

高冷地における大量調製グラスサイレーズの品質改善

太田繁、蛇沼恒夫※、平野保、桜田奎一、佐藤勝郎、道又敬司、瀧向正四郎※※

(※現岩手県農政部農産普及課、※※現岩手県農政部畜産課)

目 次

	効果
まえがき	① 添加方法
1. 研究の背景	⑱ サイレーズの醗酵品質、成分
2. 研究の目的	⑲ 飼料成分の回収率
3. 研究の体制	Ⅳ 牛による嗜好性
第Ⅰ章 調製方法の改善	Ⅴ 採食量
1. 試験方法	Ⅵ 排 汁
1) 調製条件の基礎調査	(3) 大型バンカーサイロの密封方法
2) 調製適期幅の延長	① 改良 ボンド法
3) 調製法の改善	② パッケージ法
(1) サイレーズ密封までの日数と品質	③ 慣行法
(2) 詰込時材料草のギ酸添加による品質保持	④ 密封方法の比較
(3) 大型バンカーサイロにおけるギ酸添加効果	⑤ パッケージ法、改良ボンド法の利用上の利点
(4) 大型バンカーサイロの密封方法	4) 増体効果
4) 増体効果	3. 摘 要
2. 試験結果と考察	1) 採草地の環境諸条件
1) 調製条件の基礎調査	2) 牧草の乾燥速度
(1) 採草地の環境条件	3) 調製適期幅の延長
(2) 予乾による牧草の乾燥速度	4) サイレーズ密封までの日数と品質
2) 調整適期幅の延長	5) 詰込時の材料草の品質保持
(1) 各調査地点の気温	6) 大型バンカーサイロでのギ酸添加によるサイレーズの品質改善
(2) 標高差と牧草の収量	7) 大型バンカーサイロの密封方法
(3) 草種・品種による出穂期のちがい	8) 増体効果
(4) 標高差による出穂期のちがい	第Ⅱ章 山地傾斜地における適機種選定
(5) 適期幅の延長方法	1. 試験方法
3) 調製法の改善	1) 試験圃場の条件
(1) サイレーズ密封までの日数と品質	2) サイレーズ調製作業の体系
(2) ギ酸の添加効果	3) 供試機械と主要諸元
① 材料草の温度とPH	2. 試験結果と考察
② 実用規模の調製におけるギ酸の添加	1) 傾斜地におけるサイレーズ調製の作業効率

- (1) トラクタの走行性
 - (2) 運搬車の走行性
 - (3) 運搬作業からみたセット作業時間
 - (4) 延作業時間と処理量
 - (5) 予乾調製と高水分調製
- 2) サイレージ調製用機械の傾斜適応性
 - (1) 登坂限界
 - (2) モーアの傾斜適応性
 - (3) フォーレージハーベスタの傾斜適応性
 - 3) 傾斜地用トラクタ（ユニモク）の汎用性と作業能率
 - (1) ユニモクトラクタの傾斜適応性
 - (2) 草地管理作業の能率と汎用性
 - (3) 小灌木等の刈払作業能率
3. 摘要
- 総括
- 参考資料

まえがき

1. 研究の背景

近年、畜産経営の規模拡大の指向と草地開発技術等が一段と進展するに及んで、これまで未利用のまま放置されてきた広大な山系の開発が緒につき、耕作限界地の高冷地においても大規模な草地畜産経営が展開されつつある。

なかでも、岩手県の北上山系地域において、国の広域農業開発地域として、草地開発可能地約6万haと17万5千haに及ぶ林地の畜産的利用などを旨として、畜産開発が行われつつあることは、その好例といえよう。

もとより、これらの地域は、地形・気候等、自然条件が厳しく、特に高冷地では、4～5ヶ月を越す長い冬型飼料期を持つのが一般である。

したがって、この冬期間の必要かつ十分な粗飼料の確保と品質の向上は、畜産経営を左右する重要な問題の一つと考える。しかるに、山系高冷地特有の気象は牧草の生育と生産管理稼働日数を不安定にし、さらに、起伏の多い地形は

採草圃場の傾斜の多様性、スタンドの不整、分散とそれに伴う作業能率の低下、機械の故障を招くなど、草地畜産経営の柱となるサイレージの安定確保と質の向上を阻害する要因となっている。これまで、岩手畜試では、昭和43年から47年までの5カ年にわたり、東北各県畜産試験場とともに草地を主体とする肉用牛生産技術体系確保に関する実証研究を実施し、その中で高冷地における貯蔵粗飼料の大量調製技術を実証し、阻害要因の究明とその排除について、いくつかの問題点を明らかにしてきている。また草地試山地支場の実施した実規模での試験結果も参照し、①ハーベスタートラッカー改良トレンチ（バンカーサイロ）体系で高品質サイレージの大量調製ができること、②材料草の高水分対策として、予乾、熟期調節、糖蜜立毛散布が有効であること、③自動添加装置を用い30万kgの蟻酸添加サイレージを調整し、好結果を得たこと、④梱包バキュームサイレージの調製は乾草に劣らないこと等が成果としてあげられている。

以上の背景と実証研究の実績と反省の上において、さらに、高冷傾斜地におけるグラスサイレージ大量調製のための品質改善の方法と山地傾斜地用適機種を選定について検討をすすめることとなった。

2. 研究の目的

高冷地では山地特有の天候、地形のため適期作業がむづかしく、従って、サイレージの品質は年によって不安定でバラツキが大きいこと、サイレージ作業可能日数は牧乾草作業のそれより多いが、一方傾斜規制が大きいことなどから高冷地における実規模でのサイレージの大量調製をさらに質・量ともに充実させ、草地畜産の生産性をより高める技術を明らかにする目的で本研究をとり上げた。

第I章では、山地、高冷地の気象条件とそれに結びつく材料牧草の生育特性、乾燥速度等を把握するとともに、調製適期幅の延長をはかる

草地管理法を検討する。また、既存のサイレー
ジ調製技術を大型サイロの大量調製作業に適合
させる条件と改善点を明らかにするとともに、
調製したサイレージの飼養効果を繁殖肉用牛を
用いて実規模で検討する。

第Ⅱ章では、草地用機械、機種 of 傾斜適応性
作業効率を検討するほか、傾斜地用新機種の性
能についても調査する。

3. 研究の体制

研究の推進にあたっては、総括調整は河向正
四郎（1973～1974）、道又敬司（1974～
1975）が行ない、サイレージの調製方法の改善
は蛇沼恒夫、太田繁が、山地傾斜地用適機種選
定については平野保（1973～1974）、桜田奎
一（1975）が分担した。圃場における機械の
操作と実際の調製作業及び家畜の飼養には野中
富蔵、菅原克三らがあたった。また、飼料分析
は佐藤勝郎が行なった。農林省東北農業試験場
草地部箭原室長からは、サイレージの品質評価

をはじめとして、添加物の試験方法など多くの
ご協力と懇切なご指導をいただいたので、お礼
の言葉を申し上げたい。

第1章 調製方法の改善

1. 試験方法

1) 調製条件の基礎調査

採草地の環境諸条件（地形、気象的条件、粗飼
料別調製可能日数など）は、主として既存の資料
により明らかにし、条件別材料草の乾燥速度の基
礎調査は、オーチャードグラスを材料に番草別、
刈取時間別、ならびに刈取機種別にその乾燥過程
を追跡調査した。

2) 調製適期幅の延長

刈遅れを防止し、適期に刈取作業が連続して行
なえることを目的に、出穂期の異なる草種、品種
を標高差の異なる3つの地点に栽培し、それらの
生育特性について調査した。（表1）

表-1 供試草種・品種

草 種	標 高	品 種
オーチャードグラス	250 m (滝 沢)	アオナミ種
	720 m (外 山)	北海道在来種
		アオナミ種
920 m (外 山)	アオナミ種	
チ モ シ ー	250 m (滝 沢)	クライマックス種
	720 m (外 山)	クライマックス種
		ホクオウ種
920 m (外 山)	クライマックス種	

(3) 調製法の改善

(1) サイレージ密封までの日数と品質

ビニール製のミニバックサイロを用い、密封ま
でに要する日数と最大養分量の詰込みが可能な密

封時期の限界を明らかにするため、オーチャード
グラス主体の混播牧草を用い、詰込後の品質変化
を検討した。（表2）

表-2 詰込回数と密封までの日数

区番	I	II	III	IV	V	備 考
詰 込 回 数	1 回	2 回	3 回	4 回	5 回	詰込は当日密封以外隔日 とした
密封までの日数	1日(当日密封)	3日	5日	7日	9日	

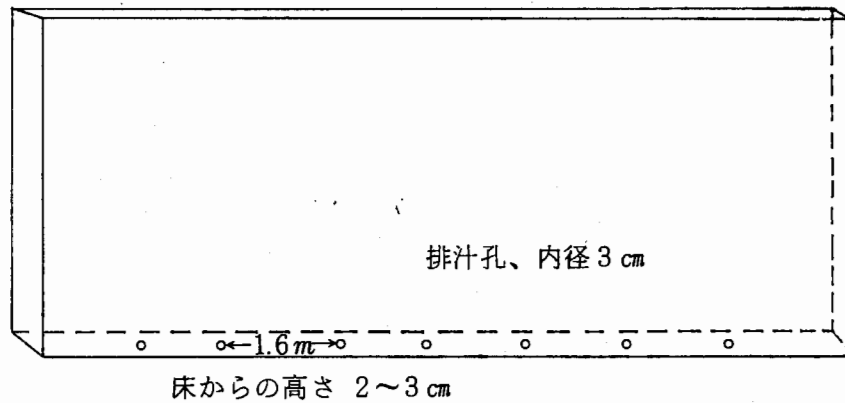
(2) 詰込時材料草のギ酸添加による品質保持
サイレージの調製日数が長引くと、詰込途中で先に詰めた材料草は発熱し、品質が劣化する。そこでギ酸を0.4%添加し、詰込初期における材料草の品質保持について、温度の上昇度合とPHの関係から検討した。

供試サイロ：5トン用箱型サイロ

調査方法：開封状態で、詰込時から経時的に調査

(3) 大型バンカーサイロにおけるギ酸添加効

図-1 バンカーサイロの側壁と排汁孔



供試材料：詰込量、ギ酸添加率、ギ酸経費（表-3）

表-3 供試材料ほか

試験年次	供試材料草	詰込量 (t)	ギ酸添加率 (%)	ギ酸経費 (円/生草 t)
1973年	オーチャードグラス主体の混播牧草1番草	103.1	0.21	462
1974年	同上	123.3	0.34	816
1975年	オーチャードグラス主体の混播牧草1、3番草	61.2	0.42	1,050
		42.0	0.61	1,525

試験区分：対照区、ギ酸添加区各1基

調製方法：収穫（フレイル型ハーベスタ+ギ酸添加装置）+運搬（4t用トラック2台）+サイロ（ブルドーザで踏圧処理）+密封（ビニールシートをボンドで接着）試験材料草の均一化をはかるため、双方のサイロにトラック1台ごと交互に詰込んだ。

果

大型のサイロを用いたサイレージの大量調製は気象条件の不安定、調製期間の遅延など詰込時の悪条件が重なり、品質が安定しない。そこで、ギ酸を添加し、それが品質の改善に及ぼす効果の有無を実用規模で検討した。

供試サイロ：開放の大型バンカーサイロ150t

容2基並列、排汁孔つき、幅(6.5m)×高さ(1.8m)×長さ(18.0m)

調査項目：サイレージ調製日数、温度変化、醗酵品質、一般成分、飼料成分の回収率、サイレージの嗜好性、採食量

(4) 大型バンカーサイロの密封方法

バンカーサイロは従来のタワーサイロに比べて表面積が著しく大きく、気密を保つための密封が容易でなく、時には不確実に成り易い。そこで密封確実に、しかも省力、経済的な方法を求めた

め、①慣行法、②改良ボンド法、③パッケージ法について実用規模の大型サイロを用いて比較検討した。

(4) 増体効果

肉用育成牛70頭を2群に編成し、冬期間、ギ酸添加サイレージ給与区を試験区とし、二重反転試験給与法（1974～1975年）と平行比較給与法（1976年）を用い、70日間にわたってその増体効果について検討した。

供試家畜：日本短角種（N）

黒毛和種（B）

ヘレフォード種（H）

調査項目：年齢群（各品種こみ）としての効果
当才、2才、3才の各品種ならびに
妊・不妊別の効果

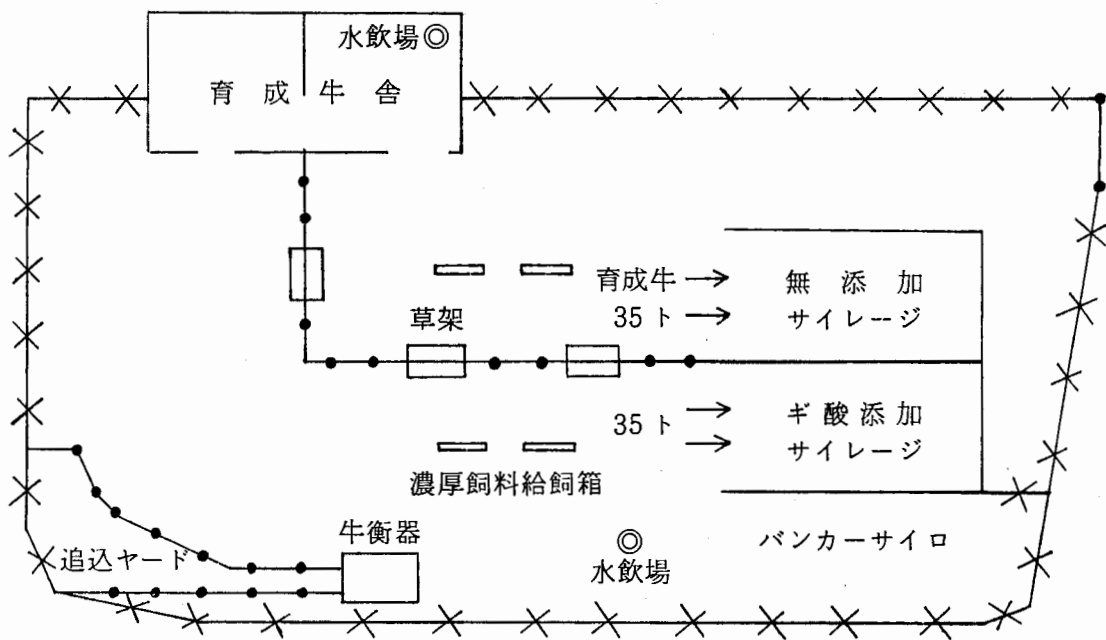
飼養条件：グラスサイレージ：自由採食

濃厚飼料：平均3 kg/頭

乾草：平均2 kg/頭

試験実施方法（図-2）

図-2 飼養試験実施方法（岩手畜試外山分場）



2. 試験結果と考察

1) 調製条件の基礎調査

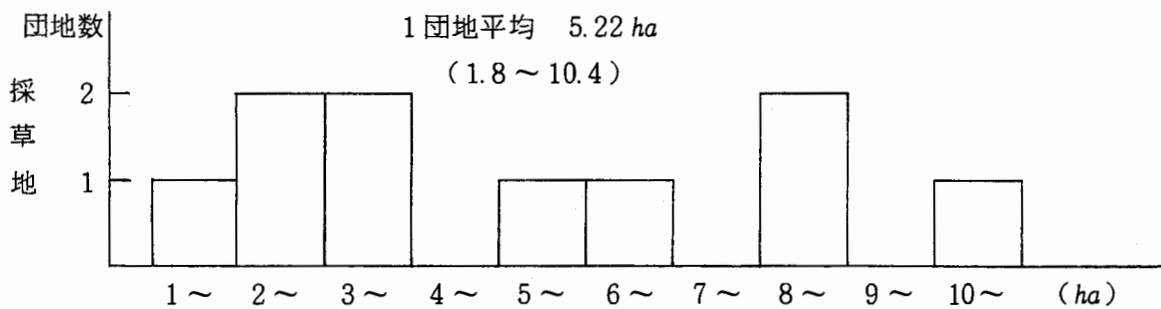
(1) 採草地の環境条件

採草地は北上山系特有の山地傾斜地で、720

m～920mの高標高にあり、また傾斜地形に制約されるため、集団的に面積を確保できなく、圃場は10団地にも分散している。

従って、団地別面積分布は、図-3に示すよう

図-3 採草地の面積分布



に非常にバラツキが大きく、かつ傾斜が厳しく5～20°が全体の78%を占めている。

表-4 越冬基地から採草地までの距離

	面積	%
200 ~ 300 m	24.1 ha	46.2
900 m	6.8	13.0
1,500 ~ 1,600 m	12.5	23.9
2,600 ~ 2,900 m	8.8	16.9
計	52.2	100

表-4からも明らかなように、越冬基地への距離別面積割合は、1,500以上2,900mが約40%を占めており、農道も不備なところが多いなど条件は悪い。

気象条件は年平均気温が6.0℃と低く、北海道の北東部に相当する。表-5に示すように霜の初日は9月下旬、終日は5月下旬で、無霜期間は平均125日と非常に短かく、かつ気象の変化が激し

表-5 霜・雪

区分	霜			雪			
	初日	終日	無霜期間	初日	終日	初終期間	最大積雪深 (cm)
1969	9月28日	5月24日	126日	11月3日	4月19日	一日	68
1970	9月27日	5月24日	125	10月27日	4月19日	168	140
1971	10月3日	5月23日	132	10月24日	5月8日	195	105
1972	9月28日	6月1日	118	11月1日	4月15日	174	132

いため、牧草の生育及びその収穫にとっても極めて厳しい気象条件である。

年降水量は1,487mmとそれほど多くはないが、山地特有のしゅう雨や朝夕の霧の発生、結露などが多い。

また粗飼料調製の可能日数をみると、梅雨あけ

の2番草の刈取時期が最っとも多く、従って、比較的天候に左右されないサイレージは、1、3番草で調製し、乾草は2番草に求めるのが、山採草地における粗飼料確保の条件となっている。

(表-6)

表-6 稼働日数

区分	サイレージ						牧乾草						
	1番草		2		3		1番草		2		3		
	稼働日数	同率	稼働日数	同率	稼働日数	同率	稼働日数	同率	稼働日数	同率	稼働日数	同率	
目標	8日	50%	3日	50%	8日	50%			6日	50%			
実績	43年	11.0	57.9						16.0				
	44年	10.0	50.0	3.0					14.0				
	45年	12.0	66.7	5.0	62.5	7.0	58.3		25.0	43.9	6.0	42.9	
	46年	13.5	71.2	11.0	55.0	2.0	100.0	6.0	31.6	12.0	22.6	7.5	35.7
	47年	15.5	77.5	8.0	88.9	5.5	61.1	4.5	11.8	11.0	23.9	4.0	9.3

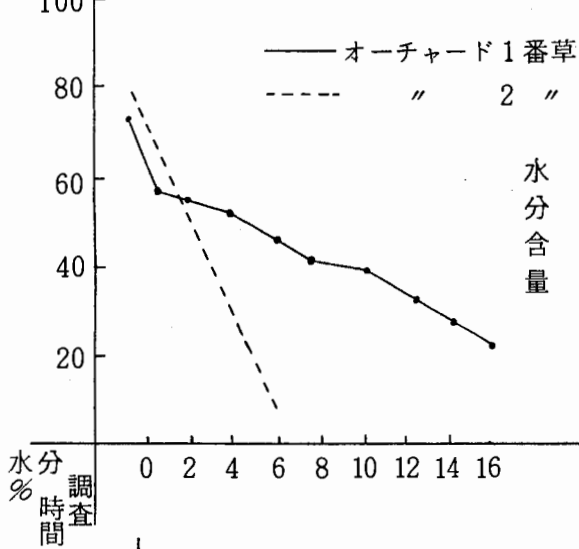
注) 稼働日数率 = $\frac{\text{稼働日数}}{\text{調製期間}}$

(2)予乾による牧草の乾燥速度
先に岩手県畜産試験場研究報告第4号で「予乾

体系によるグラスサイレージの大量調製」の実用性を報告したが、その中で効果的な予乾促進法が

図-4 -1974-
牧草水分変化

(ドライヤー40℃通風)



問題点として残されていたので、更に牧草の乾燥速度を番草別、刈取時間別、ならびに刈取機種別に追跡調査した。

番草別牧草の乾燥速度は葉部割合の低い1番草は2番草に劣ったが、1、2番草とも6時刈が最も速く、以下9>12>15の順に推移し、反転処理の効果は大きかった。また気象条件がよいと、1日目>2>3の順に、反転回数が多いほど、その効果は高かったが、乾燥が進むにつれ露や霧によるもどり現象がみられ、反転効果が低くなった。

(図-5、図-6、表-7)。

先に報告したように、予乾ガラスサイレージ調製のための牧草の目標水分は70~75%としている。従って約80%水分の牧草を70%まで予乾するため

図-5 刈取後の重量変化
(反転区) -1973-

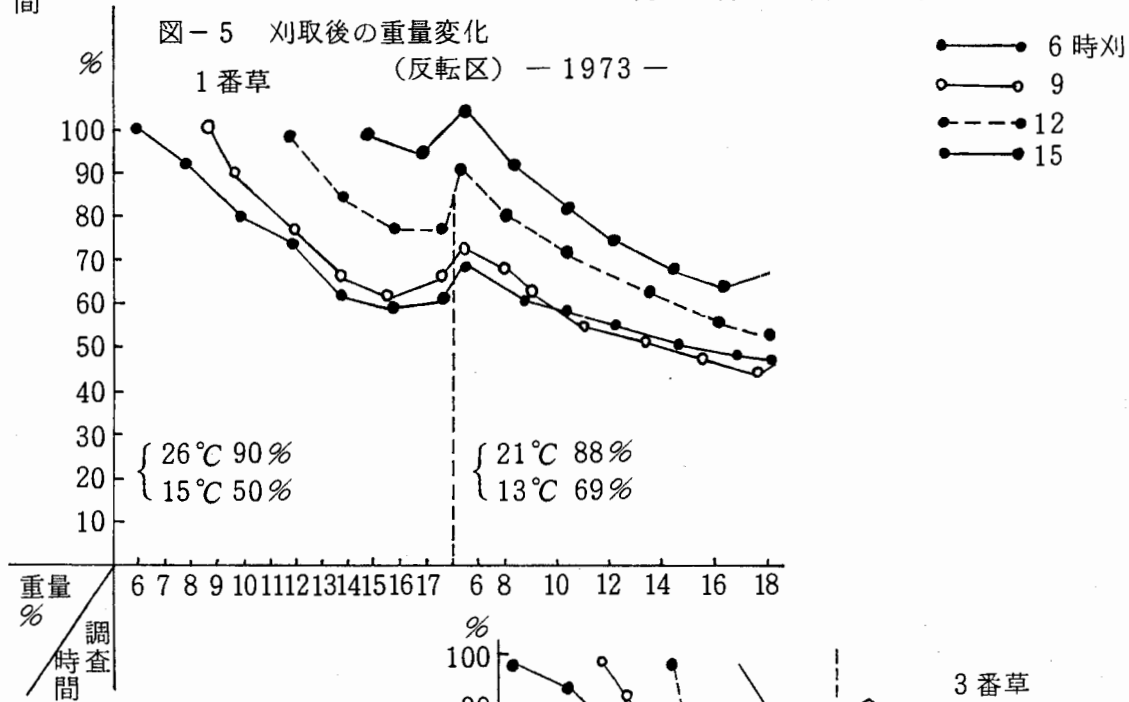


図-6

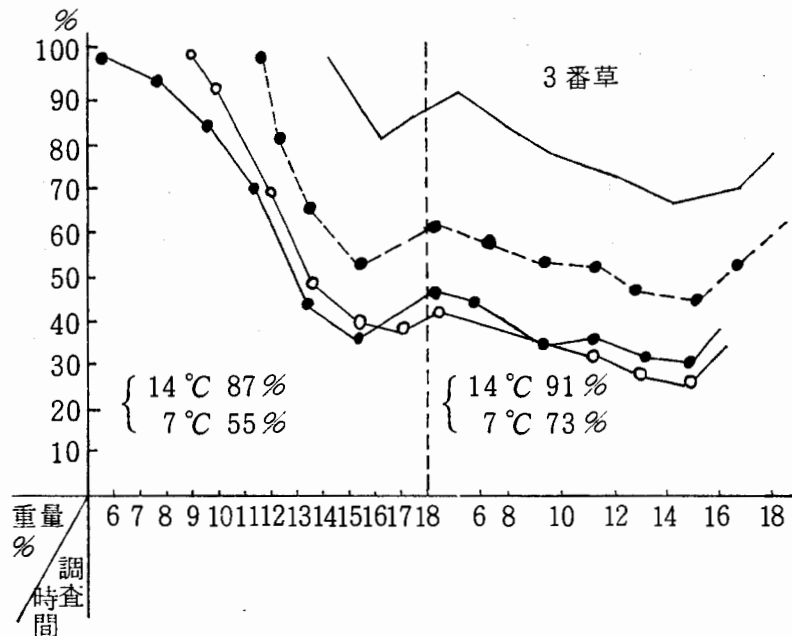


表-7 気象条件

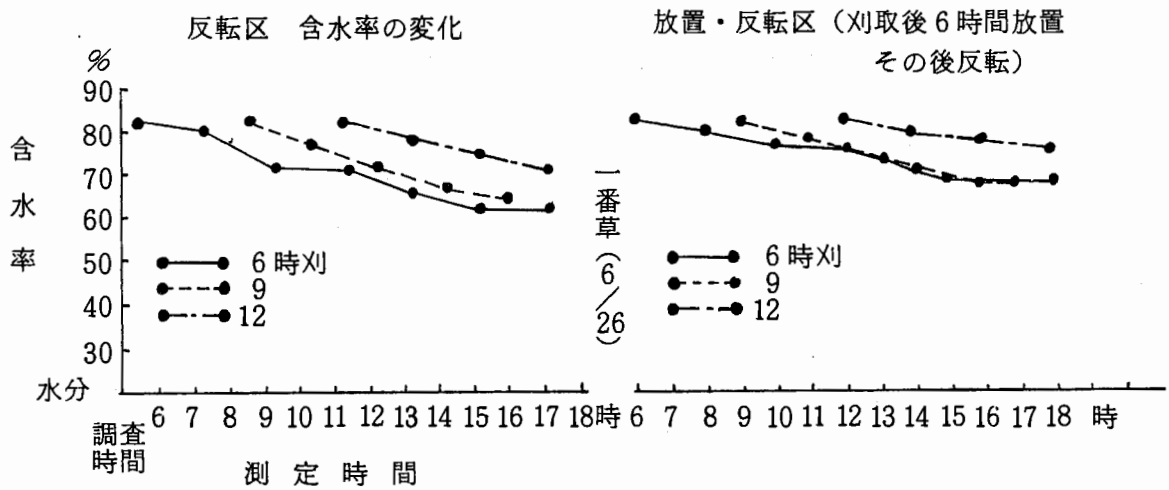
番 草	月 日	- 1973 -										
		気 温 ℃			湿 度 (%)			曇 量	降水量 mm	結 露 の 有○無(×)	降 霜 の 有○無(×)	
		最 高	最 低	平 均	最 高	最 低	平 均					
1	6	26	26	15	20.5	90	50	70.0	8	0	○	×
		27	21	13	17.0	88	69	78.5	8	0	○	×
		28	19	12	15.5	90	72	81.0	9	0	×	×
		29	23	12	17.5	92	66	79.0	8	2	○	×
		30	24	15	19.5	90	63	76.5	8	0	○	×
	平 均	22.6	13.4	18.0	90.0	64.0	77.0					
2	8	9	27	18	22.5	88	69	78.5	7	0	×	×
		10	26	18	22.0	89	67	78.0	6	0	×	×
		11	30	17	23.5	88	56	72.0	8	0	×	×
	平 均	27.6	17.6	22.6	88.3	64.0	76.1					
3	10	2	14	7	10.5	87	55	71.0	5	1	○	×
		3	14	7	10.5	91	73	82.0	9	1	○	×
		4	17	9	13.0	92	70	81.0	6	0	○	×
		5	13	3	8.0	90	62	76.0	4	1	○	×
		6	13	1	7.0	95	65	80.0	2	0	○	○
	平 均	14.2	5.4	9.8	91.0	65.0	78.0					

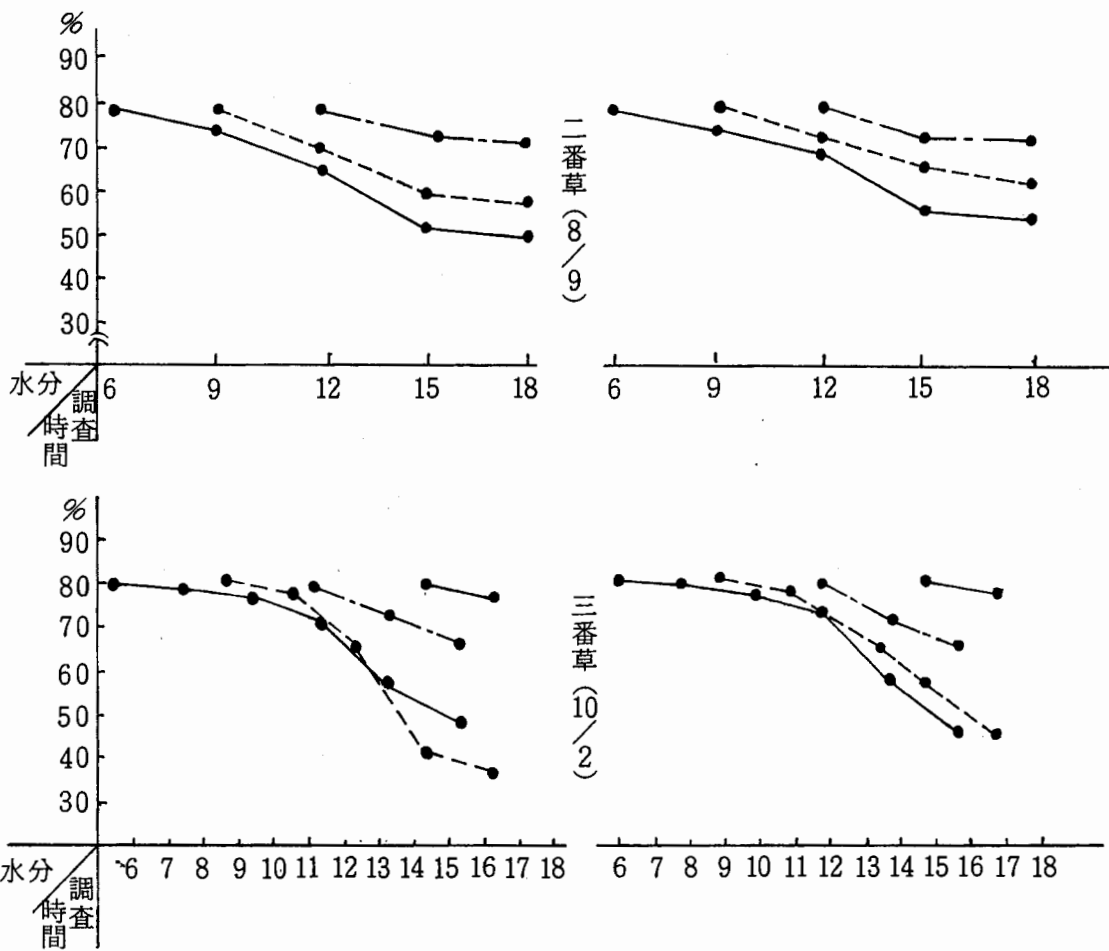
には、反転すれば、1番草の6時刈で約4時間
(放置の場合約9時間)、9時刈で3時間(6時
間)要し、2番草ではそれぞれ3時間30分(6時
間)、3時間(5時間)要し、予乾の効率(早朝

刈が9時刈に劣った。しかし、実際の作業の進捗、
1日の処理量を考えれば、早朝刈は予乾を進める
上からみて有効な方法と考えられる。(図-7)

図-7

(1973)

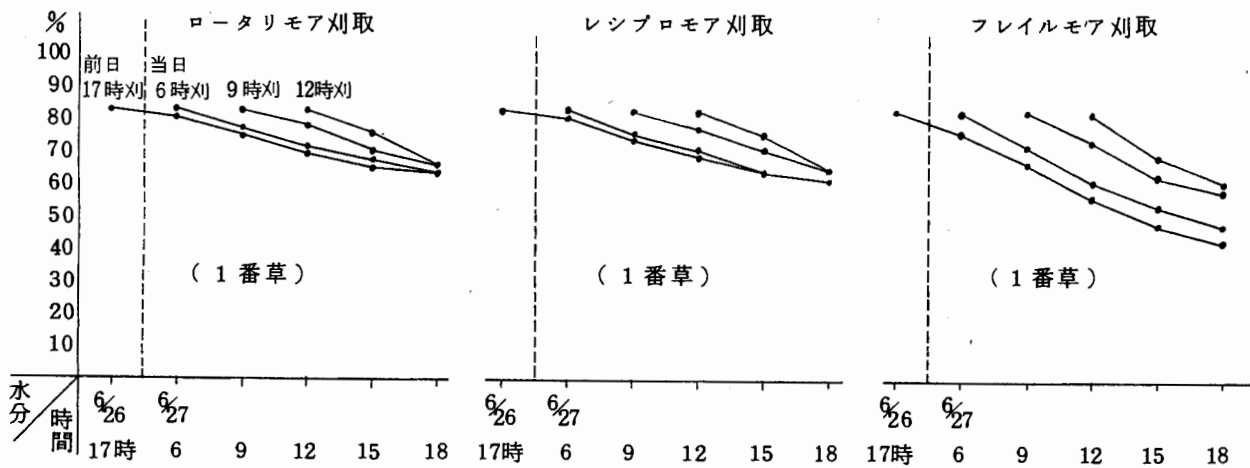




次に刈取機種ごとの乾燥速度をみると、どの刈取時刻ともフレイルモア>レシプロモア>ロータリモアの順で、フレイルモアがもっとも早く、特に乾燥条件の悪い時間帯では、効果的であった。

従って、天候不順時に乾燥促進をねらうには、フレイルモアによる刈取はより有効な方法と考えられる。(図-8)

図-8 刈取機種と乾燥速度 — 1975 —



また、刈取時刻別にみると、フレイルモアは刈取時間が早いほど、乾燥速度が早いのは明らかであり、ロータリーモア、レシプロモアはそれとほぼ同じ傾向を示した。前日の17時刈は翌朝の6時刈より乾燥速度がやや早く推移している。このことは結露や霧の発生がなければ、夜間でも水分の蒸散

があるためと考えられる。(図-9)

以上のことから、最近のように機械の共同所有が進み、利用が一度に集中する場合には、天候を考慮し、前日夕方に刈取っておくと利用の連続化につながり、したがってこのことは、実用的方法と考えられる。

図-9 刈取時刻と乾燥速度 — 1975 —

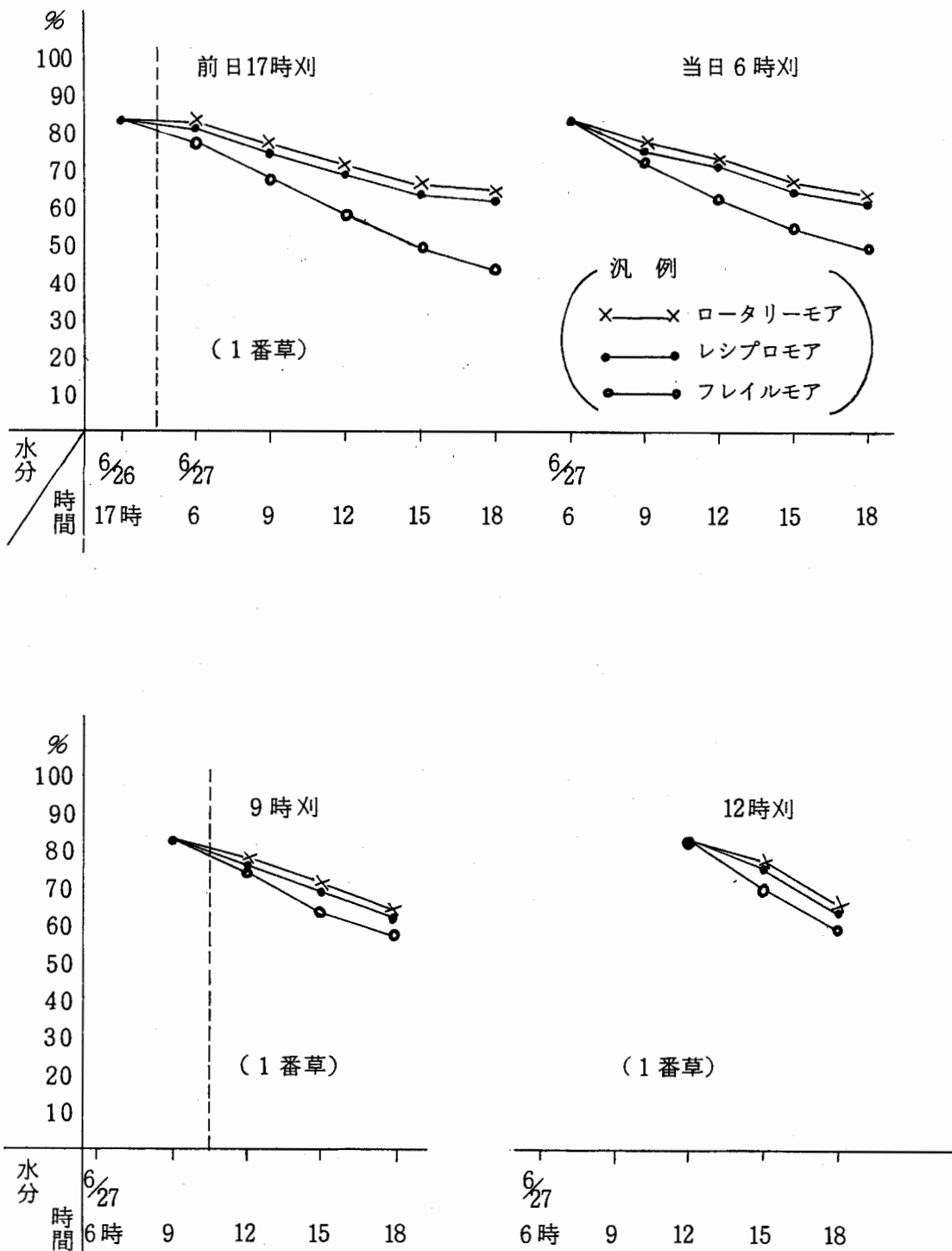


表-8 調査時の気象条件 - 1975 -

項目 月日	温度 °C			湿度 %			曇量 %	降水量 mm	風速 m/sec
	最高	最低	平均	最高	最低	平均			
6月26日	20	11	15.5	87	70	78.5	70~90	0	2~3
6月27日	21	10	15.5	86	56	71.0	40~30	0	3~4

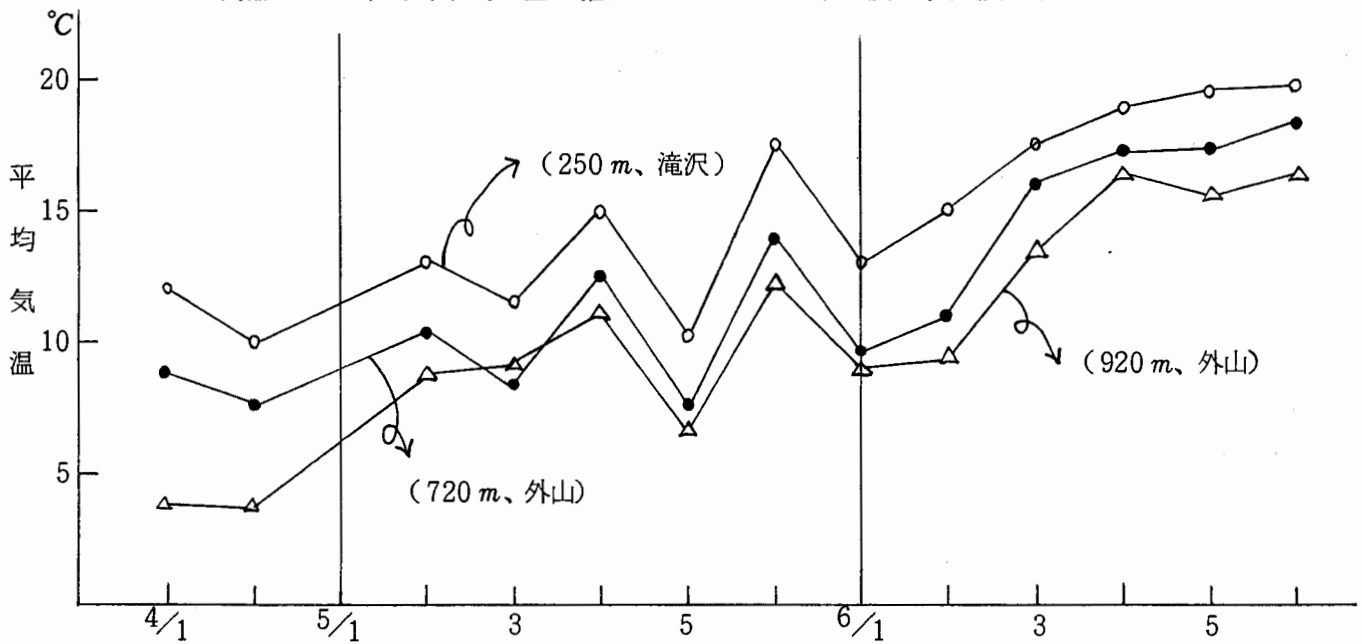
2) 調製適期幅の延長

かに気温が低く、特に外山分場の各調査地点では春先にその差が大きかった。

(1) 各調査地点の気温

図-10に示すように、標高が高い地点ほど明ら

図-10 標高差による半旬別平均気温の推移 (1973 東北農試、県農試)



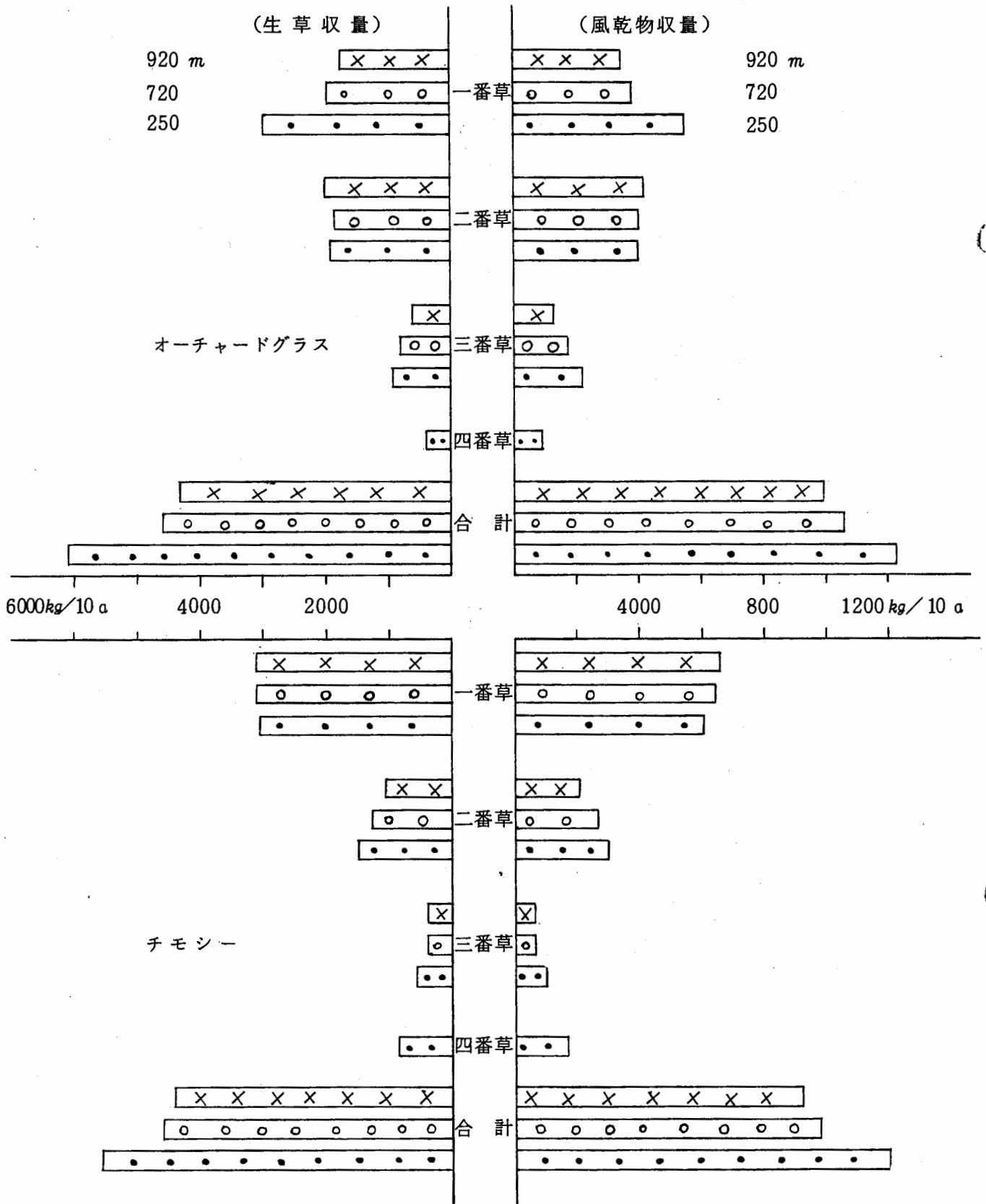
(2) 標高差と牧草の収量

標高 250m 地点の年間収量を 100 とすれば、オーチャードグラスでは 720m 地点 75.4、920m 地点 70.5 で、同様にチモシーでは 720m、

83.6、920m、79.2 であり、両草種とも標高が高くなるに従って収量は低下した。

(図-11)

図-11 標高差別牧草の収量（1975、1976年の平均）



(3) 草種・品種による出穂期のちがい
出穂期の差は年により異なったが、草種の特性からオーチャードグラス（6月15日～24日）とチモシー（7月5日～8日）で約14日～20日の差で

あった。また、品種間ではオーチャードグラスの北海道在来種（6月15日～19日）とアオナミ種（6月18日～24日）で3～5日異なった（標高720m地点）（表-9）。

表-9 草種による出穂期のちがい - 1973～1975 -

標高	オーチャードグラス	チモシー	差
250 m	5月20日～5月22日	6月20日～6月25日	31～34日
720	6月15日～6月24日	7月5日～7月8日	14～20
920	6月20日～6月26日	7月10日～7月12日	16～20

(4) 標高差による出穂期のちがい
オーチャードグラスのアオナミ種の出穂期は外山分場の標高720m地点では6月18日～24日であるのに対して、920mでは6月20日～26日を示し、同様に200mの標高差で2日の違いを示し、同様

にチモシーのクライマックスでは4～5日異なった。一方、低標高の滝沢（岩手畜試本場）250m地点のアオナミ種は5月20日～22日の出穂期で、外山分場の920m地点とは28～33日の差を示している。（表-10、表-11）

表-10 チモシーの出穂期 - 1973～1975 -

標高	品種	出穂期 (1974)	出穂期 (1975)	標高・品種による差
250 m	クライマックス	6月25日	6月20日	} 13～15
720	クライマックス	※ 7月8日	※ 7月5日	
"	ホクオウ			} 4～5
920	クライマックス	7月12日	7月10日	

※ 倒伏により品種間差がはっきりしない

表-11 オーチャードグラスの出穂期 - 1973～1975 -

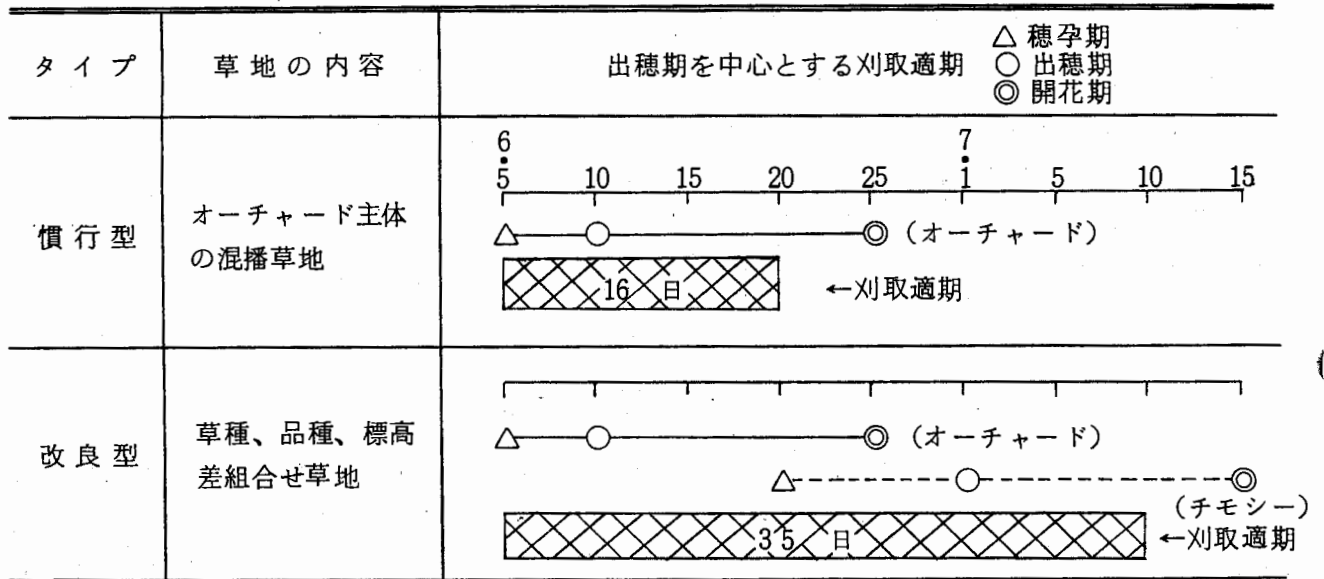
標高	品種	出穂期 (1974)	出穂期 (1975)	標高・品種による差
250 m	アオナミ	5月22日	5月20日	} 28～33 (26～28)
720	北海道在来	6月19日	6月15日	
"	アオナミ	6月24日	6月18日	} 3～5 (5～7)
920	アオナミ	6月26日	6月20日	

(5) 適期幅の延長方法
以上のように標高が高くなると温度が低くなりまたそれに並行し、牧草の収量も少なくなることが明らかとなった。また、草種、品種、標高差などによる採草地の刈取を低地のオーチャードグラス（北海道在来種）→オーチャードグラス（アオナミ種）→高地のオーチャードグラス→低地のチ

モシー→高地のチモシーの順にすることにより、6月中旬から7月上旬まで、つまり従来より15～20日刈取巾の延長が可能となった。（図-12）

* * * * *

図-12 刈取適期延長の方法 - 1973~1975 -



従って、遅刈を避けることにより、外山のような高冷地においても3回の刈取が可能となり、適期刈による反収と栄養生産量の増大が期待できる。

3) 調製法の改善

(1) サイレージ密封までの日数と品質

大型のサイロでは、調製日時の経過にともない材料草の踏圧と自重による大巾な沈降量がみられ詰込量は逐次増加する。しかし、密封までの日数が長ければ、材料の発熱等に伴う養分損耗も考えられるので最大の栄養量を一定容積のサイロに詰込むに要す日数には限界がある。本試験では経時

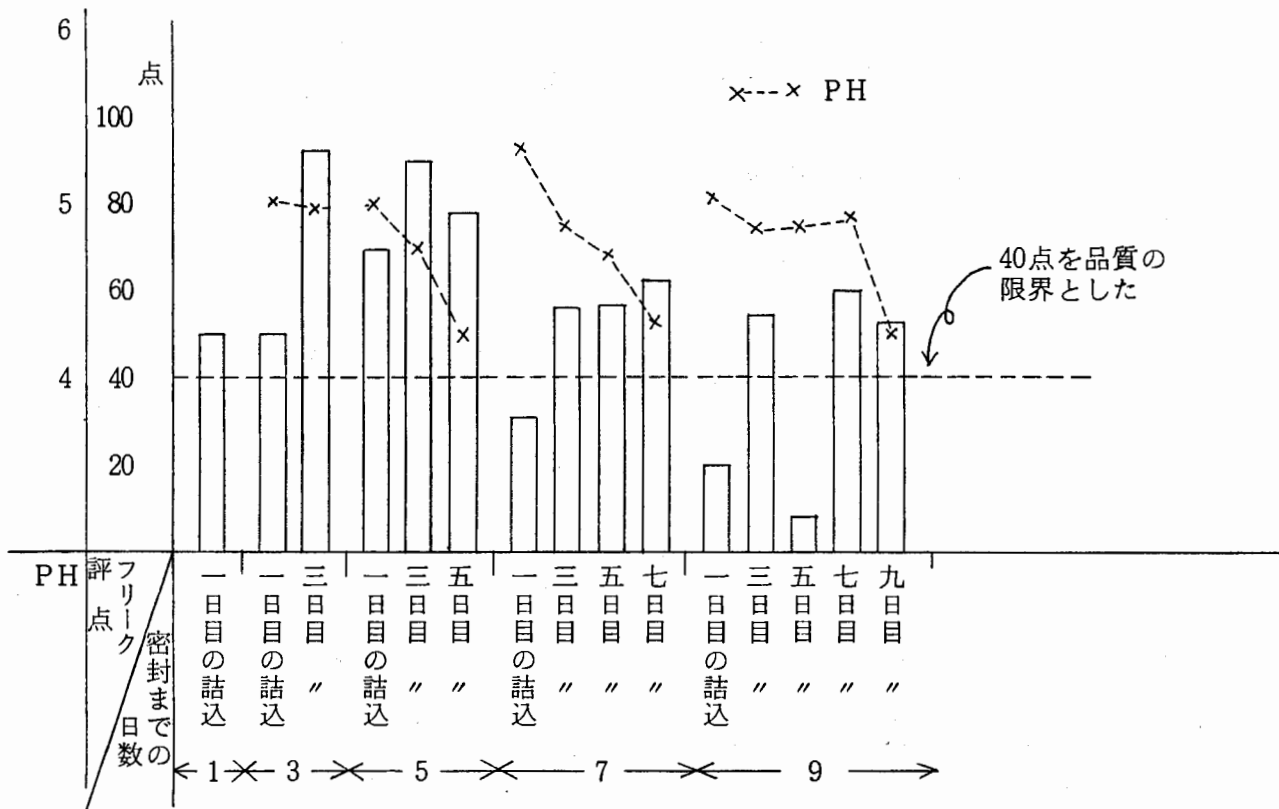
的な追跡により、その時期を検討した。

サイロ密封までの日数が長期にわたると、当日密封容量に比べ、3日後13.0%、5日後26.0%、7日後37.9%、9日目48.3%の沈降量がみられ、一方詰込日数が長くなると、先に詰めたサイレーズのPHが高くなる傾向を示した。このことからフリーク評点40点を品質の許容限界として、密封までの日数と沈降量、ならびにサイレーズの評点との関係から、最大詰込栄養量に要する許容限度時期を推定すれば、およそ4~5日目頃が密封の時期と考えられた。(表-12、図-13)

表-12 密封までの日数とサイレーズの醗酵品質 - 1974 -

処理区	詰入月日	密封までの日数	開封日(密封後)	乾物 %	PH	乳酸 %	酢酸 %	酪酸 %	総酸 %	総酸に対する比率			評点
										乳酸 %	酢酸 %	酪酸 %	
A	10.9	1	70	26.0	4.57	0.97	2.91	0	3.88	25.0	75.0	0	可(3)
B	10.9	3	70	26.7	5.06	0.53	1.62	0	2.15	24.6	75.4	0	可(3)
	11		69	33.0	4.99	2.29	0.79	0	3.08	74.3	25.7	0	優(1)
C	10.9	5	70	24.7	5.10	1.22	0.88	0	2.10	58.0	42.0	0	良(2)
	11		69	31.7	4.78	1.42	0.54	0.02	1.98	71.7	27.2	0.1	優(1)
	13		68	19.0	4.25	1.96	1.10	0	3.06	64.0	36.0	0	良(2)
D	10.9	7	70	25.7	5.33	0.85	0.68	0.16	1.69	50.2	40.2	9.6	中(4)
	11		69	28.5	4.87	1.39	0.75	0.06	2.20	63.1	34.0	2.9	可(3)
	13		68	18.3	4.71	1.05	2.02	0	3.07	34.2	65.8	0	可(3)
	15		67	19.5	4.30	2.04	2.19	0	4.23	48.2	51.8	0	良(2)
E	10.9	9	70	24.7	5.03	0.93	0.83	0.31	2.07	45.0	40.0	15.0	劣(5)
	11		69	31.3	4.87	1.59	1.24	0	2.83	56.1	43.9	0	良(2)
	13		68	20.0	4.85	0.77	1.05	0.43	2.25	34.4	46.6	19.0	劣(5)
	15		67	22.3	4.90	1.70	2.05	0	3.75	45.3	54.7	0	可(3)
	17		66	23.3	4.28	1.57	4.07	0	5.64	27.8	72.7	0	可(3)

図-13 フリーク評点と許容される密封時期 - 1974 -



(2) ギ酸の添加効果

サイレージは早期に詰込み、早期に密封するのが原則である。表-13に示すように大型バンカーサイロを用いた場合、調製時期の不順な天候、1日当り処理量などから、原則ど

おりの詰込みは難しく、良質サイレージをねらうには、明らかに密封時期が遅すぎる傾向にある。また詰込当初における材料草の発熱による変敗は軽視できない。そこで、その対応としてギ酸添加の効果を検討した。

表-13 サイレージ調製日数 (岩手畜試外山分場 1番草)

サイロ	項目	年 度	調 製 期 間	所要日数(日)	平均日数(日)
※ 育成舎バンカーサイロ		1973年	6/13~6/15	3	3.0
		1974	6/17~6/20	4	
		1975	6/16~6/18	3	
有畜舎バンカーサイロ		1973年	6/18~6/23	6	8.3
		1974	6/20~6/29	10	
		1975	6/25~7/3	9	
無畜舎バンカーサイロ		1973年	6/25~6/29	6	4.6
		1974	7/1~7/5	5	
		1975	6/19~6/21	3	

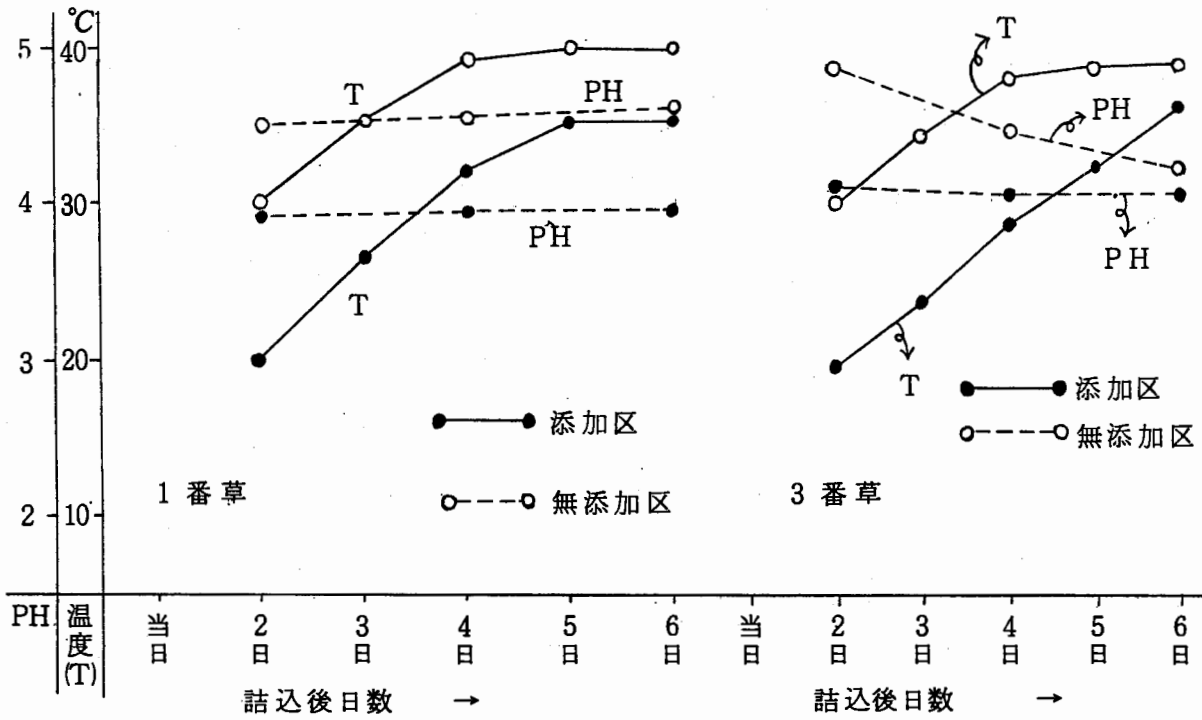
※ギ酸添加試験サイロ

① 材料草の温度とPH

ギ酸添加した詰込材料草の温度とPHの

推移についてみると図14に示すように、ギ酸を添加することにより、詰込材料草は1・

図-14 詰込材料草の温度とPHの推移（開封状態）



3番草ともPHは低く一定に保たれ、また無添加の最高温度と同じレベルに達する日数からみれば6日以上之差があり、詰込当初における発熱抑制効果は明らかであった。

従って詰込みが長引き、密封まで長期間要するときは、ギ酸を添加することにより、材料草の変敗が防止できると考えられる。

② 実用規模の調製におけるギ酸の添加効果

① 添加方法

材料草はオーチャードグラス主体の混播牧草1番草（出穂期～開花直前）と3番草を用いた。ギ酸の添加はフレイル型ハーベスタにギ酸添加装置（商品名、アプリータ）を装着することにより刈取りながら自動的に所定量のギ酸を添加した。

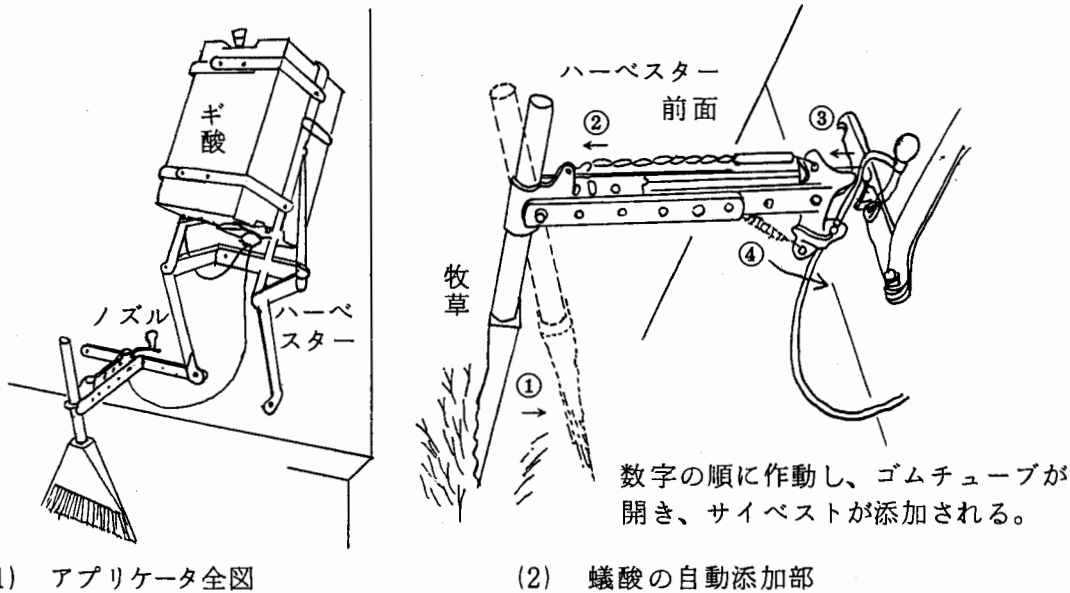
（図-15）

ギ酸添加装置による作業処理量への影響は少なく、また作業のギ酸による腐食は他の酸より軽度と思われたが、ギ酸は濃度85%で強酸なため、ギ酸タンクの交換、添加ノズルの交換などにはゴム手袋、長靴、マスクの着用が必要であり、作業中の取扱いには十分注意する必要があった。（写真1）

写真1. ギ酸タンクの交換



図-15 蟻酸の自動添加装置



添加濃度は0.4%を目標に行なったが、年により差があり、1番草は0.21~0.42%、3番草は0.61%であった。このように添加濃度に巾があるのは、添加ノズルの調節、実圃場での牧草収量の多少、それに伴う収穫機械速度の遅速などによるものと考えられる。

だが、できあがりサイレージのPHは、無添加区4.51~4.80に対し、添加区3.98~4.23と添加区がすぐれたが、フリーク評点では両区とも「可」と大差はなかった。しかし、PH、官能法による比較ではもちろん、味、色とも添加区がすぐれた。成分の比較では粗蛋白、粗脂肪、N F Eが添加区でやや高かった。

⑩ サイレージの醗酵品質・成分

1973年はギ酸の添加濃度は目標の半分であっ

表-14 フリーク法による品質比較 - 1973 -

分析月日	処理区	P H	水分	乳酸	酢酸	酪酸	総酸	総酸に対する比率			フリーク法評点
								乳酸	酢酸	酪酸	
1. 14	A (添加区)	4.23	78.3%	0.45%	4.85%	0%	5.30%	8.4%	91.6%	0	可(3)
	B (無添加区)	4.51	78.6%	0.89%	3.59%	0%	4.48%	19.8%	80.2%	0	可(3)
1. 28	A (")	3.99	75.0%	0.56%	5.30%	0%	5.86%	9.5%	90.5%	0	可(3)
	B (")	4.80	78.3%	0.85%	2.75%	0%	3.60%	23.6%	76.4%	0	可(3)
2. 21	A (")	3.98	74.0%	0.74%	5.07%	0%	5.81%	12.7%	87.3%	0	可(3)
	B (")	4.88	78.0%	0.88%	1.52%	0%	2.40%	36.6%	63.4%	0	可(3)

表-15 PH・官能法による品質比較 - 1973 -

調査月日	処理区	P H	点	臭	味	色	触感	小計	総点	等級
1. 28	A (添加区)	3.99	60	8	8	9	8	33	93	優(1)
1. 28	B (無添加区)	4.80	0	8	6	5	8	27	27	中(4)

表-16 成分の比較 - 1973 -

分析月日	処理区	水分	粗蛋白	粗脂肪	N F E	粗繊維	粗灰分
1. 14	A 添加区	78.3	12.94	5.39	35.00	31.37	6.95
1. 14	B 無添加区	78.6	12.00	5.37	34.82	33.23	6.90

1974年の3番草はやや過剰添加になったが、1975年の1番草ではほぼ目標の添加濃度に達した。

醗酵品質は、ギ酸添加区のPHは兩年とも前回同様低く、一定しており(3.80~4.48)、また、揮発性脂肪酸(VFA)、酪酸の総酸に対する当量比、および全窒素に対する揮発性塩基態窒素(VB-N/T-N)の値はそれぞれ(20.2~47.2)、(1.5~10.4)、(5.4~20.1)と低く、フリーク評点では63~90点で極めて良好な品質であった。

一方、無添加区はこれより劣り、評点で30~73点で全く対照的であった。

また、3番草において全く同様の傾向を示し、ギ酸添加が安定的な醗酵品質の改善に役立つことは明らかである。(表-17、表-18)

次にサイレージの一般成分についてみると、醗酵品質がよいため、添加区の粗蛋白、N F Eが高く、DCP・TDNの高いことが推定された。

表-17 サイレージの醗酵品質

(表-19)

1番草

年次処理	項目	P H	総酸 ミリ当 量(%)	総酸中の当量(%)					VB-N T-N	フリーク 評点	
				不揮 散	VFA	酢酸	プロピ オン酸	酪酸			その他
1974年 対照区	上層	5.03	29.7	31.4	68.6	15.0	5.4	30.7	17.5	41.8	30 中
	下層	4.11	37.5	66.7	33.3	24.4	1.2	6.0	1.7	14.4	73 良
添加区	上層	4.21	34.5	57.8	42.2	37.3	2.5	2.1	0.2	20.1	70 良
	下層	3.80	38.4	79.8	20.2	19.3	0.1	1.5	0.2	15.4	90 優
1975年 対照区	上層	5.24	33.3	26.9	73.1	23.1	6.2	25.2	18.4	51.7	35 中
	下層	5.19	35.1	26.7	73.3	22.1	9.3	26.2	15.6	49.8	35 中
添加区	上層	4.48	32.9	52.8	47.2	28.6	3.1	10.4	4.9	13.4	63 良
	下層	3.89	31.5	68.8	31.2	25.1	0.9	3.8	1.3	5.4	78 良

表-18 サイレージの醗酵品質

3番草

年次処理	項目	P H	乳酸	酢酸	酪酸	フリーク評点
1975年 対照区	上層	5.00	0.81	1.16	1.07	25 中
	下層	4.95	0.69	0.87	1.28	20 劣
添加区	上層	4.23	1.80	0.66	0.03	83 優
	下層	4.08	1.23	1.13	0.12	55 可

表-19 サイレージの一般成分

1 番 草

年次処理	項目	水分 (%)	乾 物 中 (%)							
			粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	N F E	粗灰分	D C P	T D N	
1974年	対照区	上層	81.6	9.1	4.2	38.5	39.0	9.2	5.0	59.9
		下層	77.9	10.5	4.3	35.9	40.3	9.1	5.8	59.9
	添加区	上層	79.1	12.0	4.4	36.0	39.9	7.6	6.6	60.7
		下層	78.0	11.3	4.3	33.7	40.8	8.0	6.2	60.5
1975年	対照区	上層	81.6	10.4	4.6	39.3	36.9	8.7	5.7	60.5
		下層	82.5	11.5	5.3	37.3	36.0	9.8	6.3	60.0
	添加区	上層	79.6	15.2	4.1	34.7	37.1	8.7	8.3	59.6
		下層	77.9	14.2	4.8	34.9	38.9	7.3	7.8	60.9

引用した消化率 (畜試報26号) 粗蛋白55、粗脂肪53、粗繊維68、N F E 61

㊦ 飼料成分の回収率 おいては、それぞれ29.0、4.2、8.1%も高く、
 ギ酸添加区の乾物の回収率は、無添加に比べ 醗酵品質の良さが成分の回収に好影響を及ぼした
 7.5%高く、粗蛋白、粗脂肪、N F Eの回収率に ためと思われる。(表-20)

表-20 飼料成分の回収率 - 1975 -

1 番 草

項目	飼 料 成 分 の 回 収 率 (%)						
	水分	乾物	粗蛋白	粗脂肪	粗繊維	N F E	粗灰分
無添加区	90.0	80.8	56.6	97.8	100.7	70.8	95.5
添加区	72.7	88.3	85.6	102.0	99.1	78.9	85.3

㊧ 牛による嗜好性 性が高かった。

表-21に示すように、品質がよいものほど嗜好

表-21 牛による嗜好差 - 1974 -

	サイレー	ギ酸添加高水分良質(A)	ギ酸添加高水分中質(B)	高水分良質(C)	高水分中質(D)	計
	テストNo. No.					
(採食量)	1'	7.2	3.5	2.5	0.7	13.9
	1''	5.4	5.4	4.8	0.7	16.3
	1'''	5.6	2.1	2.6	1.0	11.3
kg 数/頭	1	6.1	3.7	3.3	0.8	13.9
	2	-	7.0	4.3	4.0	15.3
	3	-	-	8.5	5.2	13.7
相 対 値 (%)	(A)	-	37.8	35.1	11.6	
	(B)	62.2	-	38.1	36.4	
	(C)	64.9	61.9	-	38.0	
	(D)	88.4	63.6	62.0	-	
	平均	71.8	54.4	45.1	28.7	
	順位	1	2	3	4	

⑤ 採食量

実用規模で給与した結果、添加区のサイレージの採食量は無添加サイレージに比べ、現物で7～20%（乾物で12～26%）増の喰い込みがみられた。

表-22 サイレージ採食量
（自由採食kg/日・頭）
— 1974～1975 —

項目	現物 (kg)	乾物 (kg)
無添加サイレージ	13.4～17.3	2.5～3.4
添加サイレージ	14.4～20.8	2.8～4.3

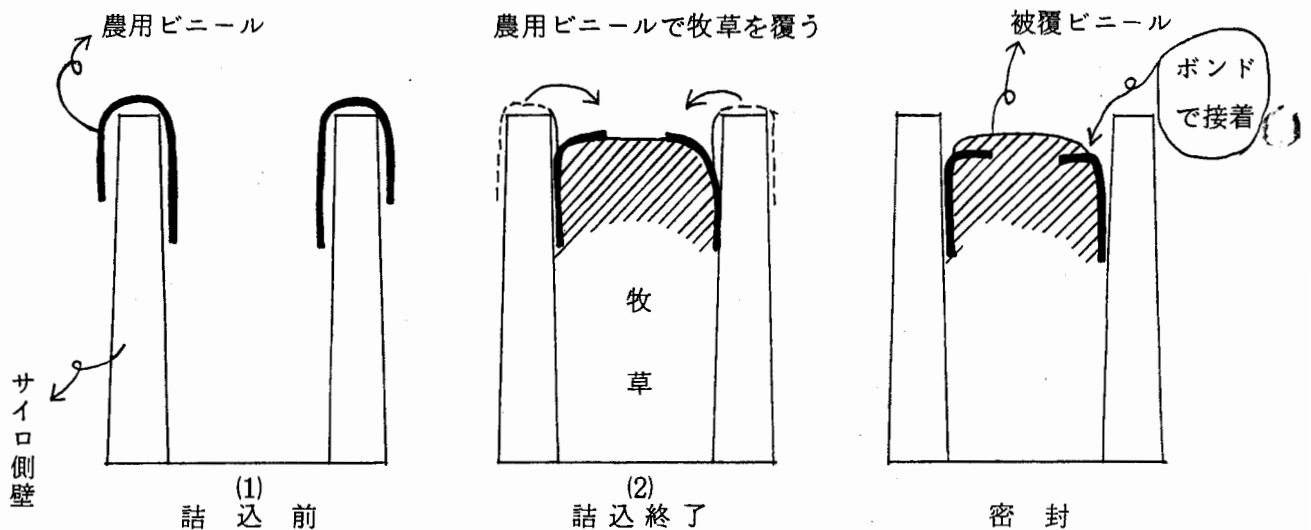
育成牛（肉用牛）330kg/頭平均
調査期間 29～32日

⑥ 排汁

高水分牧草の場合、ギ酸添加することにより、相当な排汁がでることが汁口付きのサイロを用いた当試験で観察された。排汁口がないサイロを用いる場合には、新たに排汁口を設けるとか、切断イナワらなどの混合添加によって排汁を処理することが必要となろう。

以上、ギ酸を添加することにより、牛の嗜好性

図-16 改良ボンド法



の高い良質のグラスサイレージが実用規模のもとで安定して調製可能であることが明らかとなった。

(3) 大型バンカーサイロの密封方法

良質サイレージを調整するためには、密封状態を保つことは重要な作業の一つである。しかし、面積の大きい大型バンカーサイロでは、このことはなかなか難しい。そこで、以下3つの密封方法について検討し、その実用性を確めた。

① 改良ボンド法

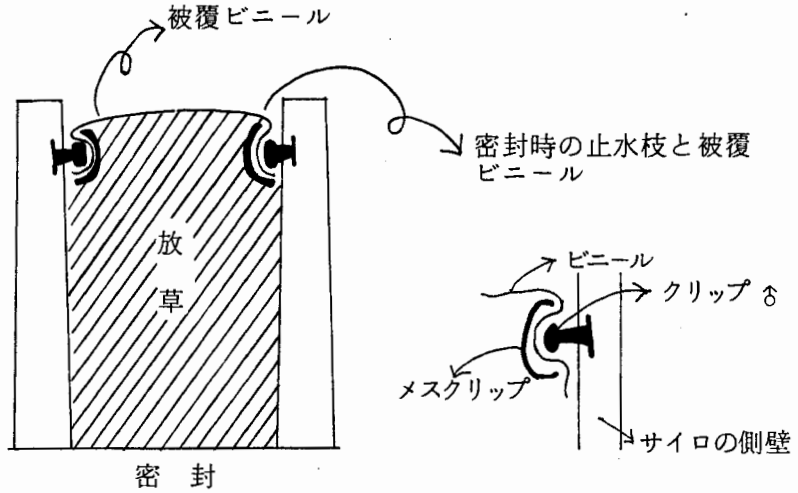
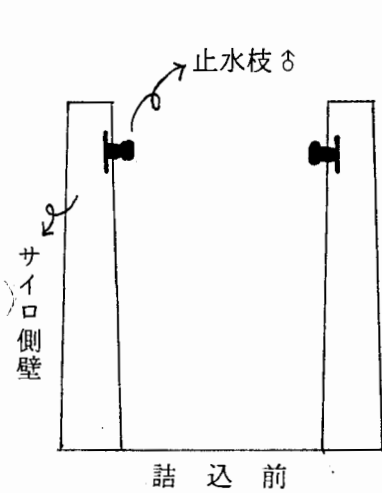
従来のボンド法は、サイロ側壁コンクリートに被覆ビニールをボンドで直接接着させ密封する方法であるが、この方法は日にちが経るに従いがい、或いは気温が低くなるにつれてはがれてしまうのが欠点であった。

そこで考えられたのが改良ボンド法で、これはあらかじめサイロ周壁に農用ビニールを装着し、材料草の詰込後、そのビニールの端で材料草の上を覆い、次に被覆ビニールを、先のビニールとボンド（ビニール用）で接着させ、サイロ全面を覆う方法である。（図-16）

② パッケージ法

既存のサイロに止水板を取付け、被覆ビニール

図-17 パッケージ法



をはめこむ方法である。(図-17)

③ 慣行法

農用ビニール相互の接着性を利用し、材料草表面が合わせたビニール布で必ず二重になるように、ビニール巾の $\frac{1}{2}$ ずつずらしながら覆い、サイロ壁際との境を砂袋で抑える方法である(図-18)。

④ 密封方法の比較

⑦ 労力面では改良ボンド法が最っともすぐれている。つまり、被覆労力は改良ボンド法(1.53分/m) < パッケージ法(2.56分/m) < 慣行法(10.30分/m)であった。

① 資材費の費では慣行法が最も安値で慣行法(96.2円/t) < 改良ボンド法(159.2円/t) < パッケージ法(170.3円/t)であった。

表-23 密封所要時間 - 1974 -

項目	サイロ周囲(m当)		サイロ面積(m ² 当)	
	分	%	分	%
密封法				
パッケージ法	2.56	24.9	1.07	33.8
改良ボンド法	1.53	14.9	0.62	19.6
慣行法	10.30	100.0	3.17	100.0

⑤ パッケージ法、改良ボンド法の利用上の利点

サイロが大型化し、悪天候、機械のトラブルな

図-18 慣行法(農用ビニール2枚重ね)(平面図)

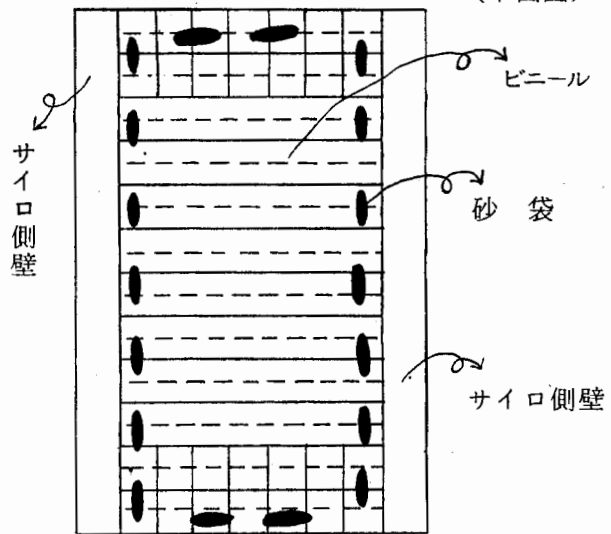


表-24 密封方法別資材費 - 1974 -

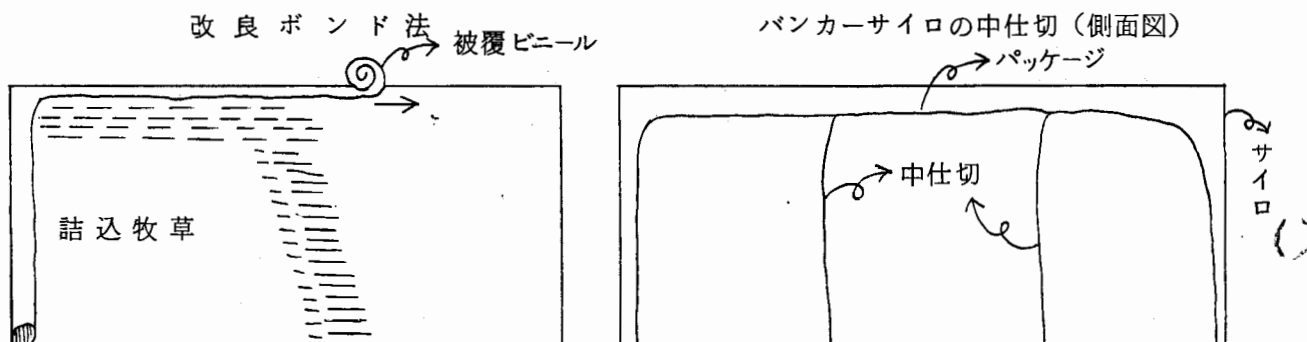
項目方法	パッケージ法	改良ボンド法	慣行法
詰込量	131.3t	87.15t	146.5t
材料1t当り	170.3円	159.2円	96.2円
詰込面積	120.0m ²	78.0m ²	117.0m ²
詰込1m ² 当り	186.3円	177.9円	120.5円

どが重なり調製日数が長びくと、サイロの密封が遅れるのは必然的となる。この場合の対策として改良ボンド法では、詰込んだ量だけ毎日牧草の上

面を覆い、外気にさらす面を大巾に少なくすることも可能である。一方パッケージ法では、サイロ側壁に「中仕切」を数カ所設けることができた

め、サイロ1基詰め終るまで待たなくても、先に詰込んだ分だけ密封することもでき、密封遅延による品質の低下は解消できることとなる。

図-19



以上、3つの密封方法について、能率、経費ならびにそれらの利点が明らかとなったが、既存のサイロか或いは新築サイロを使用するのかなど、各々の経営内容を考慮し、適宜各方法を取捨選択してゆくのが良いと考える。

4) 増体効果

肉用育成牛70頭を用い、ギ酸添加サイレージ給与による増体効果を検討した。

二重反転サイレージ給与法により、ギ酸添加サイレージ給与群(A)と無添加サイレージ給与群(B)との増体効果を比較した。当才牛では両群とも差が

なく増体したが、2才牛では差が開きB群の増体がよかった。

予備期間の増体は、時期および群によりかなりの変化がみられたが、全体として予備期間では添加サイレージ給与区の増体が良く、試験期間では無添加区の増体がよかった。

またギ酸添加、無添加のサイレージ給与による群別、時期別の日増体からみると、群分けは適当であったが、時期別、サイレージ別も有意な差は認められなかった(表-24・25、図-20)。

表-24 ギ酸添加高水分サイレージの効果の有意性検定

1 当才牛

- 1973 -

変動因	平方和	自由度	平均平方	F
群	6,600	1	6,600	0.173 n.s
サイレージ	92,504	1	92,504	2.420 n.s
時期	63,758	2	31,879	0.834 n.s
差	38,231	1	38,231	
全体	201,093	5		

2 2才牛

変動因	平方和	自由度	平均平方	F
群	54	1	54	0.001 n.s
サイレージ	249,696	1	249,696	4.796 n.s
時期	331,166	2	165,583	3.180 n.s
差	52,063	1	52,063	
全体	632,979	5		

表-25 ギ酸添加高水分サイレージの効果 (ディリーゲンによる) - 1973 -

1 当才牛

単位: g

	時期 I	時期 II	時期 III	群 の 和	サイレージによる和
A 群 n = 25	F 535	C 1,117	F 658	2,310	F 1,838
B 群 n = 23	C 757	F 645	C 709	2,110	C 2,583
時期の和	1,292	1,762	1,367	4,421	4,421

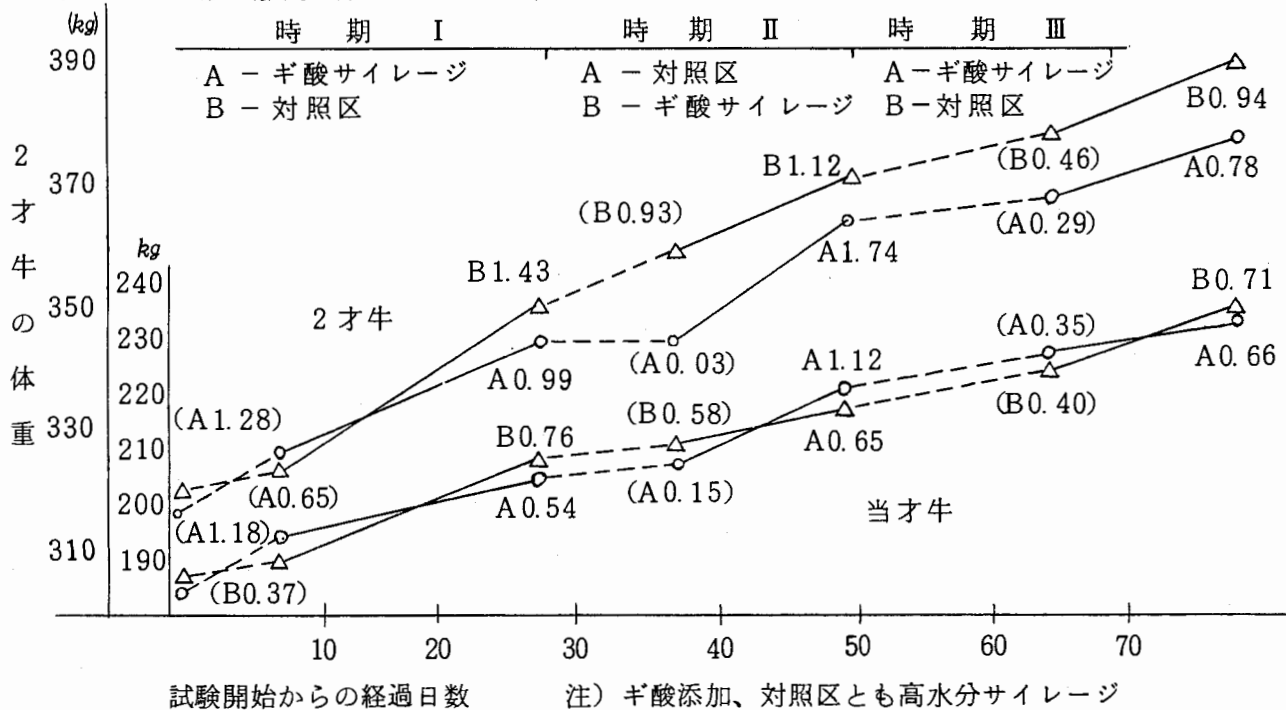
2 2才牛

単位: g

	時期 I	時期 II	時期 III	群 の 和	サイレージによる和
A 群 n = 11	F 990	C 1,742	F 777	3,509	F 2,888
B 群 n = 11	C 1,426	F 1,121	C 944	3,491	C 4,112
時期の和	2,416	2,863	1,721	7,000	7,000

注) Fはギ酸添加サイレージ給与 Cは無添加サイレージ給与

図-20 ギ酸添加高水分サイレージの給与による牛の増体 - 1973 -



注) ギ酸添加、対照区とも高水分サイレージ
○印はA群、△印はB群、図中の数字は期間中のディリーゲン、破線は予備試験期間、実線は本試験期間

また、ギ酸添加サイレージ給与区と無添加サイレージ給与区の平行比較給与法により、品種、年齢差、妊不妊別ならびに年齢群(各品種こみ)ごとの増体効果を比較すると、両区とも試験期間中順調な発育を示したが、日増体量からみると、当才牛のヘレフォード種、3才牛の妊娠牛ヘレフォード種を除き、全て添加区が増体がよかった。

同様に年齢別および妊・不妊別に比較しても添加区が勝る傾向がみられたが、有意な差としては認められなかった(表-26、表-27、図21)。

以上肉用育成牛を用い、現地飼養条件下でその増体効果を検討したが、ギ酸添加サイレージの効果は明らかでなかった。

ギ酸添加高水分サイレージの効果

表-26 月令、品種、妊・不妊別効果

- 1975 -

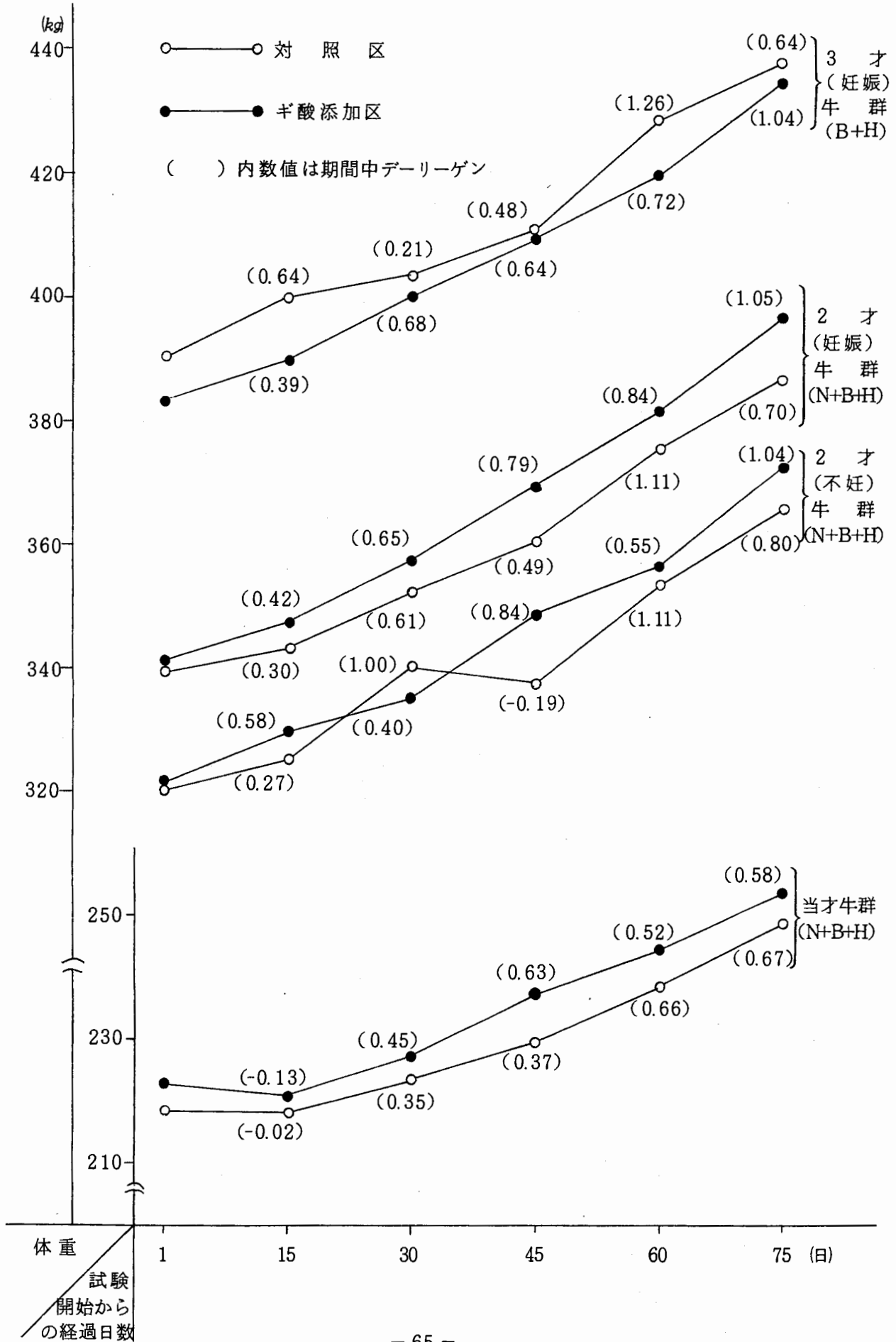
家畜	項目	回帰式 (X : 飼養開始後の日数、Y : 体重)		回帰係数の95%信頼区間		有意性
		対照区	ギ酸添加区	対照区	ギ酸添加区	
当才牛	N	$\hat{Y} = 0.5027 X_1 + 242.4$	$\hat{Y} = 0.5766 X_2 + 242.2$	$0.1551 \leq \beta_1 \leq 0.8503$	$0.1893 \leq \beta_2 \leq 0.9639$	N・S
	B	$\hat{Y} = 0.3543 X_1 + 203.9$	$\hat{Y} = 0.4947 X_2 + 215.8$	$0.2118 \leq \beta_1 \leq 0.4968$	$0.0995 \leq \beta_2 \leq 0.8899$	N・S
	H	$\hat{Y} = 0.4029 X_1 + 189.3$	$\hat{Y} = 0.3125 X_2 + 193.6$	$0.0606 \leq \beta_1 \leq 0.7452$	$0.1877 \leq \beta_2 \leq 0.4373$	N・S
二才(牛)妊	N	$\hat{Y} = 0.7618 X_1 + 363.6$	$\hat{Y} = 0.8015 X_2 + 359.3$	$0.2970 \leq \beta_1 \leq 1.2266$	$0.4786 \leq \beta_2 \leq 1.1244$	N・S
	B	$\hat{Y} = 0.5612 X_1 + 307.7$	$\hat{Y} = 0.6702 X_2 + 310.3$	$0.4918 \leq \beta_1 \leq 0.6306$	$0.2709 \leq \beta_2 \leq 1.0695$	N・S
	H	$\hat{Y} = 0.6156 X_1 + 299.2$	$\hat{Y} = 1.1089 X_2 + 359.7$	$0.3675 \leq \beta_1 \leq 0.8637$	$0.8608 \leq \beta_2 \leq 1.3570$	N・S
二才(牛)不妊	N	$\hat{Y} = 0.7230 X_1 + 359.8$	$\hat{Y} = 0.7347 X_2 + 358.8$	$0.6215 \leq \beta_1 \leq 0.8247$	$0.3858 \leq \beta_2 \leq 1.0836$	N・S
	B	$\hat{Y} = 0.5272 X_1 + 399.2$	$\hat{Y} = 0.5954 X_2 + 308.0$	$0.1890 \leq \beta_1 \leq 0.8653$	$0.1575 \leq \beta_2 \leq 1.0333$	N・S
	H	$\hat{Y} = 0.5623 X_1 + 299.5$	$\hat{Y} = 0.7075 X_2 + 297.0$	$0.2438 \leq \beta_1 \leq 0.8808$	$0.2258 \leq \beta_2 \leq 1.1892$	N・S
三才(牛)妊	N	-	-	-	-	-
	B	$\hat{Y} = 0.5998 X_1 + 377.3$	$\hat{Y} = 0.7350 X_2 + 379.5$	$0.2891 \leq \beta_1 \leq 0.9015$	$0.0560 \leq \beta_2 \leq 1.4140$	N・S
	H	$\hat{Y} = 0.7120 X_1 + 403.8$	$\hat{Y} = 0.6581 X_2 + 380.3$	$0.4799 \leq \beta_1 \leq 0.9441$	$0.3224 \leq \beta_2 \leq 0.9938$	N・S

注) N : 日本短角種 B : 黒毛和種 H : ヘレフォード種

表-27 群別効果

家畜	項目	回帰式 (X : 飼養開始後の日数、Y : 体重)		回帰係数の95%信頼区間		有意性
		対照区	ギ酸添加区	対照区	ギ酸添加区	
当才牛群	(N+B+H)	$\hat{Y} = 0.4281 X + 213.1$	$\hat{Y} = 0.4571 X + 217.4$	$0.0805 \leq \beta_1 \leq 0.7757$	$0.1116 \leq \beta_2 \leq 0.8026$	N・S
2才(妊娠)牛群	(N+B+H)	$\hat{Y} = 0.6608 X + 334.9$	$\hat{Y} = 0.6698 X + 337.1$	$0.2572 \leq \beta_1 \leq 1.0749$	$0.4088 \leq \beta_2 \leq 1.1508$	N・S
2才(不妊)牛群	(N+B+H)	$\hat{Y} = 0.6000 X + 317.5$	$\hat{Y} = 0.6830 X + 318.6$	$0.4654 \leq \beta_1 \leq 0.7346$	$0.3038 \leq \beta_2 \leq 1.0622$	N・S
3才(妊娠)牛群	(B+H)	$\hat{Y} = 0.6239 X + 388.7$	$\hat{Y} = 0.7042 X + 379.8$	$0.3226 \leq \beta_2 \leq 0.9252$	$0.1695 \leq \beta_2^2 \leq 1.2389$	N・S

図-21 牛群別増体変化 - 1975 -



3. 摘要

1) 採草地の環境諸条件

採草地は720~920 mの高標高にあり、傾斜は5°~20°が全体の78%を占め、圃場の分散が多い。サイロまでの距離は1,500 m~2,900 mが約40%を占めている。年平均気温は6.0℃と低く、無霜期間も125日と短いため、牧草の生育期間が短い年降水量はそれほど多くないが山地特有の霧の発生や結霜が多いなど環境条件は劣悪である。

2) 牧草の乾草速度

乾草による牧草水分の蒸散は1.2番草とも刈取時刻が早いほど、含水量の多い段階ほど反転回数に比例して高いが、乾燥効率とは一致しない。乾燥速度は葉部割合の高い牧草ほど高く、刈取機種によっても異なり、乾燥条件の悪い時ほどフレイルモアの乾燥効果が高い。

3) 調製適期幅の延長

標高が高くなるにつれて気温は低下し、オーチャードグラス、テモシーの生産量も減少した。年次差はあるが、標高差、草種・品種間の差は出穂期の差としてあらわれ、オーチャードグラスし北海道在来種、アオナミノとチモシー（ホクオウクライマックス）標高差200 mの組み合わせで6月中旬から7月上旬まで刈取幅の延長が可能となった。

4) サイレージ密封までの日数と品質

詰込から密封までの日数が長くなると、踏圧と自重による詰込量の増大が認められるが、先に詰めたサイレージの品質は劣化した。

密封までの日数と沈降量ならびにサイレージの品質から最大養分詰込量の許容限界を推定すればおよそ詰込4~5日目頃が密封の時期と考えられる。

5) 詰込時の材料草の品質保持

調製期間が長くなると先に詰めた材料草の品質は悪くなるが、ギ酸添加(0.4%)することで発熱は抑制され品質劣化は防止できた。

6) 大型バイカーサイロでのギ酸添加によるサイレージの品質改善

自動添加装置によるギ酸の添加は効率がよく、かつ良質サイレージ(優~良)の大量確保が可能となり、品質も安定的であった。牛の嗜好も良いこの時のギ酸の直接経費は1,050円生草1t(1975年、添加濃度0.42%)であった。

7) 大型バンカーサイロの密封方法

労力面では、改良ボンド法<パッケージ法<慣行法の順に労力がかかり、資材費は慣行法<改良ボンド法<パッケージ法の順に経費がかかった。

8) 増体効果

ギ酸添加グラスサイレージ給与による増体効果を肉用育成牛を用い検討した結果、年次間差はあったが、ギ酸添加区がやゝ勝る傾向を示した。しかし有意な差として認められなかった。

第Ⅱ章 山地傾斜地における適機種選定

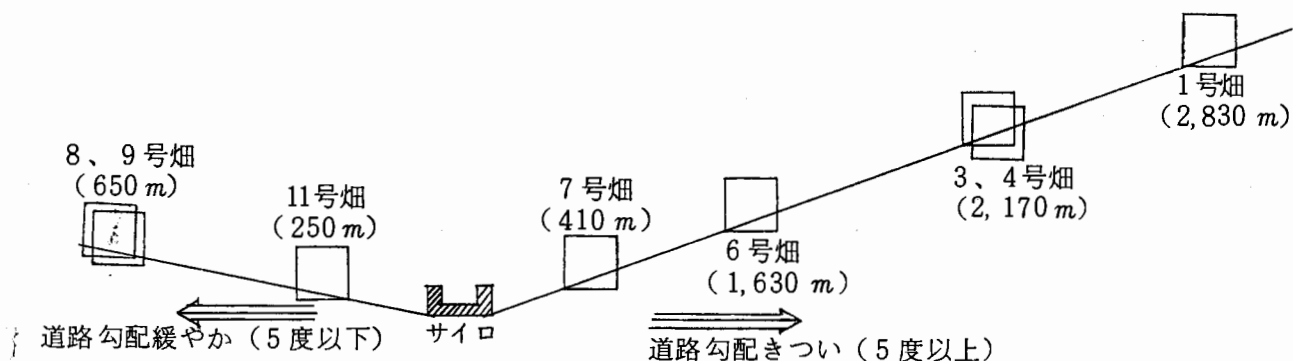
傾斜や天候不順など高冷地特有の条件は、機械作業の能率と作業精度の低下を招き、このことが、サイレージの大量調製と品質改善を阻む要因の一つとなっている。このため、平坦地で使われている種々の大型機械を用いて、傾斜地でのサイレージの大量調製作業を行ない、この実作業に適應できる傾斜度限界を明らかにする。また、機種別に作業能率と傾斜適應を検討し、今後有望と思われる傾斜地用新機種の汎用性と作業能率についても調査する。

1. 試験方法

1) 試験圃場の条件

サイレージの調製圃場は10ヶ所に分散し、サイロからの距離、道路勾配は図22のとおりとなっている。サイロと圃場を結ぶ牧道について、東北農試による調査成績をみると、傾斜のきつい路線では、トラクターの運転操作が困難となる傾斜度8度以上が全体の5.8%に及んでいる。この調査では、この牧道はカーブの旋回半径の狭少の個所や雨水による踏肩の流失個所も多く、運転操作と安

図-22 サイレージ調製ほ場の位置とサイロからの距離



全上問題が少なくないことが指摘されている。
また、圃場の傾斜度分布を表28の東北農試による牧草地の成績についてみると、5度未満の

傾斜度は少なく、5～20度が全体の78%も占めている。

表-28 採草地の傾斜度別面積割合（東北農試研究速報第16号による）

単位：a

圃場面積 傾斜度	1号畑 (6.5 ha)	3号畑 (8.8 ha)	4号畑 (2.8 ha)	6号畑 (1.7 ha)	7号畑 (5.5 ha)	8号畑 (3.0 ha)	9号畑 (6.0 ha)	11号畑 (10.4 ha)	*10号畑 (6.0 ha)	**12号畑 (1.8 ha)
0～5	388.05	48.94	181.72	23.46	333.85	-	-	671.70	105.00	-
5～10	261.95	482.81	98.28	146.54	212.30	144.60	261.60	336.33	469.20	33.84
10～15	-	301.93	-	-	3.85	155.40	327.60	31.97	25.80	139.50
15～20	-	46.32	-	-	-	-	10.80	-	-	6.66

※採草放牧兼用草地

**乾草専用草地

(2) サイレージ調製作業の体系

サイレーズの調製は運搬車（トラック）2台を用いて、表29に示した予乾体系と高水分体系

の2方式をとった。なお、調製に供したサイロは150～350トン容のバンカーサイロで、1基に要する調製日数は3～5日とした。

表-29 サイレージ調製 作業体系

	刈 取	細断・吹上げ	運 搬	踏 圧	均平	合計	
予乾体系	機 ディスクモア	フォレージ ハーベスタ (シリンダー型) ピックアップ付)	ダンプトラック 平ボデイトラック	クローラ トラクタ	人 力		
	労 オペレータ	オペレータ	助 手	オペレータ			オペレータ
高水分体系	機 フォーレージハーベスタ (フレイル型、ダブルカット)		ダンプトラック 平ボデイトラック	クローラ トラクタ	人 力		
	労 オペレータ		助 手	オペレータ			オペレータ
	1 1 名	1 1 名	1 名	2 名	1 名	2 名	8 名
	1 名		1 名	2 名	1 名	2 名	7 名

(3) 供試機械と主要諸元

表30のとおりである。

表30 供試機械と主要諸元

区分	名 称	メ ー カ ー	型 式
トラクタ	ホイルトラクタ	インターナショナル	B 414 型 40 HP
	”	フォード	5000 型 65 HP
	”	フォード	スーパー 4 WO 65 HP
	ユニモクトラクタ	ベンツ	406 型 94 HP
	クローラトラクタ	小 松	D 30 S - 12 型 55 HP
運搬	トラック	日 野	4 トンダンプ
	”	三 菱	キャブオーバー 4 トン
	トレーラ	小 西	ダンプ型 2 トン
収 穫	フォーレージ ハーベスタ	ニューホランド	33 型 (フレイル型)
	”	”	717 型 (シリンダ型)
	モータ	ハワード	フレイル型
	”	ファーガン	MF 51ロータリ型
	”	フォード	TM- レシプロ型
施 肥	ブロードカスタ	スター	P、T、O 駆動 200 ℓ
	”	”	ホイール駆動 200 ℓ
	”	ヴィコン	MK2 型 200 ℓ
	”	ファーガソン	MF- 200 ℓ
	マニアスプレッタ	スター	P、T、O 駆動
集 転 草 捆 ・ 包	ハイテッダ	リリー	ジェミニ
	ハイレーキ	ニューホランド	回転輪式
	ハイベアラ	”	NH 268 型
刈払	ロータリスラッシャ	ベンツ	ロータリ型

2. 試験結果と考察

(1) 傾斜地におけるサイレージ調製の作業効率

(1) トラクタの走行性

サイレージ調製ほ場において、フレイル型ダブルカット、ハーベスタをけん引した状態でトラクタのスリップ率を調査した結果は表31のとおりである。

表-31 収草におけるトラクタのスリップ率

傾斜度	土壌水分(%)	登 坂 (%)	降 坂 (%)
6	52.4	0.22	0.00
6	54.1	2.57	-1.02
7	49.3	3.85	-0.22
7	54.1	5.67	-2.41
8	49.3	5.73	-4.67
8	54.1	5.92	-6.91

注) トラクタはフォード 5,000、65PS

作業機はフレイル型ダブルカット・ハーベスタ

トラクタ駆動輪のスリップ率は、ほ場傾斜度 6～8度の登坂において0.22～5.92%で、傾斜角が増すに従って増大した。降坂では、見掛けのスリップ率は負の値となるが、絶対値は登坂同様傾斜が増すにつれ増大し、傾斜度 8度のやや軟弱なほ場（土壌水分 54.1%）ではスリップ率が-6.91%と登坂を上廻った。これは、降坂では、傾斜が

増すにつれ車輪にトラクタの自重によるずり下りが加わるためと考えられた。

(2) 運搬車の走行性

サイレーズ調製ほ場の伴走積載時における運搬車（トラック）のスリップ率と走行速度について調査した結果が表-32である。

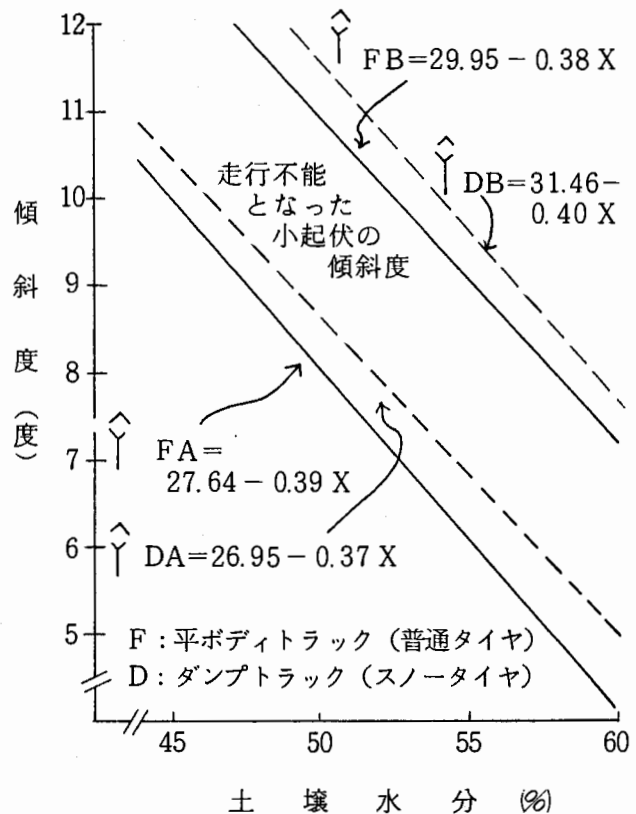
表-32 傾斜ほ場における運搬車のスリップ率と走行速度

傾斜度	土 壤 水 分 (%)	登 坂				降 坂			
		スリップ率(%)		速度 (m/sec)		スリップ率(%)		速度 (m/sec)	
		F	D	F	D	F	D	F	D
6	52.4	5.97	1.94	1.60	1.55	-0.81	0.00	1.60	1.73
6	54.1	6.94	2.98	1.49	1.50	-1.94	-0.81	1.67	1.67
7	49.3	5.97	2.98	1.55	1.58	-1.94	0.00	1.61	1.60
7	54.1	6.94	5.97	1.45	1.54	-1.94	-1.94	1.77	1.67
8	49.3	14.80	9.40	1.49	1.58	-3.67	-3.67	1.80	1.73
8	54.1	15.60	11.05	1.45	1.50	-3.67	-4.45	1.67	1.76

注) F:平ボディ型トラック (普通タイヤ) D:ダンプトラック (スノータイヤ)

ほ場傾斜度 6～8度の登坂において、運搬車のスリップ率は、トラクタと同様に傾斜の増に伴って増大した。運搬車のスリップ率は各れの傾斜度においても、トラクタの場合を大きく上廻り、その傾斜は、車種、着用タイヤ、土壌水分によっても差が認められた。ダンプトラックはスノータイヤの装着によって登坂力が高まった。又、ほ場傾斜度 6～8度の範囲では、スリップ率の変化に対して、速度の変化は比較的小さかった。傾斜度が 8度以上のほ場では、運搬車は車輪の空転により走行（登坂）不能となり 4輪駆動トラクタによるけん引を必要とし、能率の低下となった。運搬車の登坂限界をほ場の土壌水分との関連でみたのが図-23である。

図-23 ほ場における運搬車の登坂限界



運搬車は、 $x\%$ の土壌水分のほ場で、勾配 y Aの slope を登坂中には場の凹凸によって生じている勾配 y Bの小起伏にさしかかると登坂不能となった。

勾配のある道路の走行については図-24の結果を得た。平均勾配 5度以上の運搬車（トラック）の走行では、往路（空車で登り）と復路（積載の下り）の所要時間に殆んど差がなかった。

図-24 運搬の距離と時間の関係

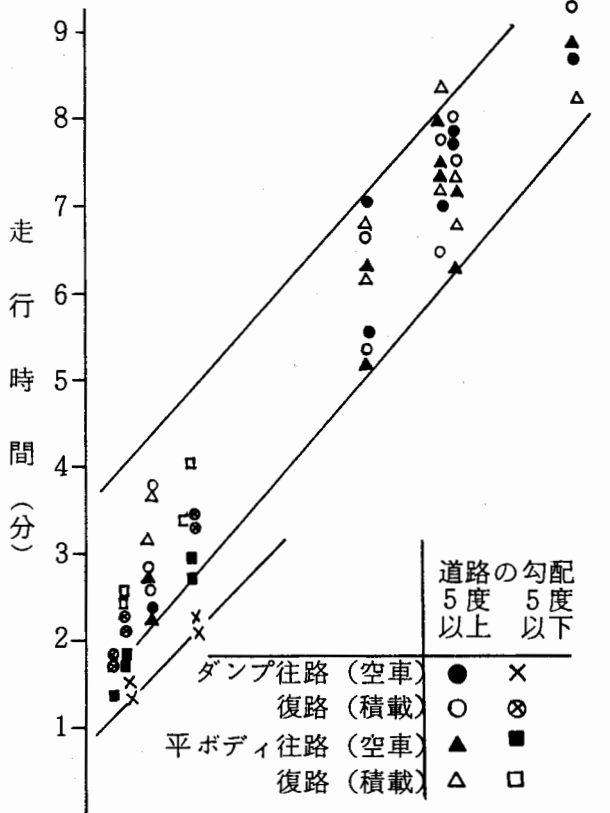
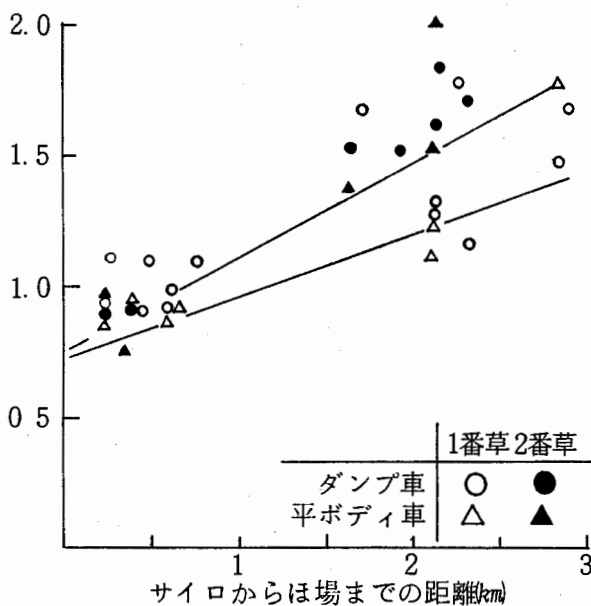
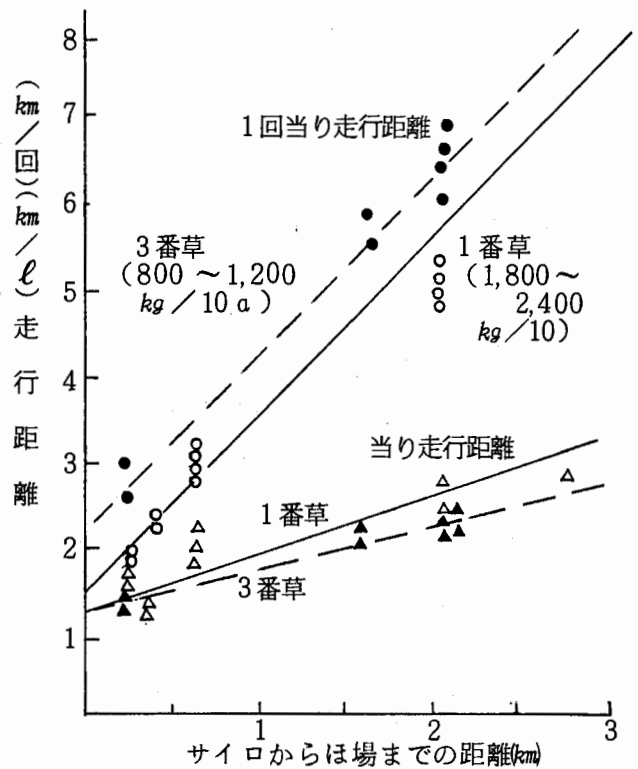


図-25 材料運搬量トン当たりの消費燃料
注) 伴走・積載・運搬・荷下しの作業
図中の数字はは場の平均傾斜度



運搬車の消費燃料についてみた結果が図-25、図-26である。サイロからの距離に比例して消費量は増大した。車種ではダンプトラックの方がは場の平均傾斜度の影響が大きく、燃料消費量がやや多かった。3番草は1番草の1/2の積載量のため「運搬車の1回当たりおよび燃料消費量ℓ当たり走行距離は番草によってことなるが、各れも積載量の影響が大きかった。

図-26 運搬車の1回当たりおよびℓ当たり走行距離



(3) 運搬作業からみたセット作業時間
サイレージの調製は、その大部分を高水分材料で行ない、一部に予乾処理を併用した。高水分調製にはフレイル型ダブルカット、ハーベスタ、予乾調製には4連ディスクモア、ピックアップ付シリンダ型ハーベスタを用いた。運搬車は各れもダンプトラックと平ボディトラックの2台を使用し、急傾斜は場では65 P Sの4輪駆動トラクタで運搬車とけん引した。
各は場について、セット作業のサイクルとは場全体の作業時間、処理量を調査した結果は表-33表-34のとおりである。

表-33 運搬作業からみたセット作業のサイクルとは場別時間

単位：分

は場	回送	待期	集草伴走	運搬	荷下し	その他	合計	備考
1号	8.83	0.68	8.57	8.84	2.09	(5.32)	23.33	1番 2,830m
3号	7.54	1.09	9.45	7.27	1.79	(7.73)	27.14	" 2,170m
4号	7.14	1.00	11.62	7.67	2.10	(6.81)	29.53	" 2,170m
6号	6.67	2.33	11.00	6.73	2.73	(7.47)	29.46	" 予乾1,630m
7号	2.54	6.41	14.31	3.46	2.79	(5.82)	29.51	" " 410m
8号	2.59	4.03	10.38	3.84	1.59	(7.41)	22.43	" 650m
9号	2.50	3.11	10.39	3.42	1.81	(5.06)	21.23	" 650m
11号	1.63	6.74	12.78	2.34	3.86	(8.87)	27.35	" 予乾 250m
11号	1.52	8.00	15.02	2.44	2.27	(13.88)	29.25	2番 " 250m
3号	7.64	1.58	11.79	7.21	2.45	(4.85)	30.67	3番 2,170m
4号	7.20	0.32	12.72	7.52	2.80	(10.24)	30.56	" 2,170m
6号	5.48	1.65	12.52	5.83	2.87	(2.61)	28.35	" 1,630m
7号	2.55	6.77	14.14	3.23	2.50	(3.91)	22.42	" 410m
11号	1.25	4.48	9.55	1.86	2.23	(6.66)	19.37	" 250m

注) 備考には番草別とサイロからは場までの距離

その他の時間には準備、故障修理、ロス時間などを含むが、合計では除いた。

表-34 運搬車からみたセット作業時間と処理量

は場名と番草	処 理 量		作 業 時 間		実作業時間当たり処理量	
	ha	t	従業時間	実作業時間	ha / 時間	t / 時間
1号1番草	6.3	112.8	19.73	16.68	0.38	6.76
3号 "	6.5	101.5	19.47	15.15	0.43	6.70
4号 "	2.5	34.2	6.17	4.98	0.50	6.87
6号 "	1.6	26.8	4.62	3.68	0.43	* 7.28
7号 "	4.5	70.8	11.48	9.59	0.47	* 7.38
8号 "	3.0	54.7	9.20	6.92	0.43	7.90
9号 "	3.8	57.2	7.88	6.37	0.60	8.98
11号 "	10.0	108.6	19.47	14.70	0.68	* 7.39
3号3番草	6.5	49.4	9.77	8.43	0.77	5.86
4号 "	2.5	22.6	4.25	3.18	0.79	7.11
6号 "	1.7	20.9	2.97	2.72	0.63	7.68
7号 "	4.5	38.5	6.07	5.35	0.84	7.20
11号2番草	10.0	100.6	17.25	11.70	0.85	* 8.60
11号3番草	7.0	80.3	12.15	9.04	0.77	8.88

注) 作業時間は、セット作業による時間で、収草、運搬、荷下し廻送、待期の範囲。

*印は子乾処理で、ピックアップ式ハーベスタ使用のものであるが、刈取の時間は含まない。

処理量は高水分に換算した。従業時間は準備、機械修理時間を含むものである。

運搬作業は回送、運搬時ともサイロからほ場までの距離に比例して時間を要したが、勾配もきつい（平均勾配5度以上）道路路線に位置する1、3、4、6号のほ場では、回送時と運搬時との所要時間の差が小さかった。伴走積載時間は、ほ場の平均傾斜度に違いはあるが、高水分調製に比べ予乾調製が、1番草に比べ2、3番草時の所要時間が長かった。

伴走積載時の作業速度は、一般にフォレージハ

ーベスタの能力によって決定されるが運搬車にダンプトラック、平ボディトラックを用いた場合は、ほ場傾斜度5～8度以上になると、運搬車のトラックの登坂能力が、作業速度を規制する第1の要因となった。

実際のサイレージ調整作業の調査から、1台当りの収草、伴走時間とは場草量、ほ場の平均傾斜度との関係をみたのが表35（高水分調製）、表36（予乾調製）である。

表-35 高水分調製における1台当たりの収草・伴走時間とは場草量、ほ場の平均傾斜度の関係

1. 4.0 tダンプトラックの場合

単位： x_1 100 kg/10a、 x_2 度、 y 分/台

ほ場数量 x_1	ほ場傾斜度 x_2	収草時間 y	ほ場名と番草
24	5.0	10.82	4号1番草
23	7.5	10.43	3号 "
22	7.5	9.17	6号 "
20	5.0	8.60	1号 "
18	10.0	11.48	8号 "
14	12.5	11.46	10号3番草
13	7.5	12.46	6号 "
12	3.0	10.52	11号 "
9	3.0	12.73	7号 "
9	7.5	13.46	3号 "
8	5.0	11.83	4号 "

$$y = 13.1798 - 0.2020 x_1 + 0.1678 x_2$$

2. 4.0 t平ボディトラックの場合

単位：同左

ほ場数量 x_1	ほ場傾斜度 x_2	収草時間 y	ほ場名と番草
24	5.0	9.71	4号1番草
23	7.5	9.16	3号 "
22	7.5	8.25	6号 "
20	5.0	8.53	1号 "
18	10.0	11.13	8号 "
14	12.5	12.18	10号3番草
13	7.5	11.41	6号 "
12	3.0	10.92	11号 "
9	3.0	13.47	7号 "
9	7.5	12.45	3号 "
8	5.0	12.44	4号 "

$$y = 14.3569 - 0.2655 x_1 + 0.1005 x_2$$

表-36 予乾調製における収草・伴走時間とは場草量、ほ場の平均傾斜度の関係

1. 4.0 tダンプトラックの場合

単位： x_1 100 kg/10a、 x_2 度、 y 分/台

ほ場草量 x_1	ほ場傾斜度 x_2	収草時間 y	ほ場名と番草
22	7.5	18.00	6号畑1番草
17	5.0	12.50	7号畑 "
17	3.0	15.34	11号畑 "
16	3.0	15.64	11号畑2番草
18.0	4.63	15.37	平均値

2. 4.0 t平ボディトラックの場合

単位：同左

ほ場草量 x_1	ほ場傾斜度 x_2	収草時間 y	ほ場名と番草
22	7.5	14.75	6号畑1番草
17	5.0	15.00	7号畑 "
17	3.0	12.70	11号畑 "
16	3.0	15.02	11号畑2番草
18.0	4.63	14.37	平均値

トラック1台当たりのサイレーズ調製における収草・伴走時間と、は場傾斜度、さらには草量との間には高い相関が認められ、高水分調製における相互の関係として、次の重回帰式が得られた。

ダンプトラック (1.44 ± 0.334 t 積載)

$$Y = 13.1798 - 0.2020x_1 + 0.1678x_2$$
 (5%水準で有意)

平ボディトラック (1.53 ± 0.380 t 積載)

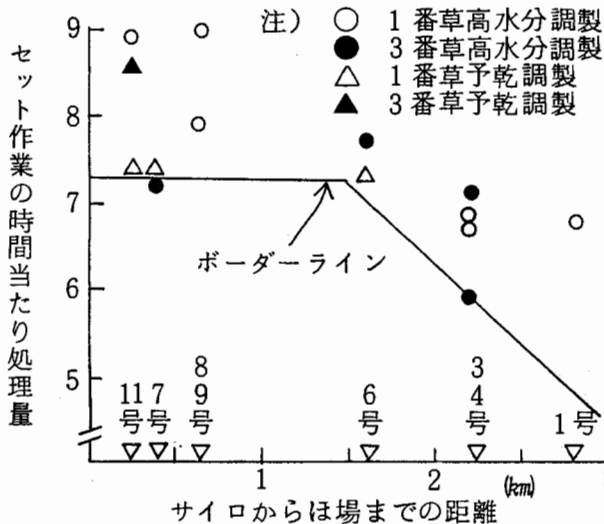
$$Y = 14.3569 - 0.2655x_1 + 0.1005x_2$$
 (1%水準で有意)

但し、 x_1 ; 草量 (100 kg/10 a)
 x_2 ; は場平均傾斜度 (度)
 Y ; 伴走、積載時間 (分/台)

上式のように、伴走、積載時間に対しては、草量がマイナスの要因となり、は場の平均傾斜度はプラスの要因となった。トラックの車種間では、ダンプトラックが平ボディトラックに比べて材料草の飛散ロスが大きく、傾斜の影響を受けやすいと思われた。

表-34に示したセット作業の荷下し時間がは場によって差があるのは、サイロ入口附近の状況や運転者の技術の違いによって生じたものと考えられる。各番草ごとのは場全体の作業時間のうち、実作業時間と従業時間の差は作業機の準備やトラブルなどに費したもので、このロス時間は従業時間の20%に及んだ。実作業時間当たりのサイレーズ調製量は、サイロからは場までの距離によって左右されたが、は場草量の多少、高水分調製か予

図-27 サイロからは場までの距離と時間当たり処理量



乾処理かによっても差のあることが認められた。

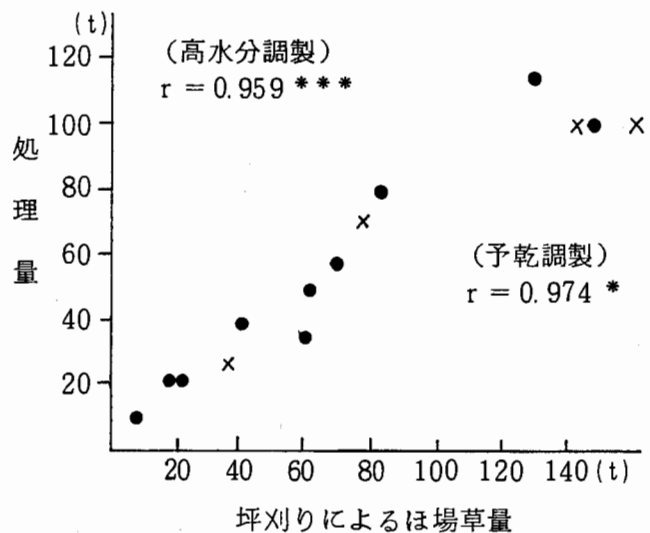
サイロからは場までの距離とセット作業の時間当たり処理量との関係をみたのが図-27である。

ダンプトラックと平ボディトラックを用いた運搬車2台体系では、サイロからは場までの距離が遠くなるほどセット作業時間当たり処理量は減少し、その度合は、は場までの距離1.4~1.5 kmを分岐点として、それ以上の長距離では大きくなることが認められた。一方、は場草量と処理量との関係を図-28によってみると、両者の間には高い相関が認められ、草量が多くなるにつれて処理量が増大した。

また、は場草量に対する調製量の仕上りは、高水分調製では89.6%、予乾調製では74.5%であった。

図-28 は場草量と処理量の関係

注) ● 高水分調製によるもの
 × 予乾調製によるもの



(4) 延作業時間と処理量

サイレーズ調製におけるは場の延作業時間を調査した結果が表-37である。は場のトラック、ハーベスタ、索引トラクタ、モーア(予乾のみ)の稼働時間の合計をみると、一定の傾向はみられずは場までの距離やは場の平均傾斜度、は場草量、予乾処理の有無によって差のあることが認められた。その他の時間はロス時間で、平ボディ車の荷下し装置の故障、予乾処理時のシリンダ型ハーベスタの草詰りによるものが多かった。

表 37 サイレージ調製におけるほ場別延作業時間

ほ場名	稼動(分)	その他(分)	作業能率		ほ場名	稼動(分)	その他(分)	作業能率	
1 号 D	1,023	161	処理量 面積		3 号 D	581	20	処理量 面積	
号 F	978	206	112.8 t	6.3ha	号 F	431	140	49.4 t	6.5ha
H	1,034	150			H	502	84		
(1番草)P	854	125	時間/t 時間/ha		(3番草)P	502	84	時間/t 時間/ha	
T	3,889	642	0.575	10.29	T	2,016	328	0.680	5.17
3 号 D	983	185	101.5 t	6.5ha	4 号 D	178	77	22.6 t	2.5ha
号 F	835	333			号 F	204	51		
H	1,044	124			H	221	34		
(1番)P	1,044	124	H/t	H/ha	(3番)P	221	34	H/t	H/ha
T	3,906	766	0.641	10.02	T	824	196	0.608	5.49
4 号 D	320	50	34.2 t	2.5ha	6 号 D	153	10	20.9 t	1.7ha
号 F	277	93			号 F	173	20		
H	325	45			H	165	13		
(1番)P	325	45	H/t	H/ha	(3番)P	157	21	H/t	H/ha
T	1,247	233	0.608	8.31	T	648	64	0.517	6.35
8 号 D	421	131	54.7 t	3.0ha	7 号 D	312	52	38.5 t	4.5ha
号 F	409	143			号 F	330	34		
H	440	112			H	319	45		
(1番)P	440	112	H/t	H/ha	(3番)P	97	8	H/t	H/ha
T	1,710	498	0.521	9.50	T	1,058	139	0.458	5.42
9 号 D	319	82	57.2 t	3.8ha	11 号 D	598	131	80.3 t	7.0ha
号 F	373	100			号 F	487	242		
H	421	52			H	565	164		
(1番)P	421	52	H/t	H/ha	(3番)P	-	-	H/t	H/ha
T	1,606	286	0.468	7.04	T	1,650	537	0.343	3.93
6 号 M	126	35	26.8 t	1.6ha	11 号 M	330	150	108.6 t	10.0ha
号 D	196	40			号 D	987	181		
(1番草)F	246	72			(1番)F	777	391		
予乾H	223	54			予乾H	867	301		
P	138	37	H/t	H/ha	P	-	-	H/t	H/ha
T	929	238	0.578	9.68	T	2,961	1,023	0.455	4.94
7 号 M	336	129	70.8 t	4.5ha	11 号 M	608	316	100.6 t	10.0ha
号 D	633	129			号 D	792	243		
(1番)F	518	98			(2番)F	612	423		
予乾H	574	115			予乾H	751	279		
P	104	21	H/t	H/ha	P	-	-	H/t	H/ha
T	2,165	492	0.510	8.02	T	2,763	1,261	0.458	4.61

注) 「稼動」には待期を含む。作業能率は稼動時間で示した。

D: ダンプトラック、 F: 平ボディトラック、 H: ハーベスタ、 P: けん引・65PS
4輪駆動トラクタ、 M: 4連デスクモア

材料処理トン当たりの延作業時間について、ほ場傾斜度、サイロからほ場までの距離との関係を見たのが図29である。

図-29 処理量トン当たりの延作業時間

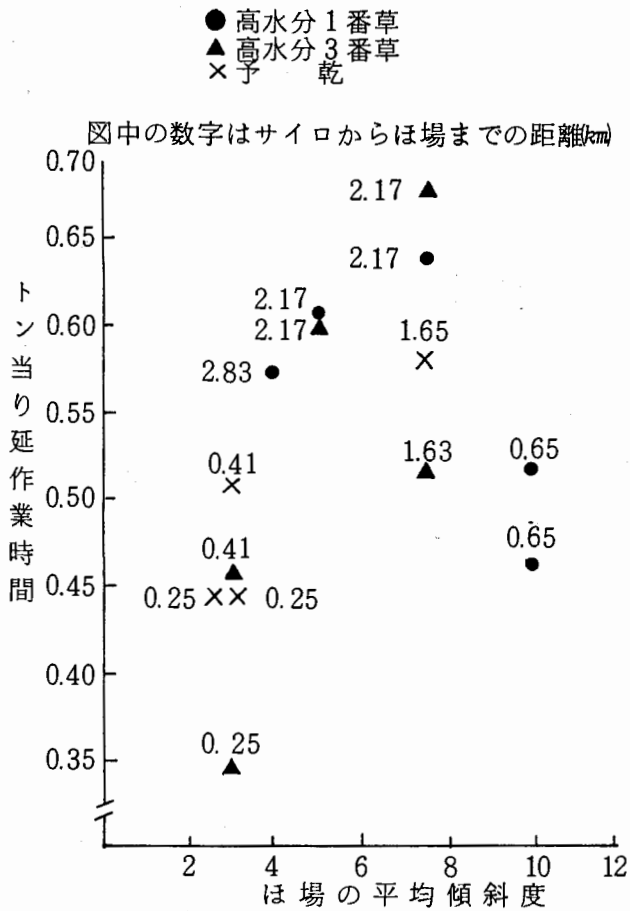
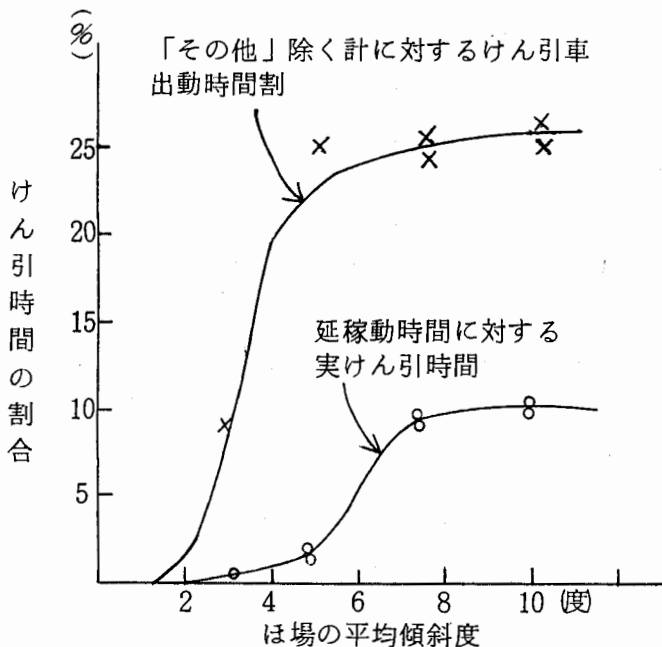


図-30 けん引草の出動割合 (高水分調製)



ほ場傾斜度とサイロからほ場までの距離の増は、各れも延作業時間の増大を促した。ほ場の平均傾斜度5~6度を境として、勾配の小さいほ場においてはサイロからほ場までの距離の方が、勾配のきついほ場においては、ほ場の傾斜度の方がより延作業時間に影響する傾向がみられた。

けん引用トラクタの稼動時間は、その出動回数によって大きく左右されるが、その状況をほ場の平均傾斜度との関係でみたのが図-30である。

稼動時間の合計に対するけん引車(4輪駆動トラクタ)の出動時間の割合は、ほ場傾斜度が増すに従って急激に増加し、平均傾斜度5~6度以上のほ場において、ほぼ全稼動時間中索引を必要とした。

運搬車の荷下し時間についても調査したが、ダンプトラックで1回当たり1.42分(0.90~2.06分)であった。独自に考察した荷下し装置により作業した平ボディトラックでは2.55分(2.12~3.3分)要した。

クローラトラクタによるサイレージ材料の集積、均平、鎮圧作業時間について調査した結果は表38のとおりである。

調製時間に占めるクローラトラクタ稼動時間の割合は、Aサイロで39.8%、Bサイロ36.0%であった。鎮圧は多少軽かったと反省されるため、この程度の稼動時間は最低に近いものと思われた。バンカーサイロを用いて200トン余のサイレージを5日間で調製した時のサイロ内補助人夫は、1~2日目はクローラトラクタのオペレータが兼ね、3~5日目には1~3人を要した。カバーの被覆、密封に要した時間は4~6人で約1時間であった。

(5) 予乾調製と高水分調製、

両者について、作業能率とサイレージ材料草のロスなどを比較した結果が表39である。

表-38 クローラトラクタによるサイレージ材料の集積・均平・鎮圧作業時間

	Aサイロ (有畜舎区)			Bサイロ (育成舎区)		
	処理量 (t)	ブル稼動時間分	調製時間分	処理量 (t)	ブル稼動時間分	調製時間分
第1日目	48.6	146	450	30.8	133	330
第2日目	17.8	139	315	70.1	109	510
第3日目	50.0	139	525	43.9	213	525
第4日目	52.5	247	525	48.0	186	525
第5日目	50.2	261	525	46.2	186	405
計	219.1	932	2,340	239.0	827	2,295
	トン当たりブル時間 4.25分/t	1日当たりブル時間 186.4分/日	ブル稼動割合 39.8%	トン当たりブル時間 3.46分/t	1日当たりブル時間 165.2分/日	ブル稼動割合 36.0%

注) 小松ドーザショベルD30S-12型、55PS使用

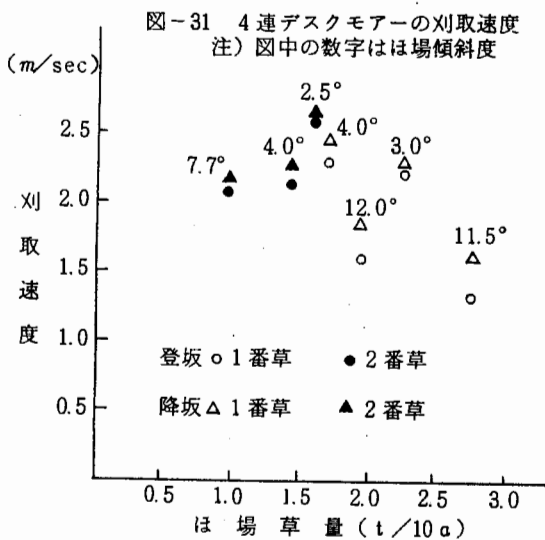
表-39 予乾処理サイレージと高水分サイレージの比較

	予乾処理サイレージ	高水分サイレージ
草地の状況	6月20日、6号畑、1番草 草丈83.7 ± 13.83 cm、草量2,236 ± 611.4 kg/10a	6月22日、3号畑、1番草 草丈77.4 ± 14.20 cm、草量2,273 ± 696.4 kg/10a
刈取り巾	1.5 m (ピックアップ付シリンダ型ハーベスタ) 実際は4連デスクモアの 1.56 ± 0.023 mで行なわれる	1.34 ± 0.079 m (フレール型ダブルカット、ハーベスタ)
収草作業速度	1.67 ~ 1.50 m/sec (平坦地)	1.80 ~ 1.45 m/sec (平坦地)
刈取り高さ	17.8 ± 5.03 m (4連デスクモアによる)	11.6 ± 3.63 cm (フレール型ダブルカット、ハーベスタ) ハーベスタ車輪の踏みつけ方 (27.3 ± 11.66 cm)
材料草の切断長	8.58 ± 4.45 cm	15.95 ± 6.44 cm
収集時の損失	a 刈残し 122.2 ± 129.06 kg/10a b 拾上げ残 212.5 ± 166.5 kg/10a c 飛散 211.7 ± 254.41 kg/10a 合計 546.4 kg/10a	a 刈残し 49.1 ± 31.02 kg/10a b 飛散 183.7 ± 204.23 kg/10a 合計 232.6 kg/10a (10.2%立毛草量に対する割合)
運搬車詰込量	1,787 ± 0.433 t/台 (一般には1.91 ± 0.50t/台)	1,515 ± 0.357 t/台 (一般には1.49 ± 0.38t/台)
トン当たり処理時間	伴走積載 6.16分/t 延時間 29.52分/t	伴走積載 6.24分/t 延時間 28.20分/t
1日当たり処理量	58.2 ~ 68.8 t	63.2 ~ 71.0 t

注) 草量は高水分材料換算。トン当たり処理時間の延時間にはけん引時間を含まない。

1日当たり処理量では、準備・故障修理を含まない時間で8時間の作業とした。

予乾調製では、4連ディスクモアによる刈倒し地干しのみで、テッドとレーキ作業を省いたため、ハーベスタ（ピックアップ付シリンダ型）の収草幅が1.5 mであるにも拘らず、実際の作業幅はディスクモアの刈幅 $1.56 \pm 0.023m$ で行なわれた。ハーベスタの作業速度をみるとは場の違いはあるが、両方式の間に大差がない結果となった。なお、予乾処理における4連ディスクモアの刈取速度をみると、は場傾斜度に比べは場草量により作業速度に影響するようであった。(図31)



予乾調製時の材料草の損失が高水分調製の倍以上になっているのは、ディスクモアの刈取高さが幾分高いこと、ピックアップの拾い残しが多いことと、運搬車への積載時に材料草がより飛散しやすいことなどによる。高水分材料トン当たり処理時間の比較では、伴走積載時間が予乾調製で6.16分、高水分調製で6.24分と大差なかった。トン当たりの延処理時間についても両処理が同程度の所要時間で、予乾調製が29.52分、高水分調製が28.20分であった。1日当たりの処理量を高水分に換算した量での比較では、予乾調製の58.2~68.8トンに対して高水分調製が63.~71.0トンと僅かに上廻った。

(2) サイレージ調製用機械の傾斜適応性

(1) 登坂限界

サイレージ調製作業におけるトラクタとトラックの走行、登坂力はは場の平均傾斜角に影響さ

れるが、山成工造成は場の複雑な小起伏による部分傾斜角は、登坂能力の限界に対して直接の要因となった。これらの関係と、さらにはは場の土壌水分とのかかわりについて示したのが図32、図33である。

図-32 は場傾斜角と部分傾斜角

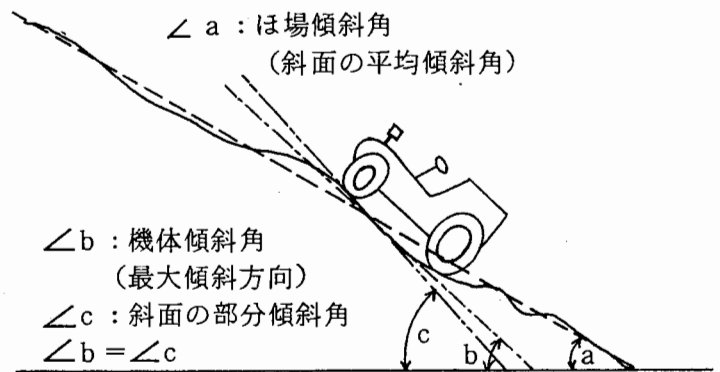
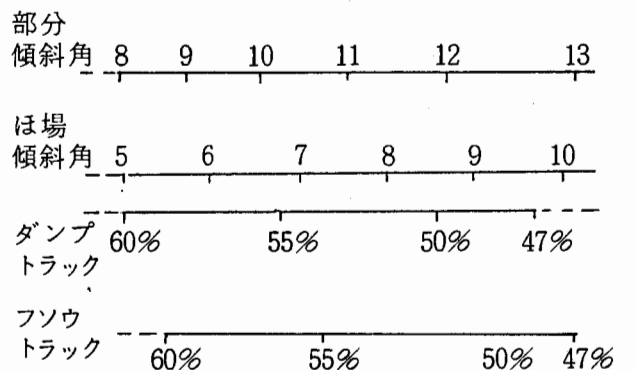


図-33 運搬車の傾斜登坂限界と土壌水分 (上下作業)



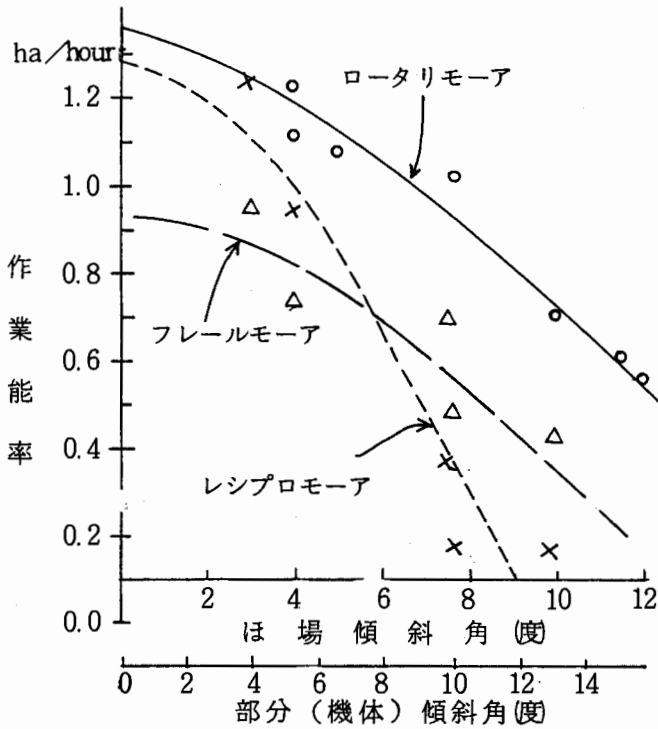
登坂力を規制する部分傾斜角は最大傾斜方向の機体傾斜角とほぼ同じで、は場傾斜角より大きく、後者の5度は前者の約8度で、10度に対しては約13度であった。運搬トラックの車種では平ボディトラックの方がダンプトラックよりボディが長いため有利であった。

運搬車の登坂力についてみると上下作業と等高線作業との限界値は等しく、等高線作業では、山側車輪の浮き上り空転で限界を示した。

(2) モアの傾斜適応性

モアの3機種について、作業能率を調査した結果が図34である。

図-34 モーアの傾斜適応性



時間当たりでみた作業能率は、3機種ともほ場傾斜角が増えるに従い大幅に低下した。

ロータリ型のモーアは他の2機種に比べて傾斜適応性にすぐれていたが、ほ場傾斜角10~12度では平坦地の能率の半分以下となった。レシプロ型は3機種の中では、傾斜適応性が低く、特に傾斜地の下り作業で草詰りの発生が多いので、ダブルナイフ式の利用が必要と思われた。

(3) フォーレージハーベスタの傾斜適応性

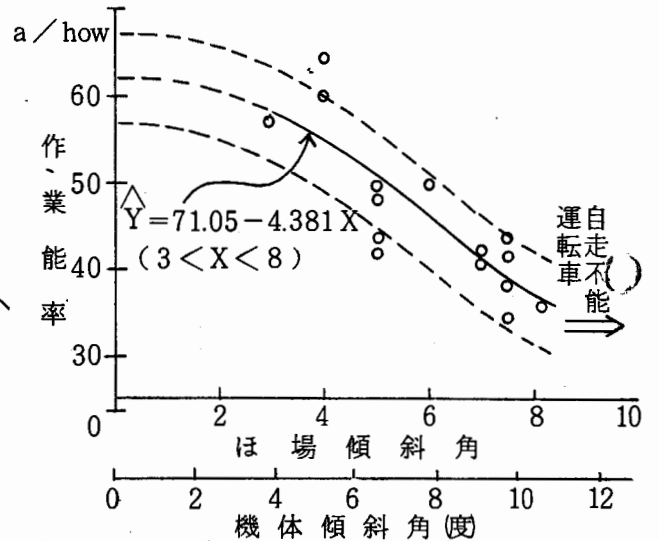
4 トントラックを伴走したフレール型ダブルカ

表-40 牧草収穫における機種および方式と能率

機種方式	ほ場草量 (t/ha)	実際作業能率	
		(ha/時間)	(t/時間)
シリンダ モーアバー 直刈り	22.7	0.56	11.38
シリンダ ピックアップ 予乾草	16.3	0.58	8.46
シリンダ ピックアップ 予乾草	22.4	0.53	10.63
シリンダ ピックアップ 予乾草	15.9	0.55	7.83
フレール オーガプロア 直刈り	22.7	0.48	9.75
フレール オーガプロア 直刈り	14.7	0.59	7.76
フレール オーガプロア 予乾草	22.4	0.47	9.42
フレール オーガプロア 予乾草	14.7	0.52	6.84
NH 616 ピックアップ	20.0	0.25	4.52

ット・フォーレージハーベスタの作業能率を調査した結果が図35である。

図-35 フォーレージハーベスタの傾斜度



伴走する運搬車の走行が可能なほ場傾斜度3~8度の範囲では、傾斜度に比例して作業能率が減少した。すなわち、a当りの作業時間yとは場傾斜度xとの間には高い相関が認められ、 $y = 71.05 - 4.381x$ (但し、 $3 < x < 8$) の回帰式が求められた。

フレール型フォーレージハーベスタとシリンダ型のものにアタッチメントをかえて高水分調製、作業を実施し、作業能率と材料の切断長などを調査した結果が表-40、表-41である。

- 注) ① 上段1番草、下段2番草
 ② 処理量は生草換算
 ③ 予乾処理は刈倒しのみで、レーキを
 かけない。
 ④ NH 717、クロープチョッパー33

表 41 牧草収穫の機種別切断長と積載密度

機 種	切 断 長 (cm)		密 度 kg/m ² (DM)
	5	10	
シリンダ 直刈り			328 (57.7)
シリンダ ピックアップ			274 (67.4)
フレール 直刈り			262 (46.6)
フレール ピックアップ			235 (57.7)

注) 運搬車はダンプトラック

牧草水分は直刈り82.2%、ピックアップ75.4%

作業能率はシリンダ型とフレール型を比較すると、直刈り、予乾ともにシリンダ型が高かった。なお、実作業の観察からシリンダ型の直刈りではシックル、バー、アタッチメントがほ場の小起伏で土をかむためフレール型に比べ傾斜適応性が低かった。刈倒しのみで、テッタ、レーキをかけない予乾草の収穫能率は高水分調製時の直刈りよりわずかに劣った。材料草の切断長の調査では、直刈り、予乾(ピックアップ)ともシリンダ型が短く、均一で密度が高かった。フレール型では予乾(ピックアップ)によって、さらに切断長は長く不均一となり、積載密度を高める効果は充分でなかった。

3) 傾斜地用トラクタ(ウニモク)の汎用性と作業能率

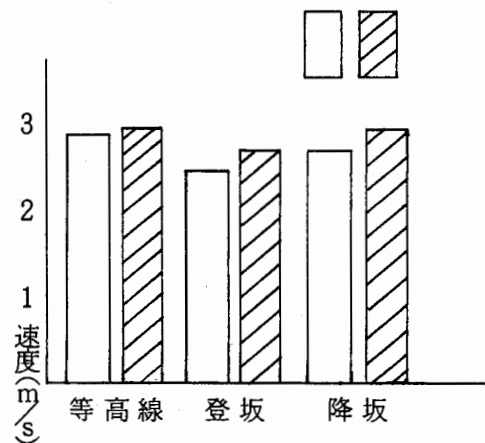
(1) ウニモクトラクタの傾斜適応性

ほ場傾斜度10~15度と最も条件の悪い採草放牧兼用のほ場において、ウニモクトラクタとフォード5000トラクタ(65PS)を比較しながら作業方向と作業速度の関係进行调查したのが図36である。

両機種ともP.T.Oの駆動ブロードカスタを用いて肥料散布作業を行ったが、ウニモク、フォードとも作業方向によって作業速度に明らかな違いがあった。両機種とも登板<降板<等高線の順に作業速度が早かった。

図 36 作業方向と作業速度

(傾斜10~15度) ウニモク・フォード

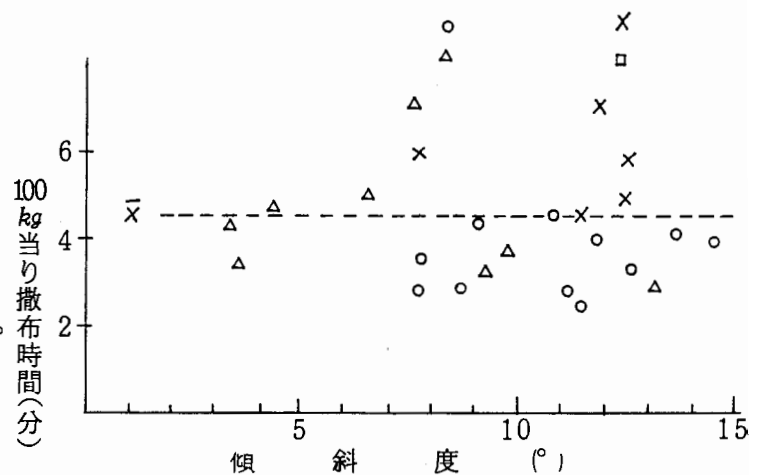


両機種の比較では、等高線作業の場合は大差はなかったが、登降板作業ではややウニモクがフォードより劣った。これは、ウニモクが左ハンドルであることと、操縦席からの視野がトラクタに比べてやや狭く、自体の足廻りを多少見透しにくいことなどのため、操作が慎重になったことによるものと思われる。

平均傾斜度3~15度の範囲の採草ほ場における肥料散布作業時間を10a当たりの施肥量をかえて傾斜度との関係についてみたのが図37である。

図 37 ほ場傾斜度と散布期間(ウニモクトラクタ)

○ テンロ石灰(50k/10a) × 高度化成(21k/10a)
△ 2-1-2(40k/10a) □ 塩安ヨーリン(16k/10a)



施肥量100kg当たりの作業時間をみると、10a当たりの施肥量による違いはあるが、傾斜度が増大しても散布時間に殆んど差がなかった。すなわち、トラクタ作業の限界に近いほ場平均傾斜度15

度のは場においても平坦地と同じ作業能率であり、このことからウニモクの傾斜適応性の高いことがわかった。ウニモクの装着タイヤは特製のタイヤで、トラクタの後輪に比べるとやや巾広で直径が一回り小さい。さらにタイヤの模様には農耕用のラップパターンと道路走行用にもよい兼用（ブロックパターン）の2種類ある。本試験に用いたタイヤは後者の兼用タイヤであったので、図37に示した程度の能力はウニモクの能力としては平均値以下のものと思われた。

ウニモクの登坂力の限界値についての調査は、作業の安全上の見地から計画しなかったが、実作業の観察から、前後輪にチェーンを装着すると根株や起伏の多いは場傾斜度20度での登坂や作業も容易であり、積雪深60cm程度でも十分走行できることが確かめられた。

(2) 草地管理作業の能率と汎用性

ウニモクにアタッチメントをかえて草地管理作業を行ない、時間当たりの作業能率について調査した結果が表41である。当初フォード5000との

表41 草地管理作業別作業能率

作業名	作業機と型式	は場傾斜度	作業速度	作業幅	は場正味作業量	燃料消費量	組立技術適用指標
刈取、切断、吹上	フレイル型ダブルカット フィーレージハーベスタ	4~7	2.90ms	1.2 m	0.88ha/hr	10.8 l/hr	0.8 ha/hr
肥料散布	ブロードカスタ	8~13	2.67	8.9	5.14	4.4	3.0
厩肥散布	マニユアスプレッダ	4~6	1.38	3.1	1.54	10.3	1.1
乾草梱包	タイトベアラ	8~10	1.40	-	1.04	9.3	1.0
運搬(堆肥)	2トンダンプトレーラ	※8.7	2.66	-	-	4.7	-
“(肥料)”		※5.6	5.22	-	-	4.2	-

注) ※農道の最大傾斜度。組立技術適用指標は岩手畜試研究部報告第4号から引用した。

ウニモクの装備としては、空気圧縮装置、油圧装置のほか作業機用動力伝達装置（P.T.O）が後部のほか前部、側部の3ヶ所に装備されているのが一つの特徴となっている。また作業機の装着は、けん引、半装着、直径各々の連結方式も可能な装備になっている。

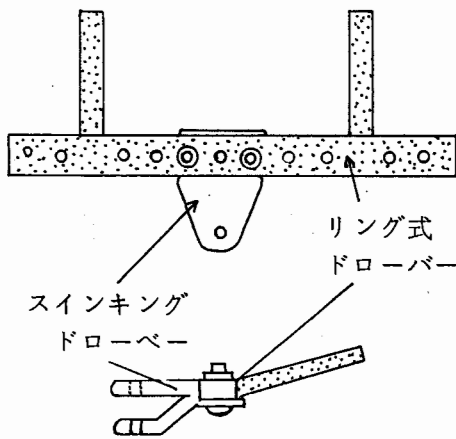
実際の作業においては、調査を行なった以外のフレイルモアによる刈取、テッタによる反転、

比較作業を予定していたがトラクタのトラブル（転倒事故）によりウニモクのみでの調査となった。ウニモクの場合、4輪駆動で時速僅か100mの超低速から最高70kmの速度まで20段変速ギヤとなっており、作業送度は主変速ギヤと他のギヤとの組合せで変化するが、運搬時を除いて主変速ギヤは1~2速で作業した。なお、このギヤ速度はこれまでフォード5000を用いて同一作業について行っている作業速度とほぼ同一の速度と推定されるものである。ウニモクの作業能率をみると、さきに岩手畜試がフォード5000を用いて同一は場で実施した試験成績（組立技術適用指標）と比較しては場傾斜度、は場草量などに多少の違いはあるが、ウニモクとの間に殆んど差のない作業量となっている。また、施肥作業の能率についてみるとは場条件の違いはあるが、ウニモクの放牧地の造成¹⁴⁾作業に用いた草地試山地支場の成績と比較してやや高い能率を示した。

除雪、排糞作業など、大小の作業機を駆使して多種多様の作業に利用し、汎用性の高いことが確認された。

なお、フィーレージハーベスタなどの大型作業機をけん引するためには、装備されたリンク式ドロバに新しくスインキングドロバを装着する必要があった。（図38）

図-38 ドローバーの装着



(3) 小灌木等の刈払作業能率

ロータリ斯拉ッシャーという特殊な作業機を用いて、小灌木、ササなどの刈払作業を実施し、その作業能率について調査した結果を表-42に示した。直径1m近い分厚い円盤に4本の鎖がついている

表-42 ロータリ斯拉ッシャーの作業能率

対象地	主要樹種、密度等	ほ場傾斜度	作業速度	作業幅	ほ場正味作業量	燃料消費量
ササ地 (伐開後13年)	ノイバラ、タラノキ根株率 25.2%	5~16°	m/s 0.49	m 2.4	ha/hr 0.39	ℓ/hr 12.0
ササ地 (伐開後13年)	クマイザサ 密生	5	0.27	2.4	0.21	13.5
雑灌木地 (7年生林)	ナラ、イタヤ、シラカバ平均φ2.8cm Max 11.5cm 10a 15,625本	8	0.15	2.4	0.11	17.1

樹径の大きい雑灌木の密生地における刈払作業においては、作業機にトラブルの発生が多いので日常の整備点検のほか作業中においても随時点検するなど慎重な操作が必要であった。

3. 摘要

大量調製条件でのサイレージの品質改善を前提として、山地傾斜地におけるトラクタ等の走行性を調査するとともに、大型機械作業体系確立のための適機種について検討した。

① 傾斜地におけるサイレージ調製の作業能率は、一般にフォーレージハーベスタの能力とトラクタのほ場走行性によって左右されるが、運搬車(トラック)を伴走する作業体系では、トラクタ

この作業機は、ウニモクのフロントに装着し、前の方のP・T・Oを利用して高速度に回転させ、進行しながら刈払作業を行なうようになっている。刈払の作業能率をみると、放牧地の小灌木刈払では時間当たり0.39ha、ササ地で0.21haであったが、地際での樹径5cm以上の木が多い雑灌木地になると時間当たり0.11haと著しく能率が低下した。雑灌木地の刈払作業は不耕起草地造成作業の目的で実施したものであるが、草地試山地支場の0.144¹⁴⁾ 栃木県酪試の0.06~0.18ha¹⁷⁾とほぼ同じ能率であった。小灌木の密生しているところを不耕起草地造成作業の工程の1つとして刈払う場合には、樹径が概ね5cm(ミズキ、マツなどの軟いものでは概ね10cm)が刈払限度のように観察された。

のスリップ率0.22~5.92%(登坂、ほ場傾斜度6~8度)に対して、運搬車のスリップ率が1.94~11.05%(登坂、ほ場傾斜度8度)と大きく、ほ場傾斜度5~8度以上になると運搬車の登坂力が作業能率を規制する第1の要因となった。

② サイレージ調製作業における運搬作業時間は、ほ場とサイロとの距離、道路の状態により大きな違いがあった。調製作業の能率を作業時間当たりのサイレージ処理量でみると、サイロからほ場までの距離が遠くなるほど処理量は減少し、その割合はほ場までの距離1.4~1.5kmを分岐点として、それ以上の長距離では減少が大きかった。

③ 運搬車(トラック)1台当たりの伴走積載

時間に対して、は場草量は作業時間を短縮させる要因となり、は場の傾斜度は増加させる要因となった。相互の関係として次の重回帰式が得られた。

ダンプトラック (1.44 ± 0.334 t 積載)

$$Y = 13.1798 - 0.2020 x_1 + 0.1678 x_2$$

(5%水準で有意)

平ボディトラック (1.53 ± 0.380 t 積載)

$$Y = 14.3569 - 0.2655 x_1 + 0.1005 x_2$$

(1%水準で有意)

但し、 x_1 ; 草量 (100 kg/10 a)

x_2 ; は場平均傾斜度 (度)

Y ; 伴走、積載時間 (分/台)

④ ハーベスタの作業速度についてみると予乾調製と高水分調製の両方式間の差は小さかった。サイレージ処理量についても両処理が同程度の能率を示したが、1日当たりの処理量を高水分換算で比較すると予乾調製の58.2~68.8トンに高水分調製が63.2~71.0トンと僅かに上回る程度であった。

⑤ は場における運搬車の登坂限界は、登降坂作業と等高線作業とではほぼ等しく、土壌水分およびは場の平均傾斜角と部分傾斜角によって左右される。この部分傾斜角は平均傾斜角より大きく、能力限界に対して直接の要因となった。

⑥ 牧草収穫用作業機械の傾斜適応性をみるとモータではレシプロ、フレールに比べロータリ型が、フォーレージハーベスタではシクル、パーアタッチメントのシリンダ型に比べフレイル型ダブルカットの方が傾斜適応にすぐれていた。

⑦ 傾斜地の草地管理用トラクタとして有望と思われるユニモクの作業性能をみると、各種作業ともホイールトラクタと差のないものであった。施肥作業の結果では平坦なは場から傾斜度15度のは場まで撤布時間に殆んど違いがなく、傾斜適応性の高いことがうかがわれた。

⑧ ロータリスラッシャを用いた刈払作業の能率は小灌木が粗の牧草放牧地で時間当たり0.39 ha、ササの密生地が0.21 haであった。不耕起造

成作業の目的で実施した雑灌木地(7年生林、密生)では時間当たり0.11 haと低い能率で、トラブルの発生も多かった。

総 括

サイレージは乾草調製に比べ、比較的天候に支配されず、計画的、省力的に調製が可能であることから、岩手県においても貯蔵粗飼料の重要な柱となっている。

とりわけ畜産が今後発展しようとしている本県の厳しい地理的、気象的条件を考えると、乾草づくりよりむしろサイレージ主体の畜産経営が指向されるのは必然であり、サイレージの重要性はますます高まるものと考えられる。

従って本研究では、良質のサイレージを、しかも大量に確保することを目的に、「おかれている高冷山地の実際の場合」をあしかりとして、環境条件とそこで生産される材料牧草の生育特性、調製適期幅延長のための草地管理、調製法、並びに対応する調製諸機械の利用性を明らかにしようとした。

予乾法はサイロの型式、調製量の多寡にかかわらず良質サイレージを得る容易な方法である。予乾効果は早朝から日中にかけて高いが一定水分に到達する時間の遅速から前日の夕方刈、当日早朝刈は作業の進捗や1日の処理量を考えれば有効な方法である。ただし作業は天候に制約されるので、天候が急変した場合は随時高水分名サイレージに切り換えできる態勢が必要となる。

刈取適期を決定する出穂は、草穂、品種のほかにはは場の標高差によっても異なることから、これらを組み合わせることにより、適期幅は従来より大幅に拡大された。この技術を用いるにあたり、地域における草種、品種の生育特性の把握、採草は場の面積、地形、一日の処理量など吟味の上、各草種、品種の面積割合を決定することが重要となる。

大型サイロの密封方法については労力、資材費の面から検討しその優劣を明らかにしたが、採用

することにあたっては各々の経営条件にあったものを臨機応変に応用していけば良い考える。またギ酸添加によるサイレージへの効果は、材料草全量に添加することにより安定して良質のものが大量に確保できたが、このほか品質の劣化しやすいサイロ壁際やサイロ表面などへの部分添加などの検討も必要と考える。

ギ酸添加サイレージ給与による肉牛（育成牛）への飼養効果は明らかでなかったが、濃原飼料給与レベルとの関連での検討が残されている。また大型バンカーサイロにおける排汁法をはじめ劣悪な採草地条件から生産される多様な材料草（雨露高水分、低水分材料）から良質サイレージを大量に確保するための技術について模索しなければならないことがまだあるものと考えられる。

次に大型機械を用いた調製作業についてみるとサイレージの大量製作業の能率向上は、作業時間割合の大きい運搬作業（回送を含む）と伴走積載時間の能率を高めることにある。このために、走行性のすぐれているトラックを用いて、2台体系での調製を行なったところ、処理量はほ場までの距離による影響が大きく、さらに土壤水分、部分傾斜角が能率を大きく左右することが認められた。

登坂限界を超える条件下では、トラックによる作業には限界があり、このような条件では4輪駆動トラクタによるけん引を必要とした。以上のことから山地傾斜地においてはことさら、発坂能力や傾斜走行の安全性に富む運搬車の選定を吟味し、調製作業の能率向上につとめることが必要となる。

参考資料

- 1) 日本資料作物種子協会 1974、飼料作物の品種の解説
- 2) 江原薫 1973、飼料作物と草地の研究 養覽堂
- 3) 農林水産技術会議締 1973、高品質サイレージの大量調製と飼養技術に関する研究、研究成果67
- 4) 高野信雄、萬田富治、正岡淑郎、1974、蟻

酸サイレージの特性と調製法 畜産の研究

Vol.28. 8. 9. 10号掲載

- 5) 箭原信男、西部慎二、1975、有機酸添加が高水分アルファルファのサイレージ発酵に及ぼす対果
- 6) FDA認可、サイレージ添加剤サイベスト技術説明書
- 7) 1974、サイレージ研究の成果と展望 研究成果72 農林水産技術会議締
- 8) 農林水産技術会議締 1976、稲作転換推進のための粗飼料流通化技術の開発に関する研究
- 9) 須藤浩 1971、サイレージと乾草 養覽堂
- 10) サイレージ試験法 草地試 No.50-3 資料
- 11) 森本宏 1971、動物栄養試験法 養覽堂
- 12) 苫米地勇作、山内敏雄、川村五郎、月館鉄夫、中清一 1973、機械利用からみた山地傾斜地の実態について、東北農業試験場、研究速報第16号 106~114
- 13) 中清一、山内敏雄、苫米地勇作、守屋高雄、日館鉄夫、川村五郎、木村勝一、阿部真二 1973、傾斜地における機械の利用技術について、東北農業試験場研究速報第16号 83~105
- 14) 安藤文桜 1969、放牧草地の造成、昭和44年度試験成績概要書 農事試（草地試）小地支場
- 15) 苫米地勇作、守屋高雄、月館鉄夫、川村五郎、木村勝一、山内敏雄、阿部真二、中清一 1973、傾斜地における各種作業機のは場作業量の設定について、東北農試研究速報第16号
- 16) 淵向正四郎ほか 1974、草地を主体とする肉用牛生産技術体系確立に関する実証研究 岩手畜産試験場研究報告第4号
- 17) 松井茂世、真田雅、高橋仁、片柳勇三、三浦邦夫 1970、ワラビの発生した牧草地の草地更新について、昭和45年度研究報告 栃木県酪農試験場
- 18) 農業機械学会締 1969、農業機械ハンドブック コロナ社