

大型機械による貯蔵飼料生産技術体系について

中村哲也・井園九州男・金丸三郎・鈴木祥夫

(宮崎県総合農業試験場)

NAKAMURA, T., IZONO, K., KANEMARU, S. and SUJUKI, Y.

Hay and Silage Harvesting Systems by Baler or Harvester
for Small Dairy-farms

乳牛の多頭飼養化に伴ない粗飼料中に占める貯蔵飼料の比重が高まってくると思われるが、干草・サイレーズ等の大量確保のためには大型機械を使った迅速且つ省力的な生産技術の確立が要件であろう。このために1965年から霧島山麓畑作酪農地帯の現地において10~20頭規模の酪農家を対象に、共同利用組織のトラクタ及びベイラー、ハーベスター等による干草及びサイレーズ生産技術の検討を進めているので、その現在までに得られた結果について報告する。

作業技術について

1. 栽培

この地区での貯蔵飼料の主要材料はイタリアンライグラス、えんばく及びとうもろこしであり、作付体系はこれらの飼料作物の1年2作か或は夏作につるは飼料として利用する原料用甘藷が入る。その栽培(耕起・整地、施肥、播種)にはすべて40~50ps級トラクタを利用した。施肥・播種には13条シードドリルを使い、ライグラスは散播、えんばくは条間18cmの密条播、とうもろこしは53cmの条播とした。ライグラ

ス、えんばくの場合この地区の軽い火山灰土で播種糖度を高め発芽をそろえるために、バッカーによる播種前鎮圧が必要である。耕起法は前作の種類とその収穫方法の違いによって適切な作業機を選ぶべきであり、重量のある収穫機械で踏み固められ且つ地表に残滓の多いイタリアンライグラスやサイレーズ用とうもろこし跡地ではボトムブラウによる反転耕で雑物を下層にすき込み、播種時の覆土に必要な土量を確保しなければならぬ。一方甘藷跡地等ではディスクハローによる簡易耕で充分であった。この地区は多数の階段畑をブルドーザで1~2ha区画の緩傾斜畑化した所であり畑面にかんがりの起伏凹凸がありこれが収穫作業の精度低下、損失増大の主因となっているので、整地作業特に部分的な凹凸の均平化には意を注ぐ必要がある。1~2haの作業単位の場合の各作物の栽培所要労力は第1表のようであり総所要労力の多少は主として堆肥、牛尿散布作業の有無による所が大きい。しかしこれは地力維持及び大量の畜舎生産物の処理のためには多頭化に伴うやむを得ない作業であろう。

第1表 作物別栽培所要労力

1ha当り時間

作業名	作業方法	イタリアンライグラス		えんばく		とうもろこし	
		作業時間	延労働時間	作業時間	延労働時間	作業時間	延労働時間
堆肥 散尿 石灰 耕起 均砕 鎮圧 施肥 覆土 追肥	マニキュアスプレッダー	2.9	14.5	—	—	—	—
	バキウムカー	3.8	3.8	—	—	—	—
	ライムソウ	—	—	—	—	1.3	2.6
	ボイトムブラウ	—	—	—	—	3.4	3.4
	ディスクハロー	2.2	2.2	1.0	1.0	2.6	2.6
	ツールスハロー	1.2	1.2	0.7	0.7	0.7	0.7
	カルチパッカル	0.9	0.9	—	—	—	—
	シールドドリル	1.2	2.4	2.3	4.6	2.6	5.2
	カルチパッカル	0.6	0.6	—	—	—	—
	ライムソー	0.9	1.8	0.6	1.2	—	—
バキウムカー	—	—	—	—	4.2	4.2	
計		13.7	27.4	4.6	7.5	14.8	18.7
備考	実作業単位 ha	1.12 とうもろこし		2.00 甘藷		1.12 イタリアンライグラス	

2. 収穫・調整

1) 干草65年5月下旬にイタリアンライグラスの天日乾燥による干草調製を試みた。作業方法は先ずモアで刈倒した地干列をワフラーで4回その場反転し更に

回転輪型サイドレーキを1~2回掛けて転集草し、草水分約20%に達したものをヘイベイラーで拾い上げ梱包して農家手持ちのティラートレーラで収納した。収穫時のライグラスは出穂期で草丈100~115cm、草水分

78%、生草収量400~300kg/aであったが、晴~くもりの天候下で刈倒しから梱包収納まで4~5日を要した。同日に刈倒した2.3haのうち雨にあわず収納できたのは1.2haのみで、残りはベイラー梱包が間に合わず殆ど干し上った状態で大雨にあい次の晴天を待って収納したが品質は劣化した。地干促進のためには転集草方法についても更に検討する必要があり、ワフラーは地干列のその場反転と後部ドアの開度調節による草列の盛り上げ通風効果はあるが、草列の底部及びその下の土面の乾きが悪く、一方回転輸型サイドレキは地干初期の草水分の多い時にかけると草列を紐状にまるめて却って乾きを阻碍するが、乾いてからは地干列は完全に反転して横にずらすので下層及び上面を乾かすには効果がある等、各機種の特徴を促えてより効果的な転集草法を採るべきである。なお乾燥促進のためには刈倒し直後のクラッシャー処理が効果的と考えられるが、この装備がないため一部の圃場でクロープチョッパー(リカッター・ブローワ付フレイル型ハーベスター)のフレイル刃のみによる刈倒しを試みた。その結果能率はモア刈より低い茎が破碎されるので乾きが速く3日で収納できる見込みがあり、あまり細断しなければ集草もれも少い。しかし5~6月における天日乾のみによる干草調製は雨にあう危険が多く不安定でありベイラーの稼働も制約される。従って2~3日の地干予乾で水分60~50%に低下したものを梱包し人工乾燥に移す方式がより実用性が高いと思われる。

2) 草サイレージ 65年5月上旬にえんぼくサイレージの調製を行った。草丈100~110cmで生草収量290kg/a程度、生育段階は開花初期~乳熟初期にあり草水分約80%でクロープチョッパーによる直接収穫はサイレージ品質の点から不可と考えられた。従って先ずモアで刈倒し地干予乾したものをワフラー1回掛で転集草しこれをクロープチョッパーで拾上げ細断して併走するダンプトレーラに積込み、トレンチサイロに詰め込んだ。32m³のトレンチサイロ1基分(収穫面積1.1ha)の刈倒しから詰込完了までに2.5日を要したが詰込時の草水分は53%に低下していた。チョッパーのフレイルロータ巾1.5mによる草拾い上げは、その前のワフラー転集草により地干列が巾1.3m高さ20~25cmに盛り上っているのでやり易いが、畑面に凹凸が多かったことと、ワフラーの歯桿にかからず地面に密着した草があるため拾上げ損失は約16%に達し又時に土砂の混入がみられた。畑面の均平と集草方法の改善が必要

と思われる。サイロ踏圧はトラクタで行う予定であったが深さ1.5mのサイロの四壁がコンクリート張りになっていたため、トラクタ乗入れが難しく大部分は人力で踏み、終りの部分のみトラクタを使った。このため圧密不十分でこれが品質低上の一因となったようである。サイロの出入口側は傾斜を付けトラクタの乗入れを容易にし始めから踏んで行く必要がある。

ついで66年には5月中~下旬にイタリアンライグラスを材料にベイラーを利用する梱包サイレージ調製について2種の方法を試みた。ライグラスの場合も収穫時の草水分が多いので予乾が必要であり、モアで刈倒し、ワフラー1回掛で転集草し草水分が60~65%に低下した第2日目午後半乾状態でベイラーにより拾い上げ圧縮梱包しティラートレーラで収納した。第1の方法はこの梱包草を人力でトレンチサイロ内に縦に推積しつつ、空気排除の目的でドライアイスの碎片を所々に投入後、上にビニールシートをおおって覆土した。この時の1梱包の大きさは断面30cm×40cm、長さ60cm、平均重量20kg(草水分61%)で32m³のトレンチサイロ1基に434個、総量約8.68tを詰め込んだ。各梱包草はベイラーでかなり圧縮されており更にサイロに堆積する際に作業者の体重と手にした梱包草の重さが加わるので、別に踏圧は行わなかった。第2の方法は一端が開いた大型のビニール袋に梱包草約90個、総量1.8t(草水分65%)を人力で詰め、袋の口を異径のビニールホース2本を利用した簡単な締具で封じ、畜舎の2頭用ミルクの真空ポンプによって1袋当たり約30分間袋内の空気を排除してそのまま貯蔵した。なお翌朝再び袋が膨らんだので再度排気を行ったが、この際の袋内気体は主として炭酸ガスと判定された。以上2種の梱包サイレージ調製法は実用規模としては初めての試みであり未だ多くの検討すべき問題点を残しているが、作業上次のような特徴を持つと考えられる。即ち作業の前段は干草の調製と同一であるが凡そ2日の晴天が見込まれれば作業に着手できる。梱包までの作業は1人のオペレータ、1台のトラクタで処理でき、ハーベスター収穫のようにトラクタ2台の組作業で且つ1台が荷下しやサイロ踏込に帰っている間、他の1台は如て拘束されたまま待っているという無駄がない、梱包草の運搬からサイロ詰までに総労力は多くかかるが、農家手持ちの小型機械と人力で対応でき、又最も労力のかかる踏圧作業が不要なので、これによって全体の作業能率を規制されることがない。

サイレージの取出し給与の面でも梱包草は取扱い及び給与量の判定が容易である。以上のようにこの方式は梱包用のトワイン代がかさむ欠点はあるが、小規模酪農家が共同利用組織の大型収穫機械を利用して貯蔵飼料を生産する場合特に5～6月の多雨且つ他作目（主として甘藷）とのトラクタ利用の競合期における草サイレージ調製法としては採り入れやすい方式と考えられる。

3) とうもろこしサイレージ 65年度は6月中旬播の黄色在来種を糊熟期の8月末にクロープチョッパーで直接収穫した。収穫時の草丈は230cm 生草量360F水g/a, 草水分72%であった。作業には40ps及び50psのトラクタ2台を使い夫々チョッパーとダンプトレーラをつけて併走させフレイル刃とリッターで直接刈取細断したものをトレンチサイロに詰め、途中で3回、50ps

(自重 2.6 t) トラクタで踏込み、最後にビニールシートを覆って土をかぶせた。37m³のトレンチサイロ1基分、約30 t (収穫面積1.0ha) の詰込を1.5日で完了し、総所要労力は慣行の鎌刈、カッター細断、円形サイロ詰の方式の約12%で済み省力効果は大きい。ただ作業精度の面でフレイルローターによる拾い上げ損失が約16%に達したこと及び一部に畑面の凹凸による土砂混入がみられたのでこの点の改善が必要である。なお当初懸念されたフレイルローターによる土砂の吸い上げは、密植と無中耕・除草・培土による条間雑草被覆のため殆ど認められずチョッパー収穫にはこのような裁法が適すると思われる。66年度は8月下旬の台風で大部分倒伏し、放置すれば枯死腐敗するおそれもあったのでサイレージ用にはやや時期が早かったが前年と同様の方法で収穫した。その結果倒伏方向に対し横

第2表 収穫・調製作業の能率, 所要労力

作物名		イ タ リ ア ン ラ イ グ ラ ス											
収穫法		干 草 (天 日 乾 燥)				梱 包 サ イ レ ー ジ (ド ラ イ ア イ ス 添 加)				梱包サイレージ (真空包装)			
換算1ha 当り時間	作業名	方 法	作業時間	労働時間	作業名	方 法	作業時間	労働時間	作業名	方 法	作業時間	労働時間	
		刈倒し	モ ー ア	2.3	2.3	刈倒し	モ ー ア	2.3	2.3	刈倒し	モ ー ア	2.3	2.3
	転集	ワ フ ラ ー	4.4	4.4	転集	ワ フ ラ ー	1.1	1.1	転集	ワ フ ラ ー	1.1	1.1	
	集草	サイ ド レ	1.3	1.3	梱包	バ イ ラ ー	3.7	3.7	梱包	バ イ ラ ー	3.8	3.8	
	梱包	バ イ ラ ー	3.7	3.7	運搬	ト レ ー ラ	4.7	18.4	運搬	ト レ ー ラ	5.1	20.7	
	運搬	ト レ ー ラ	4.0	16.0	サイロ詰	人 力	4.2	12.8	運袋	人 力	2.4	7.1	
					ドライアイス添加	〃	0.4	1.0	空気抜き	ミ ル カ ー	2.4	4.9	
					サイロ覆	〃	1.8	6.9					
	計		15.7	27.7	計		18.2	46.2	計		17.1	39.9	
実作業単位		1.2ha				0.73ha 32m ³ トレンチサイロ1基				0.45ha 90バール×2袋			
人 員 及 機 械		1～4人 トラクタ ティラートレーラ 1台 2台				1～4人 トラクタ ティラートレーラ 1台 2台				1～4人 トラクタ ティラートレーラ 1台 2台			
作物名		え ん ば く				と う も ろ こ し							
収穫法		サ イ レ ー ジ (予 乾)				サ イ レ ー ジ (直 接 刈)							
換算1ha 当り時間	作業名	方 法	作業時間	労働時間	作業名	方 法	作業時間	労働時間					
	刈倒し	モ ー ア	2.3	2.3	刈取	チ ョ ッ パ ー	4.3	4.3					
	転集	ワ フ ラ ー	1.7	1.7	積取	ト レ ー ラ	(4.3)	8.6					
	拾上	チ ョ ッ パ ー	3.5	3.5	運搬	〃	3.8	7.6					
	積取	ト レ ー ラ	(3.5)	7.1	サイロ踏込	ト ラ ク タ	1.2	4.8					
	運搬	〃	4.0	8.0	サイロ覆土	人 力	2.0	8.0					
	サイロ踏込	人 力	7.93	1.6	サイロ覆土	人 力	1.8	7.3					
	計		24.7	61.5	計		15.6	33.3					
実作業単位		1.1ha 32m ³ トレンチサイロ1基				1.0ha 37m ³ トレンチサイロ1基							
人 員 及 機 械		1～4人 トラクタ トレーラ (ダンプ) 2台 1台				1～4人 トラクタ トレーラ (ダンプ) 2台 1台							

刈或は追い刈になる部分では損失が多かったが、穂先から食い込む刈部分では極く少く、残存稈も後で人力で拾集し青刈として給与したので実際の損失は少量であった。倒伏した場合も先ずその迅速、省力な処理を主眼におけば、チョッパーによる収穫は有効な方法と考えられる。

上述の各種収穫法の能率・所要労力等を第2表に示す。

収量および品質について

前述のように、大型機械による飼料作物の栽培、貯蔵飼料の調製は、より省力的に行われ、作業上有利な点が多い。特に多頭飼育に伴う大規模生産に際しては、大いにその威力を発揮し、経営上益するところが多い。しかし、高収量、良品質と云う事は、どの作物によらず要求されるところであり、家畜の飼料として栽培される飼料作物についても例外ではない。特に貯蔵飼料については、製品の詰込量に対する歩留の低下、不良品質に起因する家畜の嗜好性の減退とそれに伴う利用量の低下等は、粗飼料給与計画に齟齬を来たし、栄養の平衡給与の点で適当でない。このような観点から、大型機械利用による飼料作物栽培を、収量と品質の面から検討した。

1. 収 量

実験に供試した飼料作物の種類は、夏作は、とうもろこし、冬作はイタリアンライグラス、およびえんばくであり、作付から収穫、サイレージの調製まで一貫した大型機械作業により行った。

耕種基準は農家の経営の場で行なった関係上、施肥量の点など当初の設計どおりには実施出来ず、第3表に示した概要により行なった。

第3表 飼料作物の耕種概要 (量はha当り t)

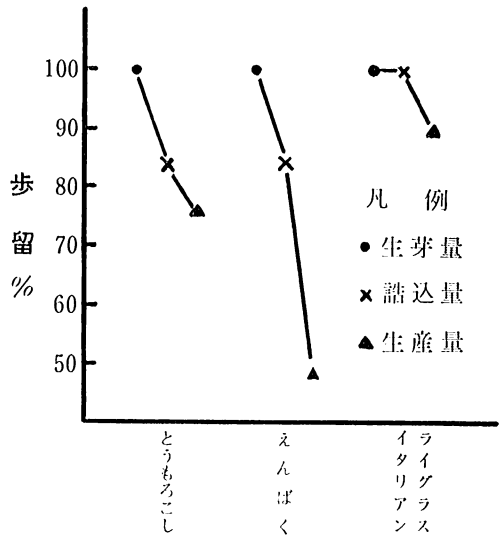
区分 作物名	播種期 月日	収穫期 月日	播種量 ha当り kg	条間 cm	施 肥 量	
					基 肥	追 肥
とうもろこし	6.15	8.25	112	53	(13~17~12) 630	牛尿 14 t
えんばく	11.20	5.8	45	18	(13~12~7) 740	硫安 80kg
イタリアンライグラス	9.20	5.17	34	撒播	(7~12~7) 340	牛尿 16 t

(注. イタリアンライグラスのみは、基肥として他に推歴肥 11.5 t を施用)

生草収量は機械による刈取り前に行なった坪刈りの結果、ha当で、とうもろこし36 t、えんばく29 t、イタリアンライグラスの3番草26 tであり、イタリアンラ

イグラスを除いて生草収量は非常に低かった。これは、とうもろこしの場合、種子不良による株立数の不足、生育途中における台風害による倒伏のための生育停滞が主な原因であり、又播種深度にむらがあった事も影響したと考えられる。えんばくについては、種子量の確保に難があり播種量が非常に少かった事が主な原因であるが、作業面で、播種前の鐘圧が不足し、過大覆土による発芽不良の条があった事も考えられる。しかし両者とも、低収の主な原因は、機械作業の面より他の原因が主と考えられ、一応大型機械利用の栽培は可能である事は立証された。更にサイレージとするために刈取調製を行なったが生草収量と詰込量さらにサイレージの生産量から作業の進行に従って生ずる量的な損失をみると第1図のとおりである。

第1図 貯蔵過程における生草収量に対する歩留



材 料 の 種 類

第1図のように、詰込量において、とうもろこし 15.8%、えんばく、15.7%の量的損失があり、更にサイレージの生産量において、とうもろこし23.9%、えんばくは52.9%、の損失があった。詰込量に対する生産量の歩留は、えんばくを除いて両者とも90%前後の歩留を示し良いと思われるが、刈取から詰込までの量的損失が、15%程度あり、これを少なくするための作業精度の向上が望まれる。又、クローブチョッパーによる刈取の際土砂の混入する場合があります、これが品質に悪影響を及ぼすことが、考えられ、この点も作業上改善すべきと思われる。

イタリアンライグラスの場合は、梱包サイレージとしたので詰込迄の損失は殆んどなく、又製品の歩留も良好であった。えんばくの生産量が極端に少かったのは、利用開始後雨水の浸入があり、変質腐敗を生じ廃棄された量が多かったためであり、トレンチサイロには屋根が必要である。

2. 品 質

サイレージの品質の評価法については、種々あるが、ここでは、有機酸の含量比率による方法をとった。有機酸はフリーク法により定着した。

サイロはトレンチサイロを用いたが、とうもろこし、えんばくは刈取後そのまま詰めた。イタリアンライグラスは、低水分梱包サイレージとし、品質の向上

を狙ってドライアイスで封入したものと、ビニールの袋に詰め、中の空気を排除したものの2法を実験した。ドライアイス法は、容量32m³トレンチサイロに水分含量65~70%の材料を梱包したものを詰め梱包434個に対しドライアイス18.2kgを小石大に割って封入、上部をビニールで覆い土盛をした。真空法は、ビニール袋中に90梱包を入れ袋の口を封じた後、ミルカーの真空ポンプを用いて袋中の空気を排除後、袋の上部に日光の直射をさけるため、むしろ覆をして貯蔵したものである。詰込後45日を経て利用を始めたが、品質を評価すれば第4表のとおりである。

第4表 各種サイレージの有機酸含量比率による評価

材 料 名	水分 %	PH	酸 (新 鮮 物 中)				各酸の 割 合 %	評 価			嗜好性 の 程 度
			種 類	%	m 当 量	mg 合 計		評 点	評 の 点 計	等 級	
とうもろこし	78.0	3.6	乳酸 酸	2.98 0.12 0.89	34.41 2.05 8.77	45.23	76.1 4.5 19.4	25 25 25	70	良	良
とうもろこし (土 砂 混 入 部)	71.7	3.6	乳酸 酸	1.58 0.04 0.74	17.54 0.67 8.40	26.61	65.9 2.6 31.5	23 25 5	53	可	可
え ん ば く	20.2	4.2	乳酸 酸	0.61 0.10 0.73	67.7 1.72 8.39	16.88	40.1 10.2 44.7	15 25 0	40	中	可
イタリアンライグラス (ドライアイス法)	65.2	4.4	乳酸 酸	2.71 0.71 0.37	30.09 11.83 4.20	46.12	65.2 25.7 9.1	23 20 30	73	良	良
全 上 (浸水不良部分)	89.5	4.2	乳酸 酸	1.24 0.46 0.56	6.20 7.71 14.08	28.00	22.3 27.5 50.2	5 20 5	20	下	不可
イタリアンライグラス (真 空 法)	63.5	4.6	乳酸 酸	3.35 0.92 0	37.20 15.33 0	52.53	70.8 29.2 0	25 20 50	95	優	良

注. 評価の等級は優良可中下の5段階

嗜好性の程度は良、可、不可の3段階で観察による。

とうもろこしはサイレージとして貯蔵するのにもっとも適した作物であり、品質も優秀なものが出来るのであるが、クロープチョッパーによる収穫は、茎葉、特に茎の部分も磨砕されたように細かく切断され、従って組織外に出る汁液が多く、品質がやや低下する。乳牛の採食状態もやや摂取しにくい点もあるが、評価の等級においても良に値し、この程度の低下は、大型機械を使用した場合の作業能率の増加に比較すれば、やむを得ないものと考えられる。又、クロープチョッ

パーによる収穫の際に1部混入した土砂は、酪酸の量を増し品質低下の因となるので改善すべき点である。

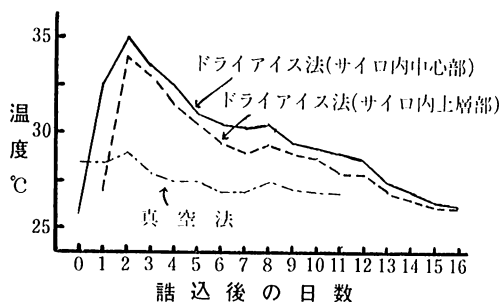
えんばくは、糖分が少なく、又水分含量も多いので一般にサイレージにはあまり適しない作物であるが、サンマーサイレージの材料としては利用価値のある作物である。水分含量が多いので刈倒し後子乾を行ってクロープチョッパーで拾い上げたが、詰込時の水分が53.3%と乾燥しすぎの状態になり又、詰込作業が2日にわたった事、当初トラクターの乗入れが困難なために人力で踏み込んだための踏圧不足等により品質はあまり良くなかった。サイロの構造、水分の規制、作業

手順等、考慮すべき点である。

イタリアンライグラスは、干草として貯蔵するのに最も適しているが、温暖多雨の地帯での大量生産は収穫時期が天候不順の候と合致し、困難な点が多い。そこで半乾の状態でも梱包し、サイロに詰めると云う、低水分梱包サイレージとして貯蔵する事とし貯蔵に際しては、さらに品質を高める意味で前述のようなドライアイス法、真空法により貯蔵した。

詰込後サイロ内の温度の変化を調査した結果は第2図のとおりである。

第2図 イタリアンライグラス、低水分梱包サイレージサイロ内温度の変化



図のように、ドライアイス法は、詰込の翌日 35°C 迄上昇し、以後次第に下り1週間迄は 30°C を上廻ったがその後 27°C 前後に下り以後は変化なく、通常温度経過を示したが、真空法の場合、詰込後の温度上昇はみられず、最高温度で2日後の 29°C を示したのみで、27°C 前後の温度を持続した。このような低い温度経過が酪酸などの不良醗酵を抑制し、品質の面で優の評価を得たと考えられる。

しかし真空法の場合、利用するために開封した後は、サイレージの変質の速度が早く、約7日後には堆肥状となった。これは開封の時期が盛夏の高温時であったためもあるが、主として、圧迫による空気の排除でないため開封後は、速やかに空気が深部まで入りこみ、高温に影響されて腐敗が早く進行するものと考えられ、取出し、開封の方法、詰込の量など、さらに検討を要するものと思われる。ドライアイス法は通常の方法で土盛りがしてあり、取出しも部分的に行えるので、利用期間約30日で廃棄量は詰込量の約10%程度であった。

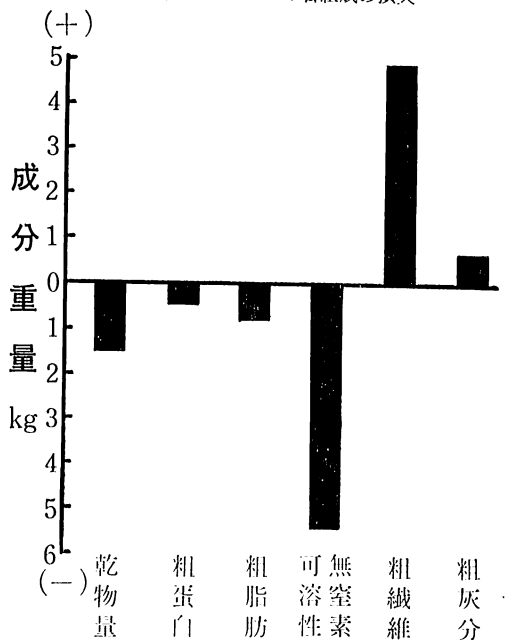
イタリアンライグラスの低水分梱包サイレージについて、真空法を用いて貯蔵したものの詰込前と製品の組成を分析した結果は第5表のとおりである。

第5表 イタリアンライグラス低水分梱包サイレージの詰込前、および製品の組成(新鮮物中%)

項目	区分					
	乾物	粗蛋白質	粗脂肪	可溶無窒素物	粗繊維	粗灰分
詰込前の材料	30.1	4.5	2.0	15.1	5.7	2.8
サイレージ	28.7	4.2	1.1	9.4	10.6	3.4

材料に対する製品の組成の割合をみると、乾物の損失が 4.7% であった。普通サイレージにおける乾物損失は、5~8% とされているので、4.7% の損失は少ない方であると云える。組成をみると蛋白質、脂肪、可溶無窒素物は醗酵の過程で消費されて減少しており、繊維、灰分は、消費される率が少いため、全体の割合からすると逆に増している。各成分の材料に対する損失をサイレージ 100 kg についてみると第3図のとおりである。

第3図 サイレージの各組成の損失



図のように粗蛋白質、粗脂肪の損失は、極めて少かった。可溶性無窒素物は 5.5% に及んだが、これらの損失は醗酵の際に消費されたものと考えられる。

まとめ

以上のように、大型機械を用いた飼料作物の栽培、サイレージの調製は、生草の収量の少なかった事は別として、品質的には、土砂の混入、調製作業の遅延等をさけるならば、良質なものが出来ると思われる。尚、真空法については、未だ検討すべき点が多いと考えられる。