

## 粗飼料成形機の静置型と圃場型の比較

### Comparison of Stationary and field Cubing of Forage

D.G.Curley, J.B.Dobie, and P.S.Parsons  
Transactions ASAE, 16:361-366, 1973

注 本研究は、圃場で完全に乾燥ができ上がったアルファルファ等の材料の成形作業に関する研究であり、人工乾燥部分は一切含んでいないことを明記しておく。

近年、アメリカ西部における成形粗飼料の生産は増大している。カリフォルニアにおいては、もつばらアルファルファ乾草か、それに濃厚飼料を混ぜたものの成形に限られている。カリフォルニア、飼料及び家畜リポートサービス(California Crop of Livestock Reporting Service)の発表によると、1970年のカリフォルニアのアルファルファキューブの生産は485,000トンであり、これはカリフォルニアのアルファルファの約7%に当たるといふ。更に1971年には、この生産量は537,000トンに増大すると見積っている。圃場型のキューバーの実用的使用は1960年に始められた。一方、最初の静置型キューバーは、この4、5年後に使用されるようになった。そしてこの静置型キューバーは1969年に普及し始めたのだが、この年に設置された機械のほとんどはフルシーズン使用された訳ではなかった。

1970年現在、カリフォルニアでは、およそ130台の圃場型キューバーと10基の静置型キューバーが操業していた。図-1、2は刈取り、集草以後の装置と作業を模式的に示したものである。これらの作業についてはすでに1964年カーレイ(Curley)とドウビー(Dobie)、1961年ドウビー、1970年カーレイとドウビーの報告書に述べられている。

本研究の目的は、圃場型と静置型の成形作業の総合的比較を試みることにあり、次の事柄に注目して行った。

a) 作業特性もしくは作業性能 b) 経済性、即ち、性能の直接的単価への影響

ここに静置型キューバーについては普及年数及び普及台数が比較的少ないために、データはある程度限られた範囲のものであることをわかっておく。

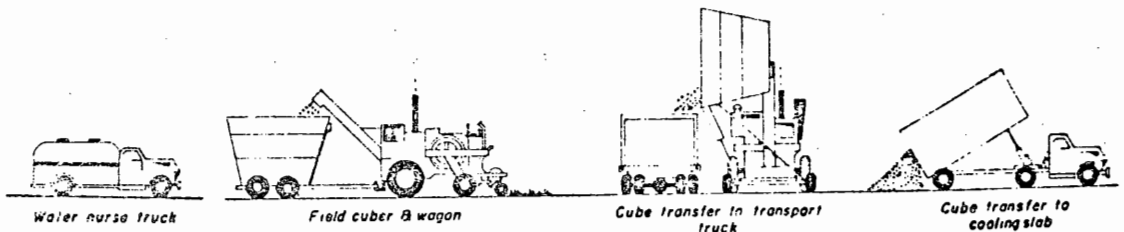
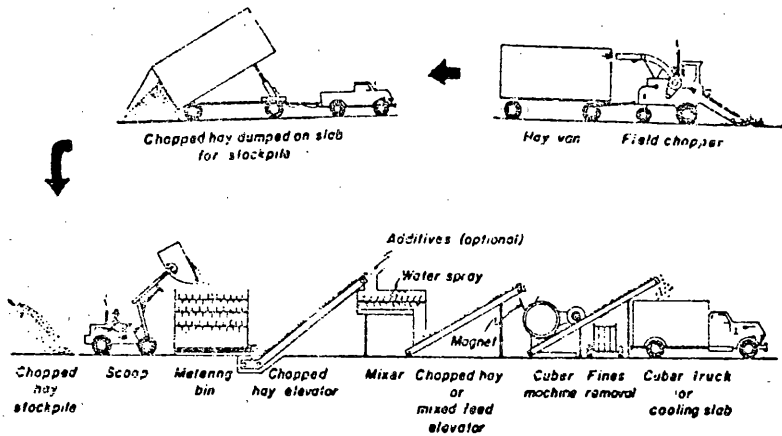


図-1 圃場型キューバー作業体系



図一 静置型キューバー作業体系

## 1 作業特性

この二方式を比較するのに、従来通り、一般に行われている作業特性の比較方法で行う。

### (1) 時間当たり能力及び作業時間

圃場型キューバーには生産性に影響する沢山の変動要素がある。その中で天候および、天候が乾草水分に与える影響は、最も重要な要素であるがコントロールが困難である。これに比して、ある程度のコントロールが可能な要素としては、灌漑の時期や土壌水分を含めた一般の圃場条件、そして圃場の凹凸等を含む。

静置型キューバーにおいては、圃場における細断作業がキューバーに対して十分な材料の供給を維持できるならば、圃場環境や、天候の変化の直接的影響を避けることができる。従って、静置型キューバーにおいては機械的最大能力に近い出力を維持し得る。又、材料水分も一定化でき、従って、最適水分で機械に供給することができる。このことが、一般に静置型キューバーの能力を50%以上増加させている理由である。

これらの両タイプのキューバーの能力は、諸条件、管理によって差異はあるが、圃場型で時間当たり平均4トン、静置型で同じく6.5~7トンが充分期待できよう。

圃場型キューバーの作業時間は、材料が露でぬれることのない日中のみに限られる。この時間は一般にセントラルバレー (Central Valley) 地方北部で8時間、同南部及び砂漠地帯で12時間程度である。これに対し、静置型キューバーでは材料の供給が充分である限り、24時間操業も可能である。又、今までは二交代制が一日の労働時間の限度であった。

年間作業日数はいつれのタイプにおいても、キューブの生産量に大きく影響を与える要素である。カリフォルニアの牧草の成育期間は、季節とともに各地方によって異なる。圃場型、静置型にかかわらず、新鮮な牧草の供給できる間の作業日数は、セントラルバレー北部で80日、南部及び砂漠地帯で120日程度である。

静置型のものについては、細断乾草を堆積して置くか、もしくはペールした乾草を使うことによって作業日数を延長することもできる。シーズンオフに使用する材料を堆積するためには、雨露を

さけるための大きな貯蔵施設を要する。ペールを使用することは、材料費が高くなる。

いづれにしても、作業日数を長くする場合には、少なくとも高価な材料費を相殺するまで全体の経費を下げなければならない。

これら2つの方法が行われている例がいくつかある。

## (2) 完全配合成形飼料の生産

粗飼料に補足飼料を加えた完全配合成形飼料には多くの注目が払われている。給餌時間短縮、労力の節減、飼料の栄養バランスの正確なコントロール等が可能であるということで、畜産学者は、乳牛の完全配合成形飼料に対して特別な興味を示している。(Bath 1969)、補足飼料の添加は静置型キューバーでは容易にできるが、圃場型キューバーでは、これら混入材料の運搬、補充が容易ではない。

## (3) その他の問題点

静置型においては、天日乾燥が充分にできないような地域においては、人工乾燥を附帯させることができる。圃場乾燥時間が充分とれない場合に、キューバーをシーズン中、連続運転を可能ならしめるため、人工乾燥機が用いられる。しかし、これはキューブのトータルコストを高くすることになる。

これらキューバーは主として荳科草の成形のために設計されたものであるが、他の材料、特に、麦ワラ、綿クズのような農業副産物の成形に利用することも可能である。中でも静置型キューバーはより適している。というのは、これらの材料は成形前に粘着剤が添加され、攪拌されることがあり、静置型キューバーはこれらの作業により適している。

給餌の立場からすると、キューブの中のペール用針金やクズ鉄の混入はさほど頻繁に問題になる訳ではないが、磁石や金属除去装置の備え付けは、静置型のキューバーの方が容易である。

成形材料は、比較的広い範囲の地域から供給されるものであるが、圃場型のキューバーの場合、貯蔵作業を含む全作業の体系を変え、材料の運搬距離を短縮する。このようなことは、静置型キューバーでは不可能なことである。現在、静置型でもある一つのタイプの場合には動力はディーゼルエンジンで得られ、装置全体を容易に移動できる。

圃場型キューバーの場合、複数のキューバーを使用するため、保守管理や修繕の際、作業全体を全くストップさせてしまう危険性は少ない。

例えば、静置型キューバーの場合、キューバーは1台であり、このキューバーの故障により作業は全体が完全にストップしてしまうが、圃場型においては1台のキューバーの故障は、全体の作業の一部分の停止ですむ。とはいっても、静置型キューバーの場合も、キューバーの故障で作業時間が延期されても延期された時間に使うべき材料の細断、堆積の作業は続けられる。

労力的には、圃場型キューバーの方が、いく分少ないようである。表-3では、このことについて、静置型キューバーの場合、0.78人時/トンであるのに対し、圃場型は、0.57人時/トンであることを示している。これはほぼ同じ年間生産量を上げるためには、1日当たり約2.5人役の労力差がでることを示している。

## 2 経済的比較

コストは、これらのキューバーの経済的比較の上では最も重要な項目である。次に記すコストに関する情報は、カリフォルニアにおけるキューバーに関するいくつかの研究文献によるものであり、刈取りから貯蔵出荷に至る総ての経費に関する情報を含んでいる。表1～2は、二型式のキューバーのコスト計算の基礎となるべきデータの抜粋である。又、これらの表は、各装置の価格、性能、修繕費率についても示してある。これらの比較における各作業コストとは、固定費と変動費の二つの部分に分けて現わせる。これらのコストを算出するのにいくつかの公式が使用された。(Dobie et al 1964)

固定費とは、減価償却費、利息、税金、保険、一定の管理費を含む。これらは、機械の生産性とは関係なく、かかってしまうものである。

表一1 圃場型キューバーの経費計算の基礎データ

作業及び機械名	台数 単価		耐用 年数	動力	機械性能			エネルギー 消費量	労力 人	修繕率 購入価格%/hr
	台	百ドル			年	トン/hr	hr/年			
刈取り										
自走式14フィートスワサー	1	85	5	ガンリン エンジン	8	750	6	7.6ℓ/hr	1	0.03
圃場成形										
J D自走式キューバー	1	378	5	ディーゼル エンジン	4	1,250	5	30.3 "	1	0.015
水運搬										
1900ℓタンク車	1	40	10	ガンリン エンジン	16	1,250	20	7.6 "	1	0.012
キューブ運搬										
8トンドンプトラック	1	65	8	ガンリン エンジン	4	1,250	5	11.4 "	1	0.012
キューブ貯蔵										
貯蔵庫	1	250	30		—		5			—
モータスクープ	1	120	10	ガンリン エンジン	20	60	12	15.1 "		0.01
5hpエレベータ	1	25	10	モータ	20	60	12	1KWH/hp		0.02
ハカリ	1	45	20		—		12			0.01

表-2 静置型キューバーの経費計算の基礎データ

作業及び機械名	台数	単価	耐用年数	動力	機械性能			エネルギー消費量	労力	修繕率
					トン/hr	hr/年	千トン/年			
		台百円	年					人	購入価格%/hr	
刈取り										
自走式14フィートスワサー	1	85	5	ガソリンエンジン	8	750	6	7.6ℓ/hr	1	0.03
集草										
40hpトラクタ	1	40	10	ディーゼルエンジン	20	300	6	9.5ℓ/hr	1	0.01
サイドレーキ	2	16	10		20	300	6			0.07
圃場細断及び搬送										
85hpトラクタ	1	8625	10	ディーゼルエンジン	10	600	6	15.9ℓ/hr	1	0.01
PTO 駆動チヨッパー	1	35	3		10	600	6			0.03
ワゴン	3	5723	10		3.23	600	2			0.01
1トントラック	1	43	3	ガソリンエンジン	10	600	6	11.4	1	0.012
静置成形										
JD静置型キューバー	1	13125	8		7	1,714	12		2	0.02
150hpモータ	1	25	20	モータ		1,714	12	1KWH/hp		0.01
パワーコントロール	1	45	20			1,714	12			0.01
モータスクープ	1	120	10	ガソリンエンジン	20	600	12	15.1ℓ/hr		0.01
20hpモータ付メータリングビン	1	60	10	モータ	7	1,714	12	1KWH/hp		0.02
5hpモータ付30フィートコンベア	1	15	10	モータ	7	1,714	12	1KWH/hp		0.02
10hpモータ付ミキサ	1	15	10	モータ	7	1,714	12	1KWH/hp		0.02
5hpモータ付30フィートコンベア	1	15	10	モータ	7	1,714	12	1KWH/hp		0.02
5hpモータ付40フィートコンベア	1	20	10	モータ	7	1,714	12	1KWH/hp		0.02
磁石	2	12	20			1,714	12			0.01
2トンドンプトラック	1	50	10	ガソリンエンジン	7	1,714	12	7.6ℓ/hr		0.012
30トン用スケール	1	45	20				12			0.01
アスファルト床	2500平方フィート	75	10				12			
キューブ貯蔵										
貯蔵庫	1	250	30				5			
モータスクープ	1	120	10	ガソリンエンジン	20	600	12	15.1ℓ/hr		0.01
5hpモータ付コンベア	1	25	10	モータ	20	600	12	1KWH/hp		0.02
30トン用スケール	1	45	20				12			0.01

表一三 圃場型キューバー（2台）と静置型キューバー（1基）の施設投資額

機 械 名	必要台数	圃場型キューバー	静置型キューバー
自走式14フィートスワッサー	2台	17,000ドル	17,000ドル
トラクターとサイドレキ2台	1式	—	7,200 "
圃場型キューバー	2台	75,600 "	—
水運搬タンク車	1台	2,000 "	—
キューブ運搬用ダンプトラック	2台	13,000 "	—
圃場細断用チョッパー	2台	—	7,000 "
チョッパー用トラクタ	2台	—	17,250 "
細断草運搬ワゴン	6台	—	34,338 "
同 トラック	2台	—	8,600 "
静置型キューバー(含附帯設備)	1基	—	56,825 "
キューブ貯蔵庫(含搬送設備)	5,000トン用	63,000 "	63,000 "
計		170,000 "	211,213 "

※ 両方式とも年間生産量はほぼ同じとして、表1、2から算出。

固定費は、購入時の経費に対するパーセントで算出され、次式が使われた。

$$\text{固定費/トン} = \frac{(D+T+F)MP + 3.5(MP+SV(\text{ドル}))}{100 \times \text{年間生産量(トン)}}$$

MP：購入価格(ドル)

$$D：\text{減価償却率} = \frac{100 - SV(\%)}{\text{耐用年限}}$$

SV：廃棄時価格

T：税金、保険=2%

I：利息=平均価格の7%もしくは3.5(MP+SV)ドル

F：一定の管理費

変動費は、修繕費、燃料費、労賃、その他機械の運転に伴う、あらゆる出費を含む。変動費の算出式は次のようである。

$$\text{保守修繕費/トン} = \frac{R \times MP}{\text{能力(トン/hr)}}$$

$$\text{燃料、電力費/トン} = \frac{U \times P}{\text{能力(トン/hr)}}$$

$$\text{労賃/トン} = \frac{L \times WR}{\text{能力(トン/hr)}}$$

R：修繕費(購入価格に対する1時間当りの%)

U：燃料、電力量

P : 燃料、電力の単価

L : 労力 (人数)

WR : 労賃 (ドル/hr)

固定費、変動費を合わせると、総経費が次式で考えられる。

$$\text{総経費/トン} = \frac{(D+T+F)MP+35(MP+SV(\text{ドル}))}{100 \times \text{年間生産量(トン)}} + \frac{R \times MP + U \times P + L \times WR}{\text{能力(トン/hr)}}$$

これらの使用機械の中のある部分は、成形作業のない時には他の作業に使われるものもあり、これらの経費は一部分のみを成形のための経費として含めた。これらの機械は、水運搬用トラック、モータースクープ、集草用トラクタ、秤である。これらの機械の総稼働時間の約半分が成形作業に使われた分である。

圃場型、静置型のいずれにおいても、年間生産量の約半分を貯蔵するための施設が附随していた。しかし、更に2,500トンの貯蔵分の増量に対する施設が用意された。貯蔵コストは、平型貯蔵施設を基準とした場合、トン当たり5平方フィートを要し、1平方フィート当たり2ドルとなる。静置型キューバーの場合、成形前の材料の堆積場として2,500平方フィートのアスファルト床がついていた。

キューブの貯蔵のための労賃負担は特に要らなかった。というのは、この作業は一般に圃場型キューバーではダンプトラックの運転手、静置型キューバーでは、キューバーのオペレータによって処理されたから。

この経済性の比較は、圃場型キューバー1台の最大生産能力を年間5,000トンとしており、これは時間当たり4トンとし年間1,250時間稼働するものとしてである。又、静置型キューバーでは年間最大12,000トン迄は確実であるが、稼働時間ならびに日数を長くすれば、より多く生産することも可能であろう。

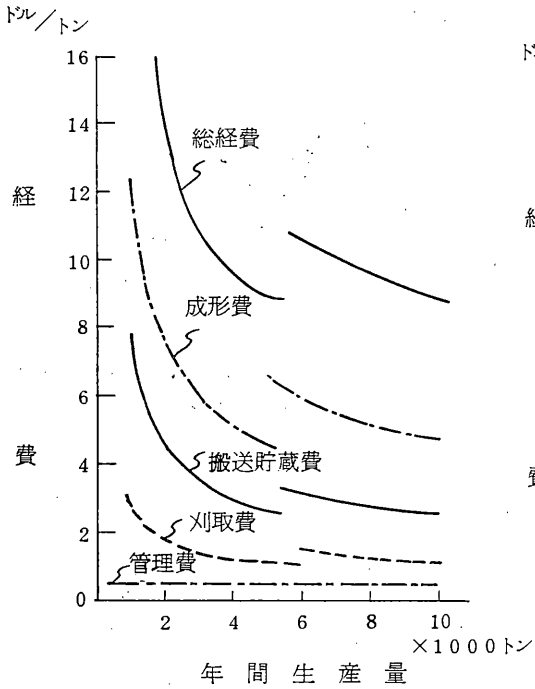
12,000トンの最大生産量を達成するには、1日17時間、2交代制の労力を要し、時間当たり平均7トンを生産しなければならない。いずれのタイプのキューバーにおいても最大生産量達成には、年間100日稼働を基本とされている。

第3表は、静置型キューバー1台と圃場型キューバー2台の夫々の投入資金の比較である。前出の数値だと、この圃場型キューバー2台では年間10,000トン、静置型キューバーでは同じく12,000トンの生産が可能であろう。投入資金は静置型の方が多く40,613ドルである。

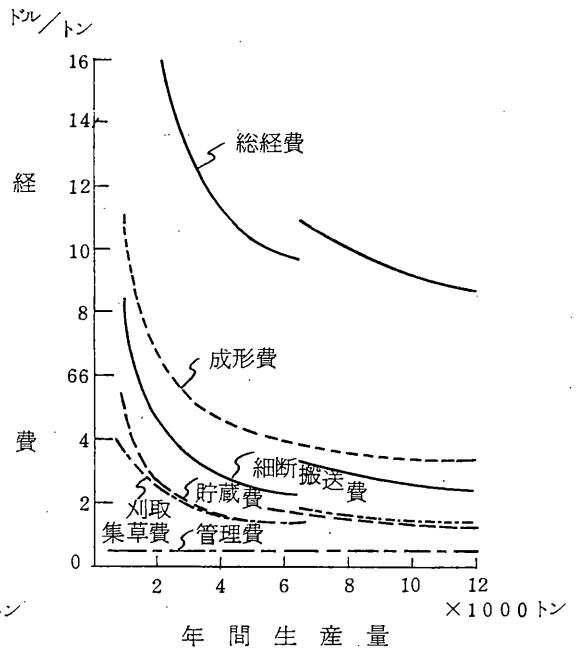
図-3、4、5には、キューブのトン当たり経費が示されている。図-3は圃場型キューバーのものである。この図はキューブの圃場から貯蔵施設までの運賃と、貯蔵費は一緒にしてある。又、水の運搬費は成形費に含まれている。

図-4は、静置型キューバーのものである。この図においては、サイドレーキでの集草作業費は、スワースイング費に含まれ、一本の曲線に示した。このスワースイング費や貯蔵費は、いずれのタイプのキューバーでも、同じものである。又、管理費、交通費、記帳費もいずれのタイプのキューバーにも支払われ、これはトン当たり0.5ドルの管理費として示した。

図-5の総経費の比較であるが、全体に圃場型キューバーの方が安くついている。但し、5~6千トンの附近で、一部逆転している点は(曲線が不連続になっている点)は除く。6,000トン以上の生産量のところでは、トン当たり35~40セントの差異を生じている。この点は静置型キューバーの



図一三 圃場型キューバー経費

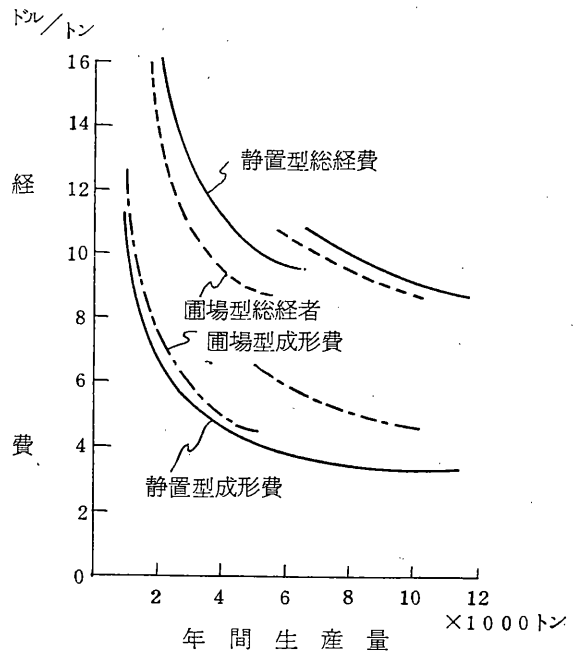


図一四 静置型キューバー経費

生産量を圃場型より年間1,000トン増大することによって消去できる。更に、1,000トン以上の生産増をすれば、静置型の方が却ってコスト的に安くつくようになる。刈取り、集草とか貯蔵とか管理とかの附帯作業を除いた。成形作業の経費においては、圃場型キューバーの方が高がついている。

又、この図において曲線が不連続になっているのは、大型機の台数が増えた時点であり、製品の増大に伴う経費の増大によるものである。このことは製型機の最大能力もしくはそれに近い点が、いかにこの作業システム中で重要になってくるかをも示している。

ちなみにカルフォルニア大学農業講座出版の“アルファルファ収穫に関する経費”(AXT346)には、より細かい項目に関する経費について示されている。



図一五 圃場型、静置型の成形費の比較



### 3 総 括

圃場型キューバーの性能については、広い地域での数々の数年に及ぶ経験から十分に確実なものである。圃場型キューバーの場合、天候的に恵まれれば、年間5,500トンの最大能力を発揮できるが、平均ではおよそ4,000トンである。

静置型キューバーの場合、台数、経験年数等、圃場型に比べると限定されるが、1日17時間、年間100日の稼働を基本とすると次のようになる。即ち、年間平均10,000トン、最大で12,000トンの生産量が期待できる。更に、静置型キューバーにおいては、稼働時間、稼働日数、又は経済的に可能なところでは、材料の一時貯留等によって生産量をより増大することは可能である。

この経済的分析結果は、静置型キューバーのアルファルファ 成形総経費が平均年間生産水準において劣っていることを示している。より高くつく附帯作業に伴う高額な総投資額は、静置型のキューバーの生産量の増大を相殺してしまう傾向がある。

ここに静置型キューバーは圃場型に較べて、完全配合飼料の成形や、粘着剤、又は栄養添加物の混入を要する材料の成形を行う場合、より容易であり適応性が大きい利点がある。

(北大農 大西 吉久)

#### References

1. Bath, Dr.D.L.1969.Feeding Complete rations to dairy cows. Mimeo Presentation at California Grain and Feed Assoc. Convention May.
2. Curley, R.G and J.B.Dobie,1964. Systems for handling wafered hay. TRANSACTIONS of the ASAE 7(3):326~328.
3. Dobie, John B.1961. Production of hay wafers. AGRICULTURAL ENGINEERING 42(12):692~695, December.
4. Dobie, J.B and R.G Curley.1970.Materials handling system for stationary hay cubing.ASAE Paper No.70-316, ASAE, st. Joseph, Mich 49085.
5. Dobie, J.B., R.G.Curley and R.S.Parsons.1964 Economics of hay waféring. AGRICULTURAL ENGINEERING 45(2):74~77, Feburary.