間は許容されることが

認められた。しかし、一方では品質保持と

輸送量の増大をはかるため、気密的条件で

輸送する必要が認められており、この方法

では時間的制約は全く排除され移送距離は

無制限に延長されることになる。

(4) 現地貯蔵から再貯蔵給与の利用効率

全過程の利用効率をしめすと表5のよう

である。すなわち、現地貯蔵では圃場粗収

量に対し実収率は八九%でかなりよい利用

率がしめされている。ついでサイレージの

収量は九一・九%で、従来の梱包サイレージ

とはほぼ同じ高い歩止まりであった。そし

て、トラック輸送量八八・九%、二次サイロ

への再貯蔵は八八・七%で輸送中の損失は

ほとんど問題にならない程度であり、給与

量は八七・六%であった。給与は毎日一頭

四〇キログラム相当量を給与したが、乳牛の嗜好

性よく残食は全くみられなかった。要する

に一次から二次貯蔵へ給与の全過程の乾物

利用率は七八%をしめし、組立試験の二年

間一、〇〇〇ト貯蔵の利用効率七二%より

明らかに高く、流通飼料としてもきわめて

効率的な調製法であることが実証された。

(5) 梱包サイレージの

品質とその後の変化

一次、二次貯蔵の梱包サイレージの品質

変化は図5のようであ

り全般を通じてほとん

ど変化のないものとみ

よからう。むしろ二次

貯蔵後の有機酸含量は

高まる傾向がみられた

が、一部にわずかな酪

酸の生成がみられた。

以上要するに、良質

のサイレージであれば

一日くらい空気にさら

した後再貯蔵してもバ

キニウムサイロに貯蔵

すれば品質変化はとく

に大きいものではない

といえる。ただし低品

質のものは当然予測さ

れるところであるが、

さらに検討を要する点

である。なお、品質保持

を完全に行なうために

は、上述したバキニ

ウム輸送法(コンテナ、

大型、バック方式)を確

立することが今後の重

要な研究課題である。

(6) 品質保持と経費節減のための

サイレージ圧縮の可能性

本試験の輸送経費(直接費用)は、輸送

業者によれば乾物一キログラム六・〇円、生草二・

一円であるが、現地購入して自家用車で運

搬する場合には、乾物一キログラムたり二・一

有機酸含量(現物中%)

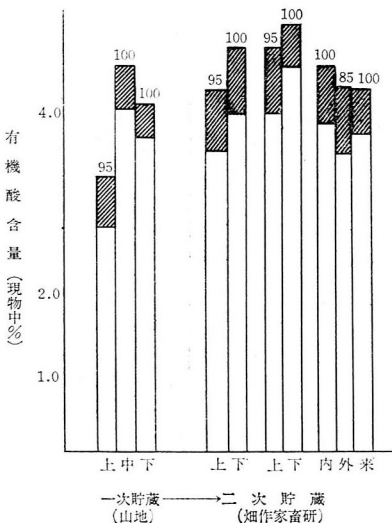


図5 現地貯蔵から再貯蔵～給与までの品質変化(農事試験作家畜研共同)

表5 梱包サイレージの生産と移動再貯蔵方式の利用効率

A 生産～貯蔵過程

区分	現物 (kg)	乾物 (kg)	効率
圃場粗収量	26,400	4,210	100.0
トラックスケール実収	8,920	3,740	89.0

B 貯蔵～給与過程

サイロ詰込量	8,915	3,735	100.0
サイレージ生産量	8,330	3,432	91.9
輸送量	8,285	3,322	88.9
再貯蔵量	8,268	3,313	88.7
給与量	8,261	3,271	87.6

C 全過程の利用効率

利用効率 (%)	89 × 87.6 = 77.96%
----------	--------------------

円、生草では〇・四円となる。輸送経費を

軽減し品質保持をはかるには、輸送過程の

サイレージはつとめてコンバック圧トに縮し

た型であることが望ましい。そこでバック

などにより梱包サイレージをさらに圧縮す

る技術の開発が当面の研究課題である。

図6はバキニウムの陰圧の程度とサイレ

サイレージ密度の關係につき試験し、サイレージ圧縮の可能性を検討したものである。バキューム方式でサイレージを圧縮すると、流通化の目標になる低水分サイレージは陰圧二〇cm/Hgで容積重はDM一・〇〇kg/m<sup>3</sup>、四〇kg/m<sup>3</sup>で、陰圧が高まるにつれて密度は急速に上昇した。この密度は乾草や高水分の約二倍にあたり、さらに陰圧を高めることにより密度を一層高める可能性が残されている。

この程度の密度が車両上で再現できれば輸送費は半減してDM一・〇〇円、生草〇・二〇程度節約され、品質はより安定化して乾草よりもあるいは経済的となり、粗飼料流通化の一つの体系が成立するものと思われる。

(7) 今後の研究課題

- ①サイレージ品質評価基準の研究
- ②再貯蔵サイレージの品質保持技術および給与法の検討
- ③移送用容器の開発(コンテナ、バック、バキューム応用)
- ④一次サイロ、二次サイロの型式、構造
- ⑤高効率安定した調製技術の開発(添加物と添加法の改善)

(長野県北佐久郡御代田町塩野 なお山地支場  
は十月より草地試験場の支場となります)

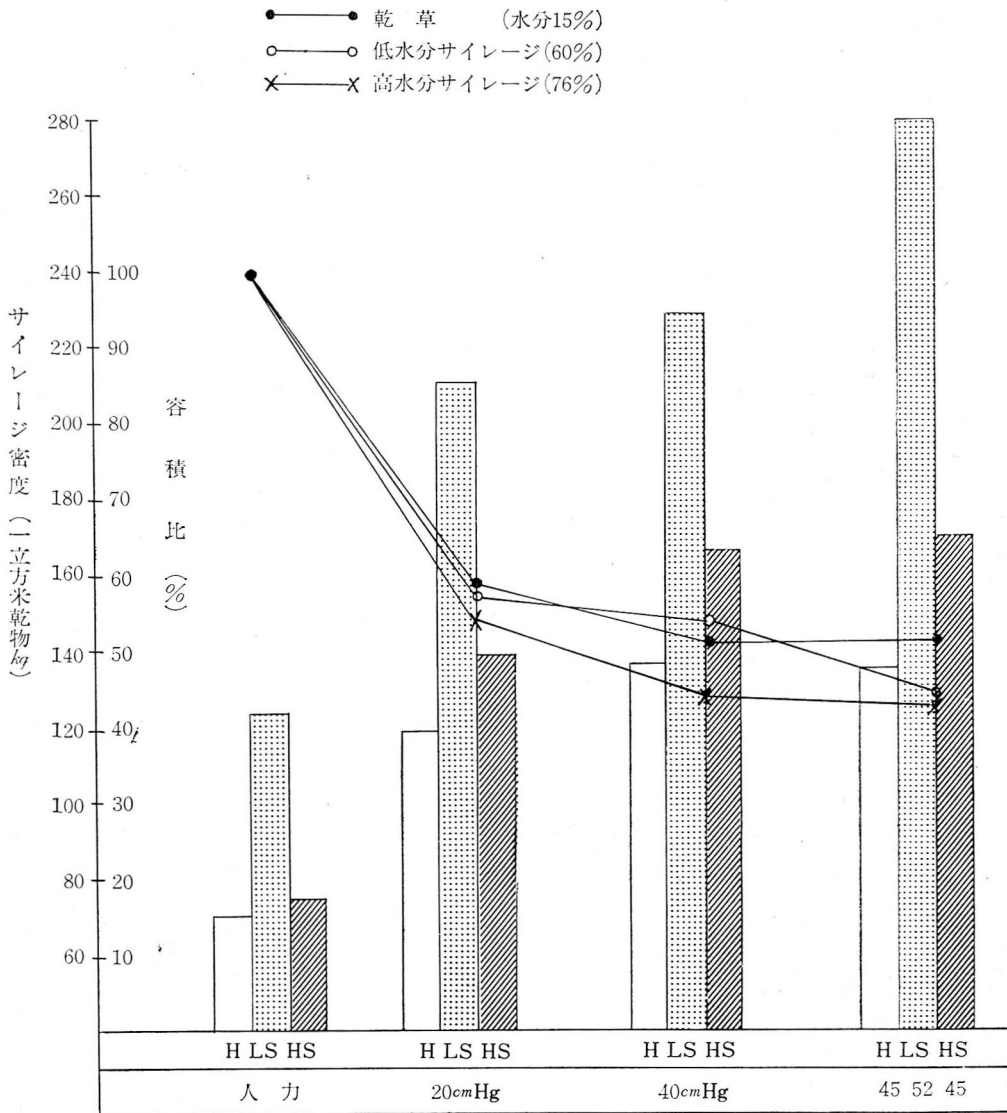


図-6 バキュームの強さとサイレージ密度 (容積重容積比)