

## 令和3年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3101-214111 （経常（一般）研究）

### 1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：バンカーサイロにおける多層詰めサイレージ調製技術  
（研究課題名：バンカーサイロ多層詰め技術の道内における実用化）
- 2) キーワード：バンカーサイロ、サイレージ、多層詰め、詰込間隔、発酵品質
- 3) 成果の要約：イネ科主体牧草やとうもろこしを用いた多層詰めでは、単層詰め同様の十分な踏圧等サイレージ調製条件を遵守する。追詰め間隔は10日以上とする。多層詰めではサイレージ調製時間は長い、同時に開封するサイロを減らせるため、日々の飼料調製作業を省力化できる。飼料成分は、各層の厚さ、乾物率および成分から算出する。

### 2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：酪農試天北支場・地域技術G・主査・遠藤哲代
- 2) 共同研究機関（協力機関）：酪農試験場・酪農研究部・乳牛G、畜産試験場・畜産研究部・飼料生産技術G

3. 研究期間：令和元年度～3年度（2019～2021年度）

### 4. 研究概要

#### 1) 研究の背景

バンカーサイロを満たすだけの量がない原料は、現状、ラップサイレージなど別体系で収穫調製しなければならず、栄養バランスをとるために複数の飼料を混合する際の労力が過重となる。ヨーロッパでは、1つのバンカーサイロに複数の番草を重ねる多層詰めが行われており、道内でも、牧草やとうもろこしを組み合わせ多層詰めを実践している酪農場が数戸あるものの、調製・利用法についての情報はほとんどない。

#### 2) 研究の目的

道内で栽培される多回刈り牧草などの自給飼料原料を用いた多層詰め技術の適切な調製法および調製・利用のための労力実態を明らかにして、道内におけるバンカーサイロ多層詰めを実用技術化する。

### 5. 研究内容

#### 1) 多層詰めサイレージ実践農家における調製および利用実態（R1～3年度）

- ・ねらい：実践A・B農場（搾乳牛各58頭、乳量(kg)A：10,040、B：10,732、飼料分析は行わず粗濃比6:4で利用）の作業時間の実態を明らかにする。
- ・試験項目等：サイレージ調製・取出しに係る作業時間、サイレージの飼料成分・発酵品質、給与方法

#### 2) 多層詰めサイレージ調製条件の検討（R1～3年度）

- ・ねらい：調製条件と発酵品質の関係を明らかにする。
- ・試験項目等：(1)実践A・B農場および酪農試・畜試で調製した多層詰めサイレージの飼料成分・発酵品質  
(2)プロピオン酸Ca（100～300g/m<sup>2</sup>）または食塩（500g/m<sup>2</sup>）の散布の有無で防かび効果を調査  
(3)詰込み11・33日後に開封・追詰めを行ったサイロにおける発酵品質

#### 3) 多層詰めサイレージ飼料成分の詰込み厚からの予測（R1～3年度）

- ・ねらい：サイロ内での飼料成分の変動を明らかにし、混合物の飼料成分の予測を試みる。
- ・試験項目等：各層の厚さ、乾物率、飼料成分から混合物の成分値を推定し測定値と比較

#### 4) 多層詰めサイレージ調製技術の導入事例（R2～3年度）

- ・ねらい：新規に多層詰めを開始したC農場（搾乳牛130頭、乳量10,700kg）で、導入法、飼料成分を調査する。
- ・試験項目等：サイレージ調製に係る作業時間、サイレージの飼料成分・発酵品質

### 6. 研究成果

1) 多層詰めを開始した理由は、A農場では少量の3番草もサイロに詰めるため、B農場ではサイレージ調製・飼料調製作業の省力化であった。追詰め前の準備作業に90～130分/基を要し（表1）、両農場ともタイヤ除去をデメリットとして挙げた。詰込作業は、原料草をサイロ手前から奥まで薄く拡散しながら踏圧する方法で行われた。多層詰めでは原料草の拡散に時間を要すが、単層詰めでの推奨値（20～30秒/m<sup>3</sup>）と同等以上の十分な踏圧時間が確保され（表1）、発酵品質の安定に寄与する。取出し作業は約20分/日、除雪が必要な場合はさらに10分前後要し、単層詰め複数サイロを利用する場合はこれらの作業時間が倍増するため、多層詰め導入は毎日の飼料調製作業の省力化がメリットである。

2) - (1) リードカナリーグラス主体の原料や踏圧が不十分な場合、多層詰めサイレージの発酵品質（Vスコア）が不良なものも見られたが（データ略）、単層詰め推奨される調製条件を遵守した場合、発酵品質は良好であった（表2）。(2) 追詰め後のシート被覆前に食塩を表面散布することは、かび発生抑制に有効である（データ略）。(3) 小規模サイロで詰込み11、33日後に開封・24時間外気に曝した後（図1）や実規模サイロで詰込み12日後に開封・約5時間外気に曝した後（データ略）に追詰めをしても、外気に曝された下層表面の品質は中心部と変わらず、追詰めは10日程度の間隔でも可能である。

3) 牧草ととうもろこしを詰めたサイロは混合物のNFC含量に大きな変動があった（標準偏差1.0～6.2、表2）。多層詰め混合物の飼料成分値は、サイロをサイレージカッターなどで垂直に削り出せる条件では、各層の厚さ、乾物率および飼料成分から概ね予測できる（図2）。牧草ととうもろこしの多層詰めでは、予測値と実測値の差は、NDFで-5.3～+2.7ポイントとやや大きかった（図2：凡例△・▲・□）。

4) C農場は自給飼料の栄養価向上を目的として、牛舎周辺の草地を年2回から3回刈りに変更し、多層詰めを導入して収量の少ない3番草もサイロに詰めた。多層詰めでは、詰込みから利用までの期間が長期になるため、サイロを1基増設した。粗濃比は4:6とし、約15日毎に各層のサイレージの飼料分析値を、詰込厚で按分して混合物の成分として飼料設計を行っていた。TMRの設計値と実測値は、DM、NDF、NFCで概ね一致したが、CPで最大2.6ポイントの差がみられた（データ略）。単層から多層詰めに変更しても、乳量は維持されていた。

<具体的データ>

表1 AおよびB農場の追詰め時の作業手順および取出しにかかる時間(サイロ1基当たり)

作業手順	追詰め準備(分)		詰込作業		サイレージ取出し作業(分/日)		
	タイヤ除去 シートをはがし	かび除去 <sup>1)</sup>	原料草はサイロ手前に下ろし 奥まで拡散しながら踏圧	踏圧時間 (秒/㎡)	除雪	シート 開閉	取出し
A農場 (5.4~7.5×30×2m) <sup>2)</sup>	30~40 (1名)	60~90 (3名)	平行積み	23.9~33.5 (20) <sup>3)</sup>	12.6	4.1	16.5
B農場 (7×30×2.7m)	76 (1名)	45 (1名)	緩やかな斜め積み	32.2~43.0 (30)	7.8	7.4	15.4

シートをはがしてから詰込み開始までの時間は、A農場で7.5~20時間、B農場で0.8~3時間

1)かび除去は、壁際やサイロシート破損箇所が発生した表面のかびを、フォークを使って手作業で行った。 2)サイロの大きさ(幅×奥行×高さ)

3)各農場で使用しているホイールローダでの1㎡当たり踏圧時間の推奨値

表2 多層詰めサイレージの詰込条件、原料草成分、サイレージの飼料成分およびVスコア

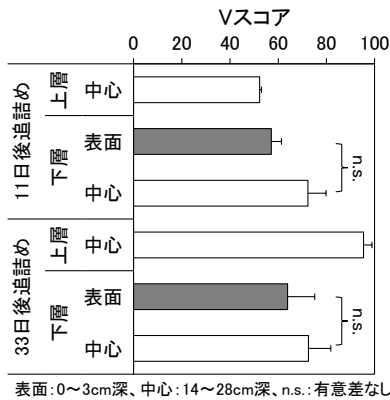
サイロ (幅×奥行×高さ) (詰め方)	層	原料草	優占 草種	詰込条件			原料草成分		サイレージ飼料成分(平均±標準偏差)					Vスコア
				追詰め 間隔	詰込厚 (cm)	圧縮 係数	DM (%FM)	WSC (%DM)	DM (%FM)	CP (%DM)	NDF (%DM)	NFC (%DM)		
A農場 (7.5×30×2m) (平行積み)	上	3番草	OG	88	63	2.9	26.5	5.1	24.7±0.6	15.3±1.2	57.8±5.2	14.1±2.1	93±4	
	中	1番草	OG	-	60	2.5	16.5	10.8	26.7±0.3	22.4±0.9	51.1±0.7	14.1±0.4	92±3	
	下	CS <sup>1)</sup>	-	-	79	-	-	-	37.1±1.3	8.8±0.3	35.5±1.3	49.0±0.8	84±6	
	混合物 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	29.6±2.0	13.6±1.4	47.3±4.5	29.6±6.2	-	
B農場 (7×30×2.7m) (緩やかな斜め積み)	上	とうもろこし	-	81	102	2.6	33.4	10.5	33.8±0.5	7.9±0.1	43.7±1.5	41.9±1.3	87±3	
	下	1番草	TY	-	159	2.2	15.2	7.0	22.8±0.4	10.1±0.1	71.8±0.4	9.6±0.5	86±3	
	混合物	-	-	-	-	-	-	-	28.5±2.0	8.6±0.4	54.0±2.5	29.7±1.9	-	
C農場 (7.2×36×2.4m) (平行積み)	上	1番草	OG・TY	-	151	2.4	25.5	9.3	23.6±4.0	12.9±0.3	61.0±1.5	14.5±2.0	85±9	
	下	3番草	OG・TY	-	87	-	-	-	20.5±1.1	22.1±1.4	44.3±1.2	18.5±1.1	90±4	
	TMR	-	-	-	-	-	-	-	50.0±1.3	17.8±0.4	34.6±0.8	39.2±1.2	-	
畜試 (6.5×16×1.5m) (平行積み)	上	3番草	RCG39%	43	46	-	25.5	12.7	21.9±1.3	18.6±0.6	53.9±0.4	12.4±1.2	88±3	
	中	2番草	TY82%	62	33	-	29.3	8.3	22.1±0.7	18.1±0.4	55.5±0.8	10.7±0.7	86±1	
	下	1番草	TY99%	-	68	2.0	22.2	8.4	25.3±0.3	12.9±1.0	66.2±3.0	12.2±1.2	90±2	
	混合物	-	-	-	-	-	-	-	23.2±0.4	15.8±0.5	60.0±1.2	11.7±0.5	88±2	

1)A農場の下層は、前年度に別のバンカーサイロで調製したとうもろこしサイレージ(CS)を1番草の調製日に詰め直した

2)混合物の削り出しは、A農場はサイレージグラブで2~3日分をまとめて、B・C農場はホイールローダのバケットで1日毎、畜試はロールカッターで手作業で行った

OG:オーチャードグラス, TY:チモシー, RCG:リードカナリイグラス, DM:乾燥, WSC:可溶性糖類, CP:粗タンパク質, NDF:中性デタージェント繊維、

NFC:非繊維性炭水化物、Vスコア:発酵品質を100点満点で評価した指標。80点以上:「良」、60~80点:「可」、60点以下:「不良」



表面:0~3cm深、中心:14~28cm深、n.s.:有意差なし

図1 追詰め間隔の異なる

多層サイレージのVスコア  
(2020年に畜試で調製した小規模サイロ)

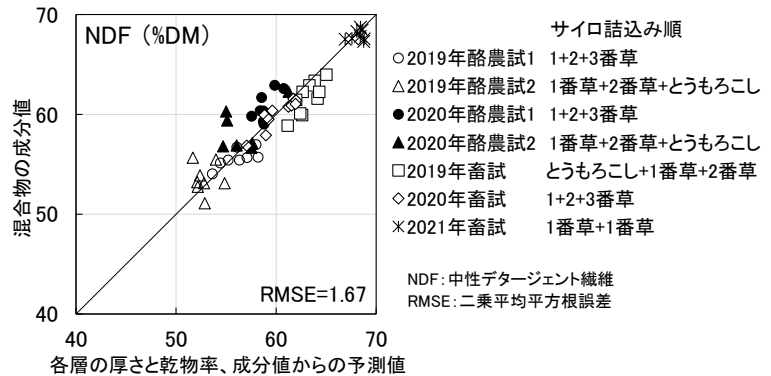


図2 混合物の飼料成分の測定値(縦軸)と厚さと乾物率を加味した予測値(横軸)

予測値は次の式により算出した。

1)各層の乾物混合割合を推定(中層、下層も同様に算出)

上層の乾物混合割合(上層%) = (上層の厚さ×上層のDM%) /

((上層の厚さ×上層DM%) + (中層の厚さ×中層DM%) + (下層の厚さ×下層DM%)) × 100

2)混合物の成分値

例:NDF% = ((上層%×上層NDF%) + (中層%×中層NDF%) + (下層%×下層NDF%)) / 100

DM% = 1 / (上層%/上層DM% + 中層%/中層DM% + 下層%/下層DM%) × 100

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- バンカーサイロを所有し、多回刈りや小ロットで粗飼料生産を行っている経営体で活用できる。
- 導入に際しては、必要なサイロ数や収穫スケジュールなどの生産計画を事前に立てる。
- 中・上層の圧縮係数は測定できない場合があるので、1㎡当たりの踏圧時間を踏圧の目安とする。
- 下・中層のサイレージの乾物密度の測定は、追詰め作業で上層を詰込む前に実施する。
- 食塩を500g/㎡以上散布した多層詰めサイレージは、乾乳牛の食塩要求量を超える場合がある。
- 層毎の栄養価が大きく異なると予想される場合は、断面が垂直になるようなサイレージの削り出しと十分な混合を行い、サイレージ混合物またはTMRを定期的に分析する。

2) 残された問題とその対応 特になし。

8. 研究成果の発表等 林拓(2020)令和元年度北海道自給飼料改善協議会セミナー