

項 目	型	改 造 型	イ ン タ ー D 8-61	イ ン タ ー 95
速 度 前 進	2 km/h		2.8 ~ 7.3	4.5 ~ 15.6
"	3 "		6.8 ~ 17.7	
後 進	"		2.5 ~ 6.4	低 0.4 ~ 3.2 高 2.4 ~ 8.5
回 転 半 径				
ト レ ッ ド (m)			1.71	前 2.16 後 2.11
ホ ー ル ベ ー ス (m)			2.24	3.03
タ イ ヤ サ イ ズ ド ラ イ ブ			10-24 AM	12.4 ~ 24
" ス テ ア リ ン グ			7-12 AM	600 ~ 16
エ ン ジ ン (型)			ガソリン 4気筒	0-153
馬 力 (PS)			28	50
燃 料 タ ン ク (ℓ)			50	67
グ レ ン タ ン ク (ℓ)			—	1314
カ ッ タ ー パ ー 長 さ (m)			1.84	2.51
セ ク シ ョ ン 数			25	40
プ ラ ッ ト フ ォ ー ム 調 整			手 動 油 圧 式	自 動 油 圧 式
オ ー ガ ー サ イ ズ (cm)			55	40
リ ー ル タ イ プ 調 整			ビ ッ ク ア ッ プ タ イ プ	4バケット油圧式
コ ン ベ ア ー タ イ プ			フ ィ ー ダ ー ビ ー タ ー	下 送 り コ ン ベ ア ー
" サ イ ズ (cm)			幅 70	幅 10
シ リ ン ダ ー タ イ プ (径) (cm)			ス パ イ ク ツ ー ス 径 43.8	ス プ リ ン グ ツ ー ス タ イ プ 径 61.7
シ リ ン ダ ー タ イ プ (長) (cm)			70	106.6
シ リ ン ダ ー 回 転 数 rpm			no load 400 load 390	no load 610 load 600
シ リ ン ダ ー ビ ー タ ー タ イ プ (m)			ス パ イ ク ツ ー ス タ イ プ 径 32.0	ウ ィ ン グ タ イ プ 径 35.56
サ イ ズ (mm)			70	102
フ ァ ン (mm)			径 320	
分 離 面 積 幅×長			1.58 m <sup>2</sup>	1.93 m <sup>2</sup>
チ ャ フ シ ー プ 面 積 (a)			0.78 m <sup>2</sup>	0.77 m <sup>2</sup>
グ レ ン シ ー プ " (b)			0.62 m <sup>2</sup>	0.77 m <sup>2</sup>
粒 選 総 面 積 (a+b)			1.403 m <sup>2</sup>	1.543 m <sup>2</sup>
ア タ ッ チ メ ン ト			ビ ッ ク ア ッ プ リ ー ル	ビ ッ ク ア ッ プ 付 リ ー ル, リ フ タ ー, ス プ レ ッ ダ ー, チ ョ ッ パ ー, ス ト ロ ー プ レ ス
etc.,				

2. 根菜類収穫機に関する研究

課題の背景

1) 馬鈴薯収穫機に関する試験

一般農家における馬鈴薯収穫作業は、「掘取

り」「拾集め」作業にわけられ、掘取作業は畜力、トラクターにより、スピナー、あるいは、エレベーター型作業機を用いるのが普通である。これら両型とも馬鈴薯を畑上に放置してゆき、その後手労働により、あみ籠などを用い拾集める。この拾集め作業は能率が悪く多人数を要する一方、農業従事労働量が不足している現在、馬鈴薯生産はいよいよ困難となる。

これらの実情より、昭和36年度、大型馬鈴薯収穫機が、2機種導入され、同時に国産機の開発も行なわれるに至った。しかして昭和39年には、この種の大型収穫機は、H社取扱い2機種、I社2機種、K社1機種、T社1機種等、その数も多くなっている。これらの大型機は、価格の面または圃場区画の不整備等の点で結局能率をいかに向上させようかの点で利用に支障をきたしている。

一方、北海道における馬鈴薯の用途は、およそ食用20%、澱原用70%で、澱原用の占める比率が大きい。この点に注目し、馬鈴薯の大型機械化は対象を澱原用にするならば、作業精度の下限および能率を増減、増大することが可能となりうるのであろうと考えた。このような考え方に立って、諸外国より導入されたもの、または国産のものに対して、主として分離性能が良好になるよう改造した。これらの中より輸入品2機種、国産1機種を選びここに報告する。

### 試験方法および試験結果

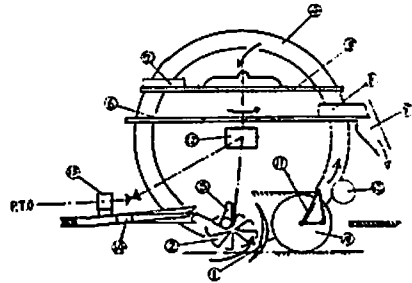
#### (1) MF-711-A ポテトハーベスター試験

##### a) 供試機の構造

本機は主な機構はすべて、回転部分よりなり、スピナー型に属する。掘取刃は、直径 760 mm のディスクで、掘取り深さは、機体支持車輪軸に装置した油圧装置により調節される。この調節により、機体全体の傾斜も変わる。掘取り深さは、油圧作動で調節され、指示目盛りは運転席から読取られるようになっている。掘りあげられた馬鈴薯と、土壌は、回転フォークの上へあげられ、回転フォークは、土壌を分離しながら、エレベータードラムに送り込む。回転フォークに巻きついた薯茎、土壌等は、回転スクレーパーによって取除かれる。エレベータードラムは籠型となってお

り、投入された馬鈴薯は、上部に運ばれ、ゴム張りの選別用回転テーブルの上に落される。

エレベータードラムの付着物は、ドラムクリーナーによって清掃される。選別用回転テーブルに乗った馬鈴薯の夾雑物は、この上で人手によって取り除かれ、一方馬鈴薯は選別用回転テーブルと同軸で回転している送出用回転コンベア上に人手で拾い落される。送出しコンベアから袋詰装置へ送られた馬鈴薯は、ここで袋詰めにされる。袋詰装置は、連続袋詰作業ができるように出口を2箇所も受け、ダンパーの作動により、馬鈴薯を左右の口にふり分けうる。動作はすべて、P. T. O. より取り出されるが、本機の回転部の速度を2段に切換えできる。また牽引方向も進向方向に対して左右にハンドル作動で動かされる。



第97図 MF-711 A 型ポテトハーベスター略図  
(図中央印は馬鈴薯の移動方向を示す)

①掘取ディスク (760 mmφ), ②回転ホーク (1,200), ③回転ホーク・クリーナー, ④エレベータードラム (1,700 mmφ), ⑤選別テーブル (1,760 mmφ), ⑥送出テーブル  
⑦スクレーパー, ⑧ダンパー, ⑨袋詰装置, ⑩機体運搬支持車 (6.50-16), ⑪機体調節油圧装置, ⑫ミッション, ⑬変速装置, ⑭牽引方向調節装置, ⑮エレベータードラムクリーナー

エンジン回転数 (1,100 rpm), P. T. O. 回転数 (400 rpm), 作業速度 (0.5 m/sec), 回転ホーク・回転数 (62 rpm), エレベータードラム回転数 (16.5 rpm), 選別テーブル (7 rpm).

##### b) 試験方法と結果

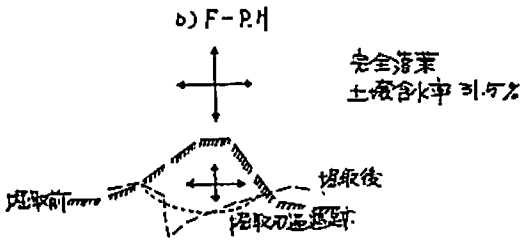
###### (a) 試験方法

期 日 昭和36年 9月～10月  
場 所 河西郡芽室町中札内村

###### (b) 試験結果

イ) 作業精度

ポテトハーベスターの精度は、馬鈴薯の品種、掘取時期、土質、雑草量、畦の形状等によって異なるが、第73表に機械化実験集落で、試験を行なった結果を示した。また比較のため、スピナーで掘取った場合の性能を示した。掘りこぼれ、残しはすなわち収穫ロス、10a 当たり 48.5 kg で損傷は 0.7% であるから、精度としては良好である。ロスの原因は、浅掘りにある。第98図に掘取前後の圃場断面を示したが、掘取機としては、馬鈴薯が完全に掘取れる最少の土壤断面を掘りあげることが必要である。しかし限度があり、浅掘り、損傷を防止するため深掘りとする。そうすれば、土壤分離が悪化し、作業能率に影響する。馬鈴薯の土中分布は、品種によって異なるが、畦の凹の底面以下に馬鈴薯がある場合はほとんどないから、この線が掘取線となるが、MF-711 A 型は掘取刃がディスク刃であるため、若干深掘りとなる。浅くすれば、横方向に分散した馬鈴薯が走行操作の変動よりしばしば掘り残りとなる。



第98図 馬鈴薯掘取断面図

ロ) 作業能率

作業能率は選別用テーブルにおいて、馬鈴薯とその夾雑物の両方を拾う機構になっているため、テーブルの速度をある程度以上に早めることができない。テーブル上に乗る量の多少にもよるが、その量は毎秒約 1 kg、12~13 個以上の拾取り (拾取り 3 人) は困難である。したがって 2.5 ton/10 a 以上の取量のある圃場においては、選別テーブルの速度は、1 m/sec で作業速度 0.5~0.6 m/sec 以上にはできない。同行の径は 10 m 以上で、枕地における U ターンを行なえば、枕地掘取りが容易でないため、左または右折して横向きに枕地

入り、後退してまた左、右折で畦に入る。したがって同行時間は、平均 1 分間以上を要する。表中のロスタイムは、MF-711 A 型では、袋詰めであるため少ない。ただしエレベータードラムの目のつまりが生じ、約 10 a 作業するごとに、掃除する時間が必要である。このようにして、作業能率は 1 時間当たり 10 a 弱である。掘取りの運転者を除いた拾集め作業労働を慣行法に比較すると、MF-711 A 型を使用した場合の労働量は 1/2 になる。ハーベスターの場合は土地の条件によって、機上に乗る選別人夫は、1~2 人変動する。

MF-711 A 型では、畑に置いた袋を畑の 1 個所に集める作業に馬車、トラクターとともに 1 人必要である。しかし袋が必要量ある場合は、直接運搬するため掘取作業の範囲に入らない。

ハ) 掘取方法

MF-711 A 型は、牽引式であり作業機が大型であるため、掘取方法を充分考慮した上で使用しなくては、能率に影響すること大である。まず枕地は 5~8 m 必要で、特に枕地がない場合、作業の入る前に掘取りを行なった方が同行のとき畦の凹凸がなく容易となる。また、作業機が畦を 3 畦またぐため掘取始めは畑上に置いた馬鈴薯が邪魔になる。したがって掘取りが内外回りいずれの方法で行なわれても、最初入る畦を 3~5 畦、あらかじめ掘取る必要がある。加うるに掘取始めと 2 回目からは、機体の傾が変わるため、調節を要し調子が出るまで、掘取りを行なわねばならず、結果的に掘取り損失が多くなるためである。

いま準備するため掘取らねばならない総面積 (S) は、短形畑の縦を A、横を B とすれば

$$S^1 = (A - 2l) W + 2Bl \dots\dots\dots ①$$

ここに W は中掘幅、l は枕掘り長さである。また 1 区画面積を C とおくと

$$A \times B = C \dots\dots\dots ②$$

①、②式より

$$S = (A - 2l) W + 2 \cdot C/A \cdot l \dots\dots\dots ③$$

故に

$$dS/dA = W - 2Cl/A,$$

第73表 大型馬鈴薯掘取機の性能 (畦長 200 m, 1.0 ha の面積における成績, 収量 28.3 ton)

機種別	項目	作業補助人数 (トラクター運 転者をのぞく)	作業速度 (m/sec)	作業幅 (m)	ロス タイム (hr/10a)	10 a 当り 所要時間 (hr/10a)	作業能率 (a/hr)	作業補助 労働時間 (hr/10a)	掘りこぼ れ、掘り 残し量 (kg/10 a)	損傷率 (%)	備考
MF-711-A	F-p. h	機上 5	0.55	0.7	0.21	0.92	10.8	4.60	48.5	0.7	機上の3人は選別で、2人は選別を兼ね袋詰め作業を行なう。
スピナー	地上	15	1.65	0.7	0.80	1.04	9.6	15.60	79.3	2.1	ポテトスピナーにより掘取後拾集める。拾集め終わるまで作業機は待つ。

S が最少値となる A, B を求めると  
 $dS/dA = 0$  とおけば

$$A = \sqrt{\frac{2IC}{W}} \dots\dots\dots ④$$

また、②、④式より

$$B = \sqrt{\frac{CW}{2I}} \dots\dots\dots ⑤$$

例えば  $C = 10000 \text{ m}^2$  とすれば、手による掘取面積の最少値は  $A = 214\text{m}$ ,  $B = 47\text{m}$  となる。

二) 運搬方法

馬鈴薯を掘取り選別し終わったあと始末は、つぎのいずれかの方法で処理される。

① 麻袋の袋に詰め、畑上に置いてゆき、それを集めて搬出する。

② 運搬車が、作業機の側面について共に走り、作業機側の搬送コンベアーから送られる馬鈴薯を積み込む。

③ 作業機に馬鈴薯を入れるバケットを装着させ圃場の一定個所にこれをおろす。

以上のとおりであるが、①の方法については、袋詰めのため、作業機の上に1~2人乗る。また袋に満充填すると、これを降すとき馬鈴薯をこぼす。したがって袋には8分目以上は入れることができない。このため袋は1haにつき大略500枚以上用意しなくてはならない。袋の数が都合できない場合は、袋詰めしたものを圃場の1個所に集めてあけて、再びそれを用いる。この方法は、資材を必要とし、またそれが不足している場合は、

掘取作業に併行して人手が必要である。

②の方法は運搬車が作業機の側面につく方法であるが、運搬車に小型の平ボディ四輪車(2ton 積)を使用した結果、運搬車が1台で馬鈴薯圃場の1個所に降すとき1.0tの馬鈴薯では、2人で5分かかる。その間、作業機は待機する必要がある、能率は約20%ほど低下する。これがダンプカーであれば、待機する時間は少なくてすむ。作業機を連続運転させるためには、運搬車が2台必要となるが、動力車の代わりに馬車を2~3台用意してこの仕事に従事させたが、馬車の速度に遅速があり、作業機の速度もそれに合わせねばならぬ困難である。

③の方法は、300kg 入りのバケットを装置することで、①、②の方法が、資材、動力、人力等をかかなり必要とするのに反して簡便である。この場合は、200m 畦では枕地を引いた畦長の1/4の地点と1/4の地点に馬鈴薯を落して集積する。MF-711 A 型では、このバケットの装着が機体バランスの面でむずかしく150kg 容量程度が限度である。

(2) MF-711 B型 ポテトハーベスター試験

a) 供試機の構造

イ) 改造の必要性

本機による馬鈴薯収穫行程は、デスク刃により掘取りを行ない、エレベータードラムで、選別テーブル上に馬鈴薯を運搬し、選別人により馬鈴薯のみが送出しテーブル上によりわけられ、それを袋詰めにするのである。しかし土壌の湿潤な地帯、また雑草、青茎の多い地帯での掘取収穫作業

においては、選別テーブル上に土壌の夾雑物が多くあがり、その量はしばしば馬鈴薯の量より多い場合が発現するために、テーブル上より馬鈴薯を取り出すのに多くの労働を要し、人手で選別するのに限界があるから作業能率を著しく低下せしめる要因となっていた。そこで土砂の分離を良好にするため改良をはかる必要がある。改造点は、略図中、点線で示したとおり、A、B、Cの3個所である。

ロ) 改造点

① エレベータードラム

エレベータードラムの外周側は、スラット状であるが、側面はゴム性カンバスより成っている。そして回転フォークより放てきされた馬鈴薯は、ゴムカンバスに当たり、ホーク状のコンペアーバ

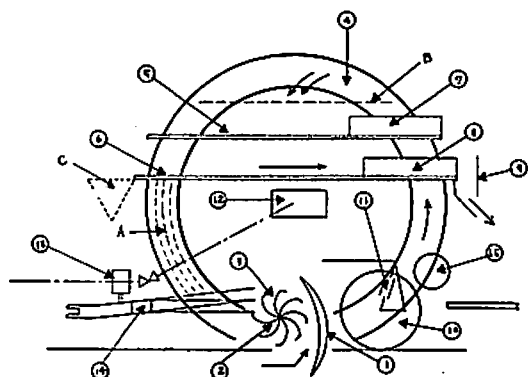
ケットで選別テーブル上に放置されるが、土砂の分離が悪く、前述したとおり土砂量があがりが多すぎる。これは作業進行中外周側のスラットの目がつまり、スラットの役目をしない場合が多いためである。このカンバスをスラット状にし、回転ホークよりの放てき物を受け、土砂を多少とも除去するようにしたら、選別テーブル上の土砂が減少することが想像されよう。

② 土砂分離テーブルの装着

エレベータードラムの改造により土壌の分離が多少良くなるだろうが、作業速度を早めた場合、かなりの土砂量があがり想像されるので、選別テーブル上に土砂分離テーブルを取付ける。土砂分離テーブルは、スラット状とし、回転フォークのように製作した。馬鈴薯および土壌、夾雑物等が土砂分離テーブルに放てきされると、土壌がテーブルの目をくぐりぬけて下方の選別テーブル⑤の上落ちるから、今まで選別テーブル上の馬鈴薯を1個ずつ拾っていたものが、手でかかえるように下の送出しテーブル⑥に送り込むことが可能となる。選別テーブル上の土砂はスクレーパー⑦によって除去される。したがって選別テーブルは、改造後その役目は、土砂受けテーブルとなる。

③ 薯塊受籠の装着

土砂分離テーブルは、選別テーブル、送出しテーブルの回転軸上に選別テーブルから約10cmの上方に取った関係上、エレベータードラムとの関係



第99図 MF-711-B ポテトハーベスター略図

第74表 試験条件

		試験圃場 1	試験圃場 2
試験日	時	昭和37年9月17日	昭和37年9月25日
試験場	所	芽室町機械化実験集落	芽室町中伏古棚瀬農場
供試機		MF-711-B・35 PS	MF-711-B・35 PS
供試圃場	用	トラクター用	トラクター用
土質		火山性壤土	火山性壤土
水分		31%	31%
硬度		18.1 (山中式 (cm))	畦間 12.5 塊茎下 18.1 (山中式 (cm))
雑草	量	250 kg/10 a 最大 400 kg 最小 100 kg	300 kg/10 a
種類		ハコベ、ナギナタ、コウジュ、シロザ、タデ	ツニクサ、ヒエ、レッドトップ
茶葉	量	完全枯 100 kg/10 a	完全枯
取品	量	23.1 ton/ha	31.6 ton/ha
品	種	農林1号	農林1号

第75表 収 穫 損 失

改良前後	埋 没 い も (kg/ha)			こぼれいも (kg/ha)			合 計	
	重 量	収量に對する比率	平均1個重	重 量	収量に對する比率	平均1個重	重 量	収量に對する比率
改良後	270 kg	1.2%	27 g	225 kg	0.9%	75 g	495	2.1%
改良前	260	1.1	—	225	0.9	—	485	2.0

位置が最良の状態にならず、土砂受テーブル（改造前⑤）に、しばしば落下する馬鈴薯があり、また小粒の馬鈴薯は、土砂分離テーブルの目から土砂受テーブルにこぼれ落ちる場合もあるため、土砂受テーブル上のスクレーパーの個所に受籠を取付け、土砂受テーブルに乗った馬鈴薯をそこで集める必要がある。ただし受籠は、土砂受テーブル上の土砂量が相当に多量であるため土砂が降下するように、これもまたスラット状の籠とし、馬鈴薯のみをこれに受けるようにした。

## b) 試験方法と結果

## (a) 試験条件 (第74表)

## (b) 試験結果 (第75・76表)

試験成績は、5点測定の平均値をもって表示した。

第76表 損 傷

試験区別	項目	ha 当たり	損傷いも重	収量に對する比率
		収 量		
改 造 前		24 ton	168 kg	0.7
改 造 後	試験圃1.	23	383	1.6
	” 2.	31	63	0.2

収穫損失および損傷は、大略同程度で、これは仕事始めの開溝時または回行後畦に入り始めなど作業機の調節が悪く、しかも畦方向に作業機があわない場合多く発現する。ただしエレベータードラムのゴムカンバスを鉄製のスラット状とした

こと、また、選別テーブル（ゴムカンバス製）の上にも土砂分離テーブルを装置したことなどで、馬鈴薯に対する損傷が多くなることを予想したが、案に相違して損傷が少なかった。

改造前後の各個所の土砂の分離状態を比較すると、土砂受けテーブル上の土砂量が半減したことがわかった。改造以前は、 $\frac{1}{4}$ 程度の土砂が回転フォーク上で分離されていたが、改造後作業速度を高めると、フォークによる分離が低下し、掘取量の $\frac{1}{2}$ 程度が、エレベータードラムに投入される。したがってエレベータードラムの側面が、ゴムカンバスであった場合、土砂分離が悪く詰まりを生じ、土砂受テーブル⑤に乗る土砂量は激増する。夾雑物のてんらくと相まって、遂には運転停止と

第77表 収穫物の土砂異物混入量

## 収穫袋（畝）内容

試験区	項目	ヘクタール	土砂混入量	異物混入量	合 計
		当 たり	収 量に對する	収 量に對する	
		収 量	比 率	比 率	比 率
改 良 後	1区	23 ton	3.4%	0.3%	3.7%
	2区	31	0.8	0.1	0.9
改 良 前		34	8.7	2.4	11.1

## 土砂受テーブル（受かご内薯塊量）

試験区	収 量 (ton/ha)	土 砂 量 (ton/ha)	薯 塊 重 (kg/ha)	収量に對する比率
第 1 区	23	16	140	0.6%

第78表 土 砂 の 分 離 状 態

改造前後	分 離	ディスクシャベル	回転フォーク	エレベータードラム	土砂受テーブル
		によるすくい上量	による分離量	による分離量	⑤に上った量
改 造 後		100 %	62.8 %	35.4 %	1.8 %
改 造 前		100 %	75.6 %	20.6 %	3.8 %

注) 作業速度は改造前 0.55 m/sec 改造後は 0.75 m/sec

ということになる。改造後は、このエレベータードラムの土砂分離が効果的に働き、円滑に作業が可能となった。

収穫袋内の土砂量の混入は、改造前、雑草の多いほ場においては25%以上を示した場合もあった。改造後は混入物の量が少なくなっているが、雑草量の多い第1区は取量が多いが、雑草量の少ない第2区の方が混入物が少ない。したがって畑には、雑草が少ない方が好結果を生ずる。

第79表 作業能率

項目	作業補助人員	作業速度 (m/sec)	作業幅 (m)	ロスタイム (hr/ha)		作業能率 (ha/hr)	作業効率 (%)
				回	行 手 入		
改良前後							
改造前	機上5人	0.55	0.7	1.4	0.8	0.11	80
改造後	機上4人	0.75	0.7	1.4	0.3	0.14	76
比較増減	-1人	+0.2	-	-	-0.5	+0.03	-

項目	労働評価	
	所要労働時間 (hr/ha)	収穫量 (ton/hr)
改造前後		
改造前(5人)	45.4	0.5
改造後(4人)	28.6	0.8
比較増減	-16.8	+0.3

作業補助人数は、改造前では5人以上必要で、作業速度も0.5 m/sec程度であったが、改造後本機を使用したところ、作業補助人数は4人でたり作業速度も1.0 m/sec程度で作業が可能となった。作業速度を1.0 m/sec以上とすれば、袋詰めには1名では多忙すぎ2名必要となる。枕地は9~10 m必要で、同行には平均1分弱要する。手入れの時間とはエレベータードラムその他に雑草茎、茎葉等の転落したものを除去する作業である。この手入れの時間は、改造後では1/2程度に減少した。これは主としてエレベータードラムの外周側のスラスト状アミの目がつまらなくなったことに起因する。作業能率は、50~100%向上させることができた。作業効率は改造前の方が若干高いが、これは実能率が低いので、大略75%程度と考えて良い。労働量は、ha当たりにして17時間以上の減少、すなわち改造前に比較して40%以上の軽減をみた。

### (3) DG-62型ポテトハーベスター

また、土砂受テーブル⑤の上には、馬鈴薯が1 ha 当たり140 kg程度乗る。200 m畦では、行きに約2 kg程度であるから、受籠はあまり大きなものは必要としないが、土砂の落下孔であるためスラット状の目の働きを充分にしておいた方がよい。

#### (c) 作業能率試験

作業能率は第79表のようになった。そこで前年度(36年度)の改造前の能率と比較した。

#### a) 供試機の構造

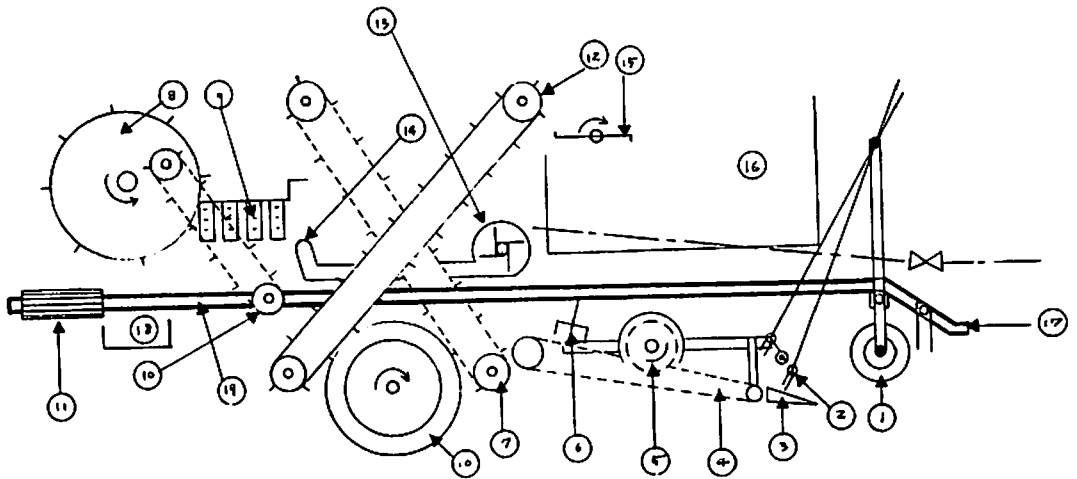
本機は35馬力以上のトラクターで牽引した作業を行なう、1畦用エレベーター型ポテトハーベスターで、従来市場に出ているこの種のハーベスターで、①エレベーターへの掘取物の乗り、②土砂分離、そして③茎葉処理の3点につき特に改良を加えたものである。

各部の機構作動について述べると、まず掘取刃は、2ポイント型ショベルで、第1エレベーターへの乗りを良くするため、かき上げフォークが作動する。フォークはクランク作動により2本の爪よりなり、交互に働き、かき上げる。またエレベーターの上に最終端近くに、馬鈴薯と茎を分離させる目的で、ピーターを装置してある。掘取物はそこから第2エレベーター(バスケットコンベアー)に送られる。このエレベーターは、ロットチェンにゴム張りの仕切板を取付けてある。このエレベーターで上げられた掘取物は、回転土砂分離機にたたきつけられる。回転土砂分離機は、籠型ドラムにゴム被覆の突起物を千数百本配列したもので、土砂分離のほかに茎葉の一部がてんらく機体外部に放てきする作用がある。回転土砂分離機にたたきつけられた掘取物は、揺動節から出てきた掘取物は、リーフピッカーに当たり馬鈴薯のみピッカーの下部に入口のあるイモコンベアーに転落

する。夾雑物は、ビッカーにひろわれ外部に放てきされるが、たまたま夾雑物が多いとき馬鈴薯も一緒にビッカーに拾われる場合もあるため、外部出口に小さなバケットを装置し、ここに座席をもうけ、見張り番を1名配置するようにしてある。

一方馬鈴薯は、イモコンベアーにより上昇し、

回転板上に送られる。回転板は、選別テーブルの役目をし、薯はスクレーパーによって、イモタンクに送られる。ここまでの段階では、土砂はほとんど上ってこない。また、塊菜がイモコンベアーに乗る前にビッカーに向かって、チリ選別用ファンの作動によって風で吹かれ、小さな雑草、ゴミ等が除去される。それからつぎの掘取畦の茎葉を



第100図 DG-62型機構略図

全重 1.8 ton 全長 5.3 m 全幅 2.1 m 全高 2.2 m

P. T. O. 毎分回転数 550 rpm 第1コンベアー速度 1.8 m/sec

名称 ①定規車 ②かきあげフォーク ③掘取刃 ④エレベーター ⑤茎葉処理機 ⑥ビーター ⑦コンベアー  
⑧回転分離セパレーター ⑨揺動篩(シェーカー) ⑩茎葉ピックアップ ⑪最終コンベアー ⑫イモコンベアー  
⑬ファン ⑭風口 ⑮テーブル ⑯収穫ホッパー ⑰ヒッチ ⑱小タンク ⑲車体フレーム  
Ⓐ機体保持輪

切断処理する。ロータリータイプの茎葉処理機が装置してある。

これらの動力はすべて、トラクター P. T. O. より伝導されるが、機体を作業状態にする場合と、運搬状態にする場合とで、掘取刃を上下しなければならない。上下したときに P. T. O. 軸が邪魔にならないよう枠組みをしてある。もちろん上下作用は、油圧3点ヒッチである。また掘取刃は定規車の動きに追随しなくてはならず、機体重量が定規車に全部かからないよう掘取刃と第1コンベアーは、機体フレームとは別個に自由に動くように、機体にピンセットしてある。

#### b) 試験方法と結果

##### (a) 試験条件 (第80表)

#### (b) 試験結果

##### (イ) 作業精度試験

作業精度試験は、フォーク、ビーター、セパレーター、リーフカッターの各特性を判定するため、各機構の停止、運転の各々の場合の収穫損失、収穫タンク内、茎葉排出孔などについて調査した。またコンベアーの速度が上砂の分離に関係あるから、コンベアー速度を変化させ、適正な速度を見つけ出す。リーフカッターのテストを除いてはすべて試験圃場第1区で行なった。第1区は雑草量も少なく、平坦で良好な圃場条件であったため各部の機構があまり発揮できなかったきらいがあった。また降雨があり土壌水分が相当多かった。



第 80 表 試 験 条 件

		試 験 圃 場 1.	試 験 圃 場 2.
1. 試 験 日 時		昭和37年10月12~13日	昭和37年10月14日
2. 試 験 場 所		斜里郡清里町南区角館農場 2ha	斜里郡清里町西区 1ha
3. 供 試 機		ポテトハーベスター G-60型	ポテトハーベスター G-60型
4. 試 験 圃 場		平 坦 地	雑草多く傾斜地
5. 土 質		火山性壤土	火山性壤土
	水 分 分 度	36% (小雨)	28%
	硬 度	10.1 (山中式)	8.9 (山中式)
	雑 草 量	36.9 kg/10a	416 kg/10a
	種 類	ハコベ、シロザ	シロザ、タヂ、ナギナタコウジュ、ナタネ (草丈最大 78 cm)
	茎 葉 量	53.6 kg/10a 完全枯凋	85.2 kg/10a 枯凋
	収 量	3.23 ton/10a	1.95 ton/10a
	品 種	農林1号	紅 丸
	畦 間	67 cm	67 cm

① フォーク、ビーター、ファンの各機構を全部停止させた場合は、全機構運転状態に比較して、塊茎受テーブル上に土砂量が多くなり、したがって収穫タンク内に土砂混入量が多い。フォークの作動は、よく掘取物を送り込み土壌の流れの切れる軽鬆土では効果があるように考えられるが、本圃場では、若干作業速度を早めうることを確認した程度である。ビーターは、茎葉が強く雑草の多い地帯で効果が認められたが、試験圃においては、茎葉排出孔より送出されるいも重が若干多くなる傾向を示した。ただしあまりビーターの作用を強くすると、かえって掘取物のコンベアーでの流動を悪くすることを確認した。ファンはハコベなどの草が多い地帯では、効果があるが、本試験ではあまり効果を認めえなかった。土壌が乾燥しておれば、選別もよいが、砂ぼこりが立ち作業に支障をきたす場合も考えられるので、特殊地帯での特殊装置として考えた方がよい(試験番号1~5)。

② 土砂分離装置(ロークリーセパレーター)は、機構解説で述べたとおりその効果が確認された。

すなわちセパレーターを停止した場合、茎葉排出口よりのいも量が多く、小タンク側の拾取り人が、これを処理するのに多忙になり、遂には収穫損失を多くさせる原因となる。

③ 土砂分離装置および揺動篩の部分停止をし、コンベアー速度と作業速度の最良の関係を明らかにし、土砂量、夾雑物などを計測した。この結果、同一車速でエンジン回転数を変えていくと、低速回転の場合は、土砂分離が悪く、次第に良好になるが、回転を早めすぎると、また土砂分離が悪くなる。回転を早めると当然車速が早くなり、掘取物が増加し、コンベアーの土砂分離能力に一定限界があることを示すものである(試験番号7~9)。

つぎに車速を変えてコンベアーの速度を一定に保った場合、車速の遅い場合、傷いもが多く車速が早まるにしたがって減少する。これは掘取物の供給量が少ないため発現すると考えられる。しかしあまり速度が早くなりすぎると茎葉といもの分離が悪くなり、以上の結果から、3速(0.85 m/sec)エンジン回転 1,200 rpm (P.T.O. 430 rpm) が最良

第 81 表 作 業 能 率

作業補助 人 数	作業速度 (m/sec)	作 業 幅 (m)	ロスタイム (hr/ha)		作業能率 ha/hr	作業効率 (%)	労 働 評 価	
			回 行	薯塊落し			所要労働 (hr/ha)	取 獲 量 (ton/hr)
2	0.9	0.67	1.66	0.70	0.14	66	14.2	2.3

であると考えられる(試験番号10~12)。

④ 雑草地でのリーフカッターの効果は、茎葉排出口のいも重の比較に明確にあらわれている。試験番号13,14 は、圃場としても最悪の場所におけるテストで、作業能力が確認された(第84, 85表参照)。

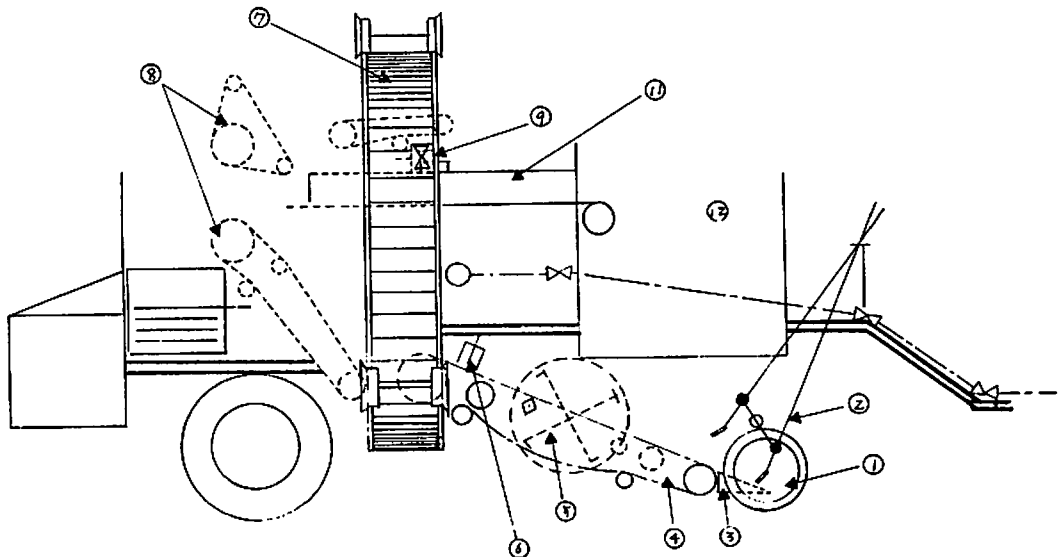
(口) 作業能率試験

作業補助人員は、小バスケットのところと、回

転板のところに各々1名ずつ配置され、雑草の多いときは、小バケットのピッカーに上ってくるいもが多いため忙しいが、回転板の1名はほとんど作業をしなくてもよい。ただし 200 m 1 往復で大体ホッパーが満タンになるので、圃場のサイドでこれをおろさなければならない。作業速度は 1.0 m/sec 前後で雑草が多く、傾斜地の第2区においても、0.8 m/sec 程度の速度で作業が可能で

第 82 表 DG-62, 63 型 供 試 機 の 仕 様

		62 型	63 型
高	さ	2.2 m	2.6 m
長	さ	5.3 m	5.3 m
	幅	2.1 m	2.2 m
	重	1.8 t	1.6 t
1	ゲージホイール	コルターホイール兼用	コルターカットウェイディスク
2	フオーク	ショックアップスーパー付	棒 状
3	シ ョ ベ ル	2ポイント	2ポイント
4	エレベーター	ロットチェン(国産)	ロットチェン(外国)
5	リーフカッター	固 定 式	高体移動調節式
6	ピ ー タ ー	棒 状	ゴ ム 板
7	コ ン ベ ア	エンドレスタイプ	回転ドラムタイプ
8	セパレーター	円型回転式	エンドレスコンベア式
9	クリーニングファン	渦巻式 ⑩	渦 巻 式
10	シェーカー	振動篩タイプ ⑨	コンベアタイプ
11	ソーティングコンベア	コンベアまたはテーブル ⑮	大型ターンテーブル
12	タ ン ク	600 kg 入 ⑯	500 kg 入



第 101 図 DG-63 型 機 構 略 図

あった。ロスタイムは、回行に平均1回1.4分を費やし、回行枕地8mを必要とする。いも落しは前述のように、大バケットのダンパーを開き、つぎに小バケットのダンパーを開き薯を落とす。その作業に1回平均1.2分を費した。したがって作業は、いもを圃場サイドに堆積して終了ということになる。

作業能率は0.14 ha/hrを示し、効率が66%で低い。これは、ロスタイムが比較的多いことを示している。補助作業人員が2名なため、労働評価は良く、ha当たり労働投下時間は14時間程度で少ない。

(4) DG-63 型ポテトハーベスター試験

a) 供試機の構造

37年度製作したDG-62型は、選別、分離を良好にするため、種々の機構を比較的雑然と組込んだが、本年度は1年間利用した経験にもつき型を変えた。そのポイントは、運転機構の統一化と簡素化である。DG-63型は、掘取った馬鈴薯がエレベーターに乗る前の機構は同じである。しかしそれから62型はコンベアー⑦シェーカー⑨リーフピッカー⑩コンベアー⑪と、薯が通過するが、63型はこれを回転ドラム⑦で受けるようにし(第101図参照)、コンベアーの数を減少した。また、伝導作動が円滑になるよう、縦、横に動く機構のうち、性能と特別関係がないものは、取去ることにし、本年度はシェーカー作動を止めた。

b) 試験方法と結果

(a) 試験条件

試験は十勝、網走の2地区で行なった。その条件を第83表に示した。

(b) 試験結果

(イ) 作業精度

連続作業中の20m間の馬鈴薯に対して、いもタンク内の土砂、夾雑物および損傷薯の全重に対する比率を測定計算して、選別度および損傷度を知る。一方セパレーターからあがってくる茎葉に分離されずについてくる薯を測定して、分離度を調べる。また、掘取刃によってすくい上げられなかった薯および、掘上げられたが、コンベアーなどからこぼれ落ちたものを収穫損失と考えて測定した。したがって作業精度を選別、損傷、分離、損失によってきめ、これを作業速度をかえ、または各部の機構を知るため、停止、作動させて測定した。

その1

DG-63型ポテトハーベスター1号機について試験を実施した結果第86表のとおりである。牽引車はL27で、この種ハーベスターの牽引作業が可能であるかどうかとも合わせ試みたが平坦では4速(0.7m/sec)で作業が可能である。しかしそれ以上では無理で、したがって試験の範囲も小さくなったきらいがある。

① 地上損失

第 83 表 試 験 条 件

		試 験 圃 場 1		試 験 圃 場 2	
試 験 月 日		昭和38年9月3日～		昭和38年10月25日～	
試 験 場 所		芽室町東中伏古		斜里郡清里町	
試 験 圃 場		平 坦 地		平 坦 地	
土 質		火山性土		火山性土	
水 分		5 cm — 25.3%	10 — 28.5	5 cm — 28.5%	15 — 29.4
硬 度		0 cm — 15.5	10 — 20.5	0 cm—14.5 5—16.0	10—17.5 (中山式)
雑 草		210 kg/10 a		15—17.5 20—18.5	
品 種		男 爵 薯		180 kg/10 a	
収 量		22.4 t/ha		紅 丸	
茎 葉		3.1 t/ha		29.4 t/ha	
畦 間		66 cm		0.55 t/ha	
使用トラクター		L 27		66 cm	
				MF 65	

これは、エレベーターより運ばれた掘取物がセパレーターに当たって馬鈴薯のみが回転ドラムより転送されるが、エレベーターとセパレーターエンドとの距離と、回転ドラムに対する相対位置関係が悪い場合、セパレーターエンドがドラムに対して入りすぎると、セパレーターから茎葉排出口へ馬鈴薯が出るのが多くなり、結局人手で処理できず、こぼれ落ちることになる。またドラムボトムに対するセパレーターエンドの高さは、あまり低すぎると、回転ドラムが詰まり、ドラムが回転しない状態が起こる。また回転ドラムより転送された馬鈴薯がターンテーブルに落下する前に上部セパレーターコンベアーに当たって落ちるが、そ

の辺の間隙からのこぼれも目立った。つぎにうもれが比較的多く発現したが、掘取刃の取付けが悪いので、掘取刃の「ささり」を十分にすれば解消できる。しかしこの試験では牽引車の関係で種々の測定に支障ないよう若干浅掘りとしたために、こぼれが多いのである。総じて地上損失が多く馬鈴薯の転送部の間隙について検討を要する。

② 損傷いも

収穫タンク内の馬鈴薯のうち、半数は表皮がはげ、そのうち傷を受けているものは10%にも達している。この傷を生じた原因については、一般にP.T.O. 回転数が速まれば多くなる傾向があるが、特に直接傷の発生の因となるように思われる

第 84 表 DG-62 型ポテトハーベスター試験 その 1 (37年10月)

試験番号	作業速度 m/sec	トラクタースリップ %	地上収穫損失		収穫タンク内 (20m 間)						茎葉排出口			薯受テーブル 土砂量	備考
			こぼれ g	うもれ g	薯重 g	小薯 g	大薯 g	傷薯 g	土砂量 g	草薯重 g	薯重 g	傷薯 g	草茎重 g		
1 3速 エンジン rpm 1,700	0.95	5.8	200 30g (2.1%)	770 1個平均 21g	45,480 (95.8)	12	220	40 (0.1)	50 (0.1)	0	970 (2.1)	—	2,200	—	試験圃第1区 全機構作動
2 3速 エンジン 1,700	0.88	9.1	120 (17)	540 (18)	38,600 (96.6)	11	293	750 (1.9)	790 (2.1)	100	580 (1.5)	—	2,240	—	フォーク、ビーター、ファン停止
3 3速 エンジン 1,700	0.85	6.2	130 (22)	450 (10)	35,900 (94.7)	9	166	80 (0.2)	870 (2.4)	0	1,450 (3.8)	—	2,020	700	フォーク、ビーター停止 ファン作動
4 3速 エンジン 1,700	0.84	9.2	120 (30)	240 (12)	33,200 (98.4)	9	244	130 (0.4)	1,140 (3.3)	30	180 (0.5)	—	1,500	4,660	フォーク、ファン停止 ビーター作動
5 3速 エンジン 1,700	0.84	9.4	430 (27)	520 (16)	38,100 (96.2)	10	233	140 (0.4)	880 (2.3)	120	540 (1.4)	—	1,280	1,850	ビーター、ファン停止 フォーク作動
6 3速 エンジン 1,700	0.84	7.5	210 (23)	420 (12)	36,900 (94.8)	10	204	200 (0.5)	740 (2.0)	0	1,520 (4.1)	—	1,220	—	土砂分離装置停止 土砂分離性能テスト
7 3速 rpm 1,000	0.76	10.2	1,260 (70)	160 (10)	32,800 (95.8)	—	—	40 (0.1)	35,760 (52.2)	300	—	—	—	—	土砂分離揺動停止 コンベアー特性試験
8 3速 rpm 900	0.65	7.1	240 (12)	420 (13)	31,800 (98.0)	—	—	200 (0.6)	15,800 (33.2)	530	—	—	—	—	コンベアー特性試験

第 85 表 DG-62 型ポテトハーベスター試験 その2

(37年10月)

試験番号	作業速度 m/sec	トラクターステップ %	(A) 地上収穫損失		(B) 収穫タンク内 (20 m 間)					(C) 茎葉排出口			薯受テーブル 土砂量	備考	
			こぼれ g	うもれ g	薯重 g	小薯 g	大薯 g	傷薯 g	土砂量 g	茎葉重 g	薯重 g	傷薯 g			茎葉重 g
9 2速 エンジン rpm 1,400	0.97	11.0	120 1個平均 8 g	80 1個平均 5 g	39,800 (99.5)	—	—	460	33,800 (46.0)	230	—	—	—	—	コンベアー特性試験
10 2速 rpm 1,200	0.45	8.2	500 (21)	290 (16)	42,600 (96.8)	21	196	1,441 (2.6)	110	0	580 (1.5)	—	700	80	"
11 3速 rpm 1,200	0.86	9.7	400 (31)	200 (18)	41,100 (94.3)	2	234	720 (1.7)	420 (1.0)	—	1,890 (3.4)	—	780	990	
12 4速 rpm 1,200	1.25	9.5	180 (31)	370 (18)	52,550 (95.5)	9	234	160	280	—	1,930 (3.5)	—	—	800	
13 3速 rpm 1,200	0.82	10.1	140 (18)	600 (43)	18,300 (90.5)	14	184	80 (0.4)	200 (1.0)	—	1,200 (5.9)	2,900	—	120	試験副第2区 リーフカッター 停止
14 3速 rpm 1,200	0.77	12.7	600 (13)	360 (6)	26,800 (94.5)	19	190	490 (1.8)	100 (0.3)	—	600 (2.1)	1,630	—	80	全機構作動

アシテータービーターなどを停止してみたが2~3%生じた。したがってこの傷の大部分は、コンベアーからセパレーターに放てきされる個所で発生すると考えられる。原因の明らかなものには、ドラムの内壁の金属面に直接当たる場合に発生すること、ドラムの上部ですでにドラムのバケット内に薯塊がなく、ガイド板に落ちたものを掻上げるような状態で運ばれることなどによる。

③ 茎葉排出口

茎葉に付着した薯は、エレベーターの振動である程度はずれ、セパレーター（リーフピッカー）に当たって完全に離れなければならない。また若干の茎葉は、回転ドラムからターンテーブル上に落ちる前に上部セパレーターに当たって除かれる。馬鈴薯が茎から離れるいわゆる分離は、エレベーターの振動がない場合は約半数の馬鈴薯が排出口の方へ出る。エレベーターの振動が分離に重要な役割りをしている。またビーターがある場合も分離は良好となることを再確認した。このビー

ターは、直接作用するというより、チェックカーテンの役目を知った。このように分離を良くするためエレベーターの振動を強くすれば、チェンの摩耗は当然多くなるので、コンベアーの中間に流れをある程度制御するカーテン状のものを取付けることが望ましい。これはセパレーターのコンベアーのうち茎葉をピックアップさせるため、長爪のものを数本配置しているが、この爪が長過ぎること、また上昇角度が小さいことなどが一因となっている。本機はこの排出口に小ターンテーブルと小さいタンクを配置して補助員がつき、馬鈴薯を拾取るようにしてあるが、5%以上の馬鈴薯が出ると、普通畑で毎秒0.1kg以上の馬鈴薯を処理することになり、1人ではこの程度が限界となるから、あまり出ないよう工夫しなくてはならない。その他イモタンクの土砂量は、1%以下で最初ターンテーブルをスラット状としたが、この必要なく平板とした。また茎葉その他の夾雑物は、ほとんど混入していなかった。

第 86 表 DG-63型 ポテトハーベスター試験結果 その1

昭和38年9月3・4日

試験番号	作業速度 m/sec	トラクタスリップ %	地上収穫損失		収穫タンク内 (20m 間)						茎葉排出口			薯総量 g	備考	
			こぼれ g	うもれ g	薯重 g	小薯 g	大薯 g	傷薯 g	土砂量 g	茎葉重量 g	薯重 g	土砂量 g	茎葉重量 g			
1 1速L	0.270	26.6	L 386 S 255 (4.0)	L 105 S 135	5,400 (76.1)	—	—	—	427 (6.0)	—	—	800 (11.1)	—	—	7,081	エンジン回転数
2 1速L (500)	0.308	16.4	L 976 S 405 (5.2)	— 180 (0.7)	23,353 (86.7)	1,200	20,100	—	2,053 (7.6)	325 (1.4)	—	2,015 (7.4)	1,530	4,355	26,929	
3 1速M (700)	0.181	28.8	L 670 S 110 (3.2)	L 60 S 40 (0.4)	22,825 (93.3)	1,920	19,365	—	1,540 (6.3)	1,475 (6.4)	—	760 (3.1)	2,305	2,135	24,465	カキアゲ部分に茎葉 カキアゲ装置回転せず
4 2速L	0.408	25.8	L 1,315 S 270 (4.4)	L 340 S 180 (1.4)	32,845 (90.8)	1,880	30,165	—	800 (2.2)	155 (0.5)	—	L 1,000 S 243 (3.4)	320	—	36,193	
5 3速L	0.740	10.2	L 745 S 205 (4.2)	— 80 (0.4)	20,350 (89.2)	1,950	18,175	—	225 (0.9)	90 (0.4)	—	L 1,135 S 270 (6.2)	585	3,653	22,785	
6 3速M	0.565	7.5	L 710 S 140 (2.8)	L 400 S 325 (2.4)	27,355 (91.3)	2,330	21,915	—	3,110 (10.4)	225 (0.8)	—	L 880 S 155 (3.5)	755	4,910	29,965	
7 2速M	0.410	11.8	L 1,015 S 260 (5.5)	L 952 S 165 (4.8)	19,070 (81.2)	1,540	14,840	—	2,690 (12.0)	530 (2.8)	—	L 1,580 S 300 (8.5)	1,000	4,220	23,312	
8 3速L	0.570	19.7	L 730 S 285 (3.9)	L 95 S 295 (1.5)	23,598 (89.6)	1,570	21,513	—	515 (1.9)	—	—	L 1,050 S 265 (5.0)	700	3,685	26,318	
9 3速L	—	—	—	—	無傷 皮	6,600 7,800	—	—	300 (2.1)	—	820	—	—	—	全量 kg 14,400	
10 3速L	0.787	6.2	—	—	無傷 皮	3,000 8,600	—	—	350 (3.0)	—	650	—	—	—	全量 kg 11,600	
11 3速M	0.730	6.2	—	—	無傷 皮	5,400 9,000	—	—	1,335 (9.3)	—	565	—	—	—	全量 kg 14,400	土砂多い
12 3速M	0.730	11.0	—	—	無傷 皮	9,200 6,900	—	—	265 (1.6)	—	225	—	—	—	全量 kg 16,100	変形ギア、羽根車、篩フ ァン各停止、土砂多い
13 3速L	0.700	13.0	L 235 S 100 (1.7)	S 20 (0.1)	10,120 (52.0)	460	9,200	—	460 (2.3)	4,875	—	8,975 (46.2)	17,800	1,600	19,430	変形ギヤ停止
14 3速L	0.705	10.2	300 (3.2)	125 (0.9)	11,470 (83.0)	1,700	8,800	—	970 (7.0)	150	—	1,895 (13.8)	1,750	1,555	13,790	ビーター取付 変形ギヤ停止

注) カッコ内の数字は薯総量に対する割合 (%) L:大薯 S:小薯

(昭和38年10月25日)

第 87 表 DG-63 型ポテトハーベスター性能試験結果表 その 2

Test No.	変速位置	作業条件	速度 m/sec	エンジン回転数 rpm	スリップ %	薯 総量 kg	精粒口		損傷率 %	茎葉口 拾粒量 (g)	全量に対する割合 %	掘 残粒 (g)	全量に対する割合 %	こぼれ 粒 (g)	全量に対する割合 %	土砂 (g)	茎葉 (g)	雑草 (g)
							精無 粒 傷 R	損傷粒 R										
1	3 速	各部分運転	0.9	1,200	5.3	32,340	29,770	1,100	4.0	1,350	4.3	120	0.4	—	—	20	250	—
2	4 速	"	1.26	1,200	7.9	35,920	32,000	1,800	5.0	1,620	4.5	500	1.3	—	—	100	300	10
3	5 速	"	2.5	1,200	8.5	38,102	34,600	1,530	4.0	1,532	4.0	440	1.2	—	—	1,100	700	22
4	3 速	カキ込停止	0.9	1,200	5.4	35,740	32,500	1,200	3.4	1,250	3.5	400	1.1	390	1.1	28	300	6
5	3 速	ファン カキ込 停止	0.92	1,200	4.9	34,450	30,600	1,600	4.6	1,380	4.0	550	1.6	320	0.9	170	280	60

その 2

DG-93型第 1 号機は、前述のとおり満足できない状態であったため、①地上損失 ②損傷 ③排出の 3 点について再検討した結果第 87 表に示す結果をえた。この場合は牽引車は、MF-65 で充分で地上損失を 1% 以下、また損傷を 5% 以下、排出 5% 以下にすることができた。また作業速度は 1.2 m/sec くらいまで可能で性能は満足すべき状態であった。圃場に礫のない場合は 1 名で良いことが確認された。

④ 所要動力

動力は、すべてストレンメーターによって測定し、動力測定の結果を第 103, 104 図に示した。

牽引は、本機のヒッチ点で、トラクターヒッチに対して 486 kg 加重されるので、この種の測定方法はいろいろあるが、作業機のヒッチをトラクターのヒッチに乗せ、作業機のヒッチバーをロアリンクに取付けた牽引力計で引き測定した。

したがって牽引力  $F$  は、トラクターヒッチと作業機ヒッチの摩擦力  $f_1$ 、メーターの読み  $f_2$  とすればおよそ

$$F = f_1 + f_2$$

ヒッチの摩擦係数を測っておけば

$$F = \mu W + f_2$$

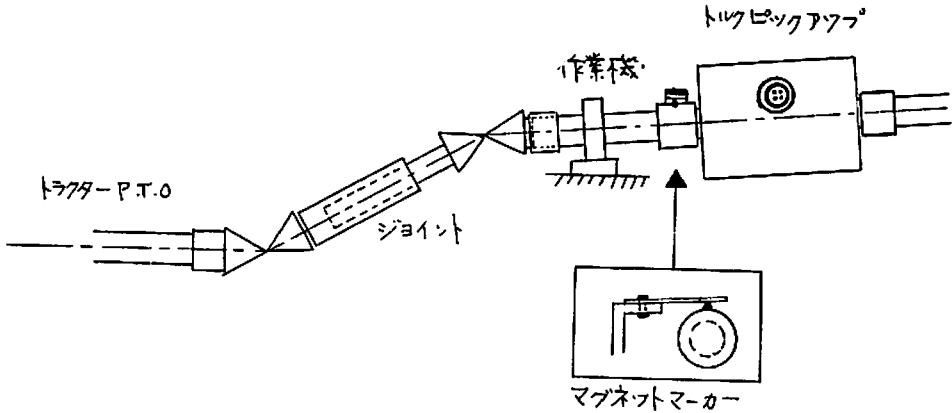
ここに  $W$  は 486 kg

回転力は、トルクピックアップを、トラクターと作業機間の P. T. O. パワーシャフト 中間に第 102 図のように組み込み測定した。

無負荷時 (掘取らず) トルクは、回転数の上昇とほぼ比例的で、回転数 500 rpm で 12 ~ 13 kg-m を示している。

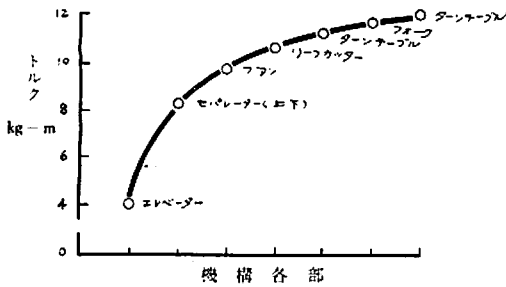
DG-93 型の 1 号機および 7 号機についてもほとんど相違なく、機構的にも製作的にも安定してきたと考えて良い。

つぎに各機構の動力分布は第 103 図に示したとおりで、エレベーター、セパレータ (上・下) が最もトルクを要し、ファンがそれに次ぐ、作業中のトルクは無負荷時と大差ないが、作業速度を早めれば、著しく上昇する。牽引力は、薯塊がタンク内に入っている場合と空の場合では、200 kg 程

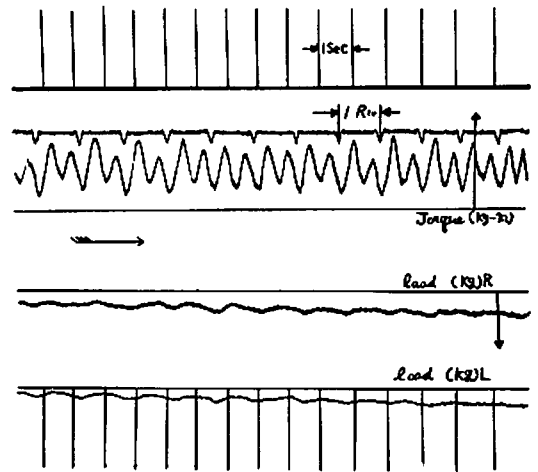


第102図 トルク測定法

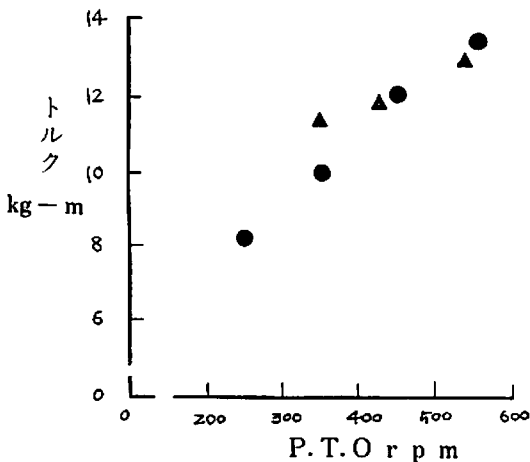
度の差を生じる。また傾斜地においては、5～6度以上は作業がむずかしい。10度では、作業ができない。普通作業では、所要正味20馬力を必要とすることを知った。



第103図 無負荷時における各部の抵抗



第105図 オシロに現われた動力図



第104図 無負荷時における P.T.O. 回転数とトルクの関係

## 2) てん菜収穫機に関する試験

### 研究課題の背景

てん菜の収穫作業は、タッピングとリフティングの2工程にわかれ、タッピング精度と頸葉の処理などで未解決の分野が多い。これらの解決には土地基盤整備、栽培法など機械の開発以前の問題がある。しかし現状でも収穫作業方法、機構の組み合わせ方法などを考えれば、利用できる可能性がある。したがって、てん菜の機械収穫方法を再検討し、その中より現状にあう作業方法を開発することが妥当であろう。

研究開始は、昭和34年度道貸で導入した英国C社、ビートハーベスターの調査からで、本機はタッピング、掘取りの作業が3畦またぎで、機械



操作、圃場整備条件などの問題で、一般に使用されるに至らなかった。そこでまず第1に、タッピング精度を高めるため、タッパー専用機の研究に着手し、タッパーが完成すると、ディガーの開発をした。その間タッパーとディガーの組み合わせ利用を、上記C社ビートハーベスターのタッパー部を取り去りディガーとして、開発したタッパーとで、現地利用実証を試みた。一方ハーベスターに関しては、畦またぎとなる並列型ではなく、タッパーとディガーが同畦作業する直列型の試験を実施し、小型直装ハーベスターの開発につとめた。

**試験方法と結果**

**(1) 並列型C式 ビートハーベスター試験**

**a) 試験条件**

試験期日 昭和35年9月～36年10月

供試機 道貨で34年度導入した機械で3畦またぎで、各部はつぎの機構を有する。

- ①タッピング（バリヤブルカット方式）
- ②クリーニングとリーフピッキング（ラバースピナーおよび爪付きロットチェーンコンベアー）
- ③ルートディガー（ロットチェーンコンベアー）

また本機は、牽引型で35馬力以上のトラクターを必要とする掘取根、茎葉の集荷タンクを持つ。

**b) 試験結果**

**(a) 作業精度**

作業精度は、頸葉切断の良否と掘取損失の調査により判定した。また同所の掘残し量について調査した結果を平均値で示すと、一般に掘残し量の中では、根周の小さいものが、エレベーターに乗らないので、これが主として残る（第89表参照）。

第88表 作業精度

調査地区	掘残し量	切断不足 (%)	切断過分 (%)	備考
十勝清水	13.0	13.5	0	平坦地土壤やや湿潤雑草多
十勝豊頃	10.3	10.0	2.0	平坦地土壤やや湿潤
十勝大樹	4.4	7.8	2.2	平坦地土壤硬度大
十勝中札内	8.4	23.0	9.0	波状地深耕（抜根）

第89表 掘残し根

根周 (cm)	1株当重量 (g)	掘残率 (%)
18.5 ~ 19.9	266.0 ~ 318.5	9.5 ~ 20.5

タッピングは総じて切断不足が多く斜切りがあり最良な状態で、大樹の7.8%をみた。作業精度の悪い原因として考えられるのは、

- ① 畑地の不整、雑草が多い。
- ② 根形の不同、地上露出部割合の変動が大き、欠株が多い。
- ③ 機構が多畦並列であること。

などである。

**(b) 作業能率**

作業は、機体に作業補助員が1名乗り、機体のステアリングをし、また50m(重量にして約100kg)掘り取ったとき、タンク内に集めた根部を落とす。機体が高いため、回行半径平均12.9m、所要時間23.8秒、したがって200m畦にあっては、13%にあたる枕地を必要とする。作業能率は第88表のとおりである。

第90表 作業能率

補助作業人	作業速度 m/sec	作業幅 m	ロス時間 hr/ha	作業能率 ha/hr	作業効率 %	労働投下 hr/ha
1	0.7	0.6	2.82	0.11	70	$(9.1 \times 2) 18.2$

ただし、作業面積  $200\text{ m} \times 50\text{ m} = 1.0\text{ ha}$

また、全面積の13%の枕地を手掘りしなくてはならないので、これに要する労働を加えると、労働投下量は、枕地の掘り取り時間すなわち手掘り収穫時間を180 (hr/ha) とすると、

$$180 \times 1.0(\text{ha}) \times 0.13 = 23.4(\text{hr/ha})$$

したがって総計で  $18.2 + 23.4 = 41.6(\text{hr/ha})$  となる。

枕地の手掘りの機械化も、小型機で行なう必要があるであろう。

**(2) 直列型K式 ビートハーベスター**

**a) 試験条件**

試験期日 昭和38年10月5日～9日

試験場所 河西郡芽室町機械化実験集落・梶

第 91 表 K型ビートハーベスター精度 (38)

項目 試験番号	作業速度 m/sec	トラクタ 駆動軸 スリップ %	根重 kg	頸葉重 kg	切不 切不足 kg	切断 切過分 kg	損傷 kg	こぼれ kg	根総重 kg	切不 切不足率 %	切断 切過分率 %	損傷率 %	こぼ れ率 %
1	0.71	8.6	21.9	19.8	1.7	0.6	0.86	1.6	30.7	5.5	1.8	2.8	5.2
2	0.72	7.0	35.5	19.7	4.6	0.0	0.0	0.0	35.5	13.2	0.0	0.0	0.0
3	0.72	—	17.1 21.9	7.6 16.3	1.9 2.0	1.9 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	19.0 21.6	10.0 9.2	10.0 0.0	0.0 0.0	0.0
4	0.53	5.8	(6.8) 27.2	(6.1) 21.4	(0.40) 1.98	0.0	0.0	0.17	27.4	7.2	0.0	0.0	
5	0.77	8.9	(6.8) 23.4	(4.8) 16.8	(0.45) 1.80	0.0	0.0	9.8	32.2	5.6	0.0	0.0	32.2
6	0.53	5.8	(6.1) 21.3	(5.2) 20.8	2.8	0.0	0.0	—	21.4	11.5	0.0	0.0	
7	0.82	5.8	(5.8) 23.2	2.8	0.0	0.0	0.0	10.2	33.2	8.4	0.0	0.0	30.7

土壌含水率 表面 35.5% 10 cm 38.5%

谷農場

供試機 直列型、油圧操行調整牽引式  
 フィラーホイール直径 52 cm  
 P. T. O. 駆動 3 段切り替え、掘取  
 分離スピナー 100 rpm/min

b) 試験結果

試験は、タッパーの加圧スプリングを調節し、試験番号 1, 2, 3 は各々スプリング軸の長さを 90, 70, 50 mm とし、90 mm では加圧最高、50 mm では加圧最低である。加圧を少なくした場合 (50 mm) 根のタッピングに斜切りが生じ、タッピング性能は著しく悪化する。試験 4~5 番は、作業速度を変えスプリング圧を 70 mm に調節して行なった。作業速度は早くなるとこぼれが多くなり、直列方式は掘取刃を十分深くしておかねば、掘り取りが浮きやすい。従って掘取刃が並列式に比較して深掘りの傾向を有し、掘取刃スタンドの下部に土砂が詰まる事態がたまたま発生した。

(3) タッパー試験

a) 試験条件

試験期日 昭和37年10月20日~30日

試験場所 河西郡芽室町、機械化実験集落・五島農場

作物 「甜菜導入 2 号」畦幅 60 cm  
 垂直保持抵抗 20 kg 以上  
 平均収量 3.7 ton/10 a  
 平均スタンド 6,300本 /10 a  
 平均根長 17.0 cm  
 平均根径 9.5 cm

土 壤 火山性壤土 平坦地  
 土壤硬度 株間 4.5 畦間 17.0  
 (山中式 mm)  
 土壤水分 28%

試験区 頸葉切断機は、頸の凹凸、1 株間  
 距離、畦形状、作業速度に影響されるので以下の区を設定した。  
 作業速度 0.4m/sec 0.8 m/sec  
 1.1 m/sec  
 株間距離 疎 (10a 当たりスタンド  
 4,000本)  
 密 (10a 当たりスタンド  
 6,000本)

第 92 表 機 体 諸 元

全長	1,500 mm	フィラーホイール幅	190 mm
全幅	1,457 mm	" 加圧力	50 kg
全高	1,010 mm	切断刃幅	min 37-max 75 mm
全量	280 kg	" のオクレ角度	75 度
フィラーホイール径	610 mm	" の間隙調節	10 ~ 60 mm

b) 供試機の構造と諸元

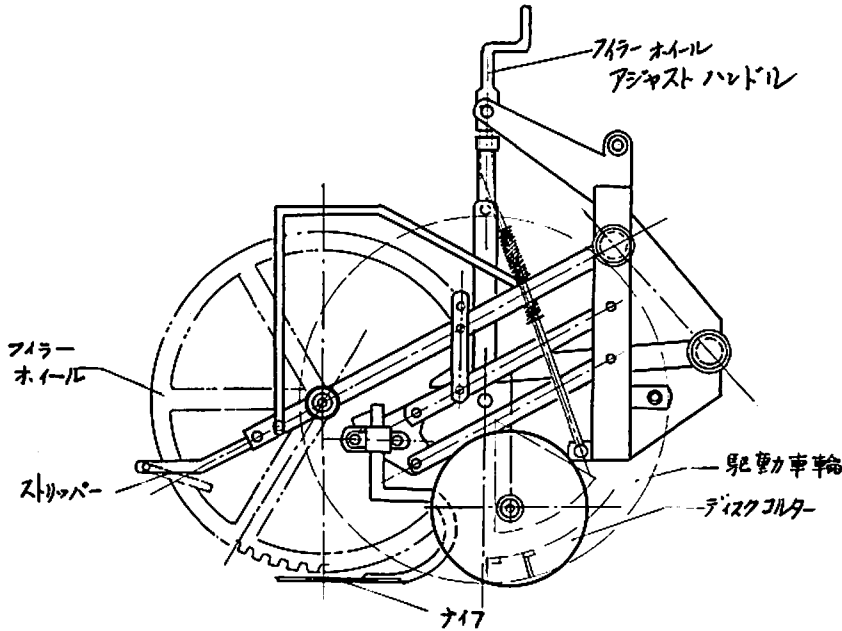
本機はフィルターホイールと切断刃の間隙は固定で、頸型、畦状等によって間隙をセットし、フィルターホイールの加圧調節スプリングを調節する。また、切断刃のスタンドおよびその下部に葉、夾雑物が巻きつくの防止するため、コンケーブデ

ィスクを取り付けてあるが、その角度、深さを適度に調節する。切断部、駆動輪等は 55～65 cm の畦間に正確に合わせるよう移動可能である。

c) 試験結果

(a) 作業精度

作業の精度は切断不足率および切断過分率によって示されるが、各種条件下にあって供試機の性能は、つぎのとおりである。切断不足率は普通栽植密度においては、速度が遅くなると少なくなり、切過率が高くなる傾向を示しているが、切断過分は収穫ロスに影響するため、作業速度をあまり遅すぎないようにする。作業速度が早くなければ、不切断株または、横たおし切断が多くなり性能は悪くなる。したがって本機の作業速度は 0.8 m/sec



第 106 図 タッパー専用機略図

第 93 表 十勝農試試作タッパー作業精度

試験番号	スタンド本/10a	作業速度 m/sec	スリッパ		切断刃間隙 (mm)	根重 ton/10a	頸葉重 ton/10a	T/R	切断不足 kg	切過断分 kg	不足率 %	過分率 %
			作業機駆動輪	トラクター								
1	5,200	0.4	-7.5%	14%	53	3.40	2.70	0.79	241.0	46.0	6.6	1.3
2	5,700	0.4	"	14	48	4.10	3.10	0.74	171.0	85.0	4.0	2.0
3	4,000	0.4	"	14	53	2.70	2.10	0.72	50.0	230.0	1.8	7.8
4	3,700	0.4	"	14	48	2.40	1.70	0.69	147.0	83.0	5.8	3.3
5	6,000	0.8	-7.0	15	53	3.20	2.90	0.86	149.0	180.0	4.4	5.3
6	7,000	0.8	"	15	48	4.30	3.70	0.78	246.0	135.0	5.1	2.8
7	3,000	0.8	"	15	53	1.70	1.50	0.86	77.0	53.0	4.3	3.0
8	4,700	0.8	"	15	48	2.70	2.00	0.74	300.0	17.0	10.0	0.6
9	5,700	1.1	-7.0	16	53	3.20	3.20	0.91	52.0	312.0	1.6	8.8
10	7,000	1.1	"	16	48	3.90	3.30	0.80	61.0	253.0	1.5	6.0
11	5,000	1.1	"	16	53	2.60	2.50	0.94	170.0	68.0	6.1	2.5
12	4,000	1.1	"	16	48	2.40	1.80	0.74	201.0	45.0	7.7	1.8
13	5,700	0.8	-7.0	15	53	3.30	3.10	0.94	416.0	—	11.2	—
14	6,700	0.8	"	15	48	3.80	2.90	0.76	381.0	—	9.1	—

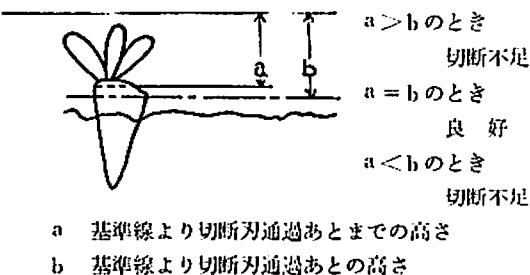
程度が適当と考えられる(第107図, a, b 参照)。また切断高さの変異は切断過分が生ずるため, 切不足が5~10%程度生ずるよう(手でタッピングする場合, 普通この位の値となる)セットした方が良く考えられる。

作業中若干の切断量の調節は, トップリングの伸縮によって可能である。

なお, 実作業に当たって, 駆動輪のスリップ率が, 7~8%生じているため, 機構的に駆動輪への付加重を考慮する必要がある。また, 土砂, 夾雑物よけのコンケーブデスクは, 両方の角度が同じでなければ, 作業機が流れ, 切断不良をきたすので, 調節に注意する。機体の振れに対して刃幅が若干せまいから, フィラーホイールの幅を共に伸ばした方がよい。また加圧調節スプリングの強さと, フィラーホイールの重量およびフィラーホイールの回転数には, タッピング性能に影響する要因がある。これらは根の太さ, 根の垂直抗力に関係し, 試験結果からフィラーホイールの根に対する加重, 30 kg 前後で, 上下運動が円滑で, フィラーホイールの周速度は, 進行速度の20~30%増しとするのがよい。

第94表 切断刃の追従性

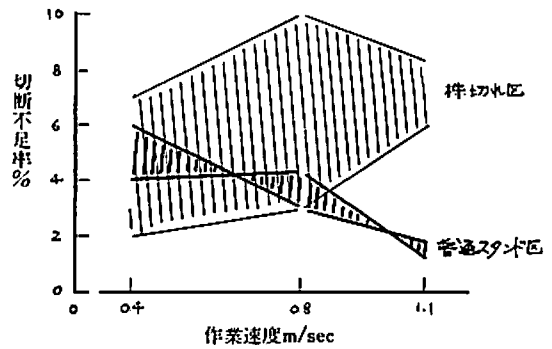
クリアランス	a-b 平均値	偏 差	変異係数
48 mm	1.1	115	2%
53 mm	2.9	113	39



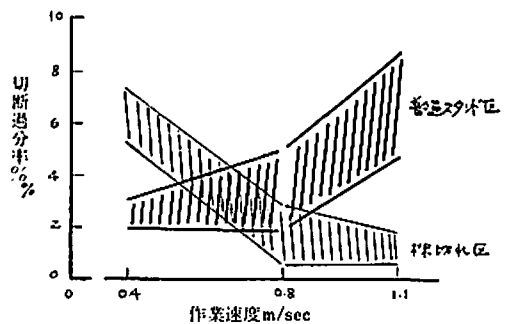
(b) 作業能率

作業能率は第95表のとおりである。機械タッピング中は, 作業補助人が1名機械の後に従い, 夾雑物のつまりを除去し, または種々アドバイスを。したがって, 作業人員2名である。

ロスタイムは, 作業機の同行および葉の詰まり



第 107 図 - a 作業速度と切不足率の関係



第 107 図 - b 作業速度と切超過分率の関係

を除去するために費した時間, 慣行タッピング労働時間は, 掘り取ったものにつき, 手タッピングのみを行なう。この比較が, 1/4であり労働量を大きく減少させることを知った。うもれ量は, 掘り取らなかった根重, こぼれ量は, 掘り取ったが, シュベルとコンベアーの間, あるいはコンベアーの目から落下したものである。したがって, こぼれ量は, 容易に集めうるものである。損傷は, 掘り取りの際ひげ根が折れ, それが各根茶 2cm 以上となった場合, または傷のついた場合を対象としてあるが, ほとんどがひげ根の折れたもので, 個体数にすれば, 多い数値となるが, 重量比では減少である。

一般に作業速度が早くなると, 掘取損失, 損傷が多くなる。うもれの大部分は1個 100 g 以下で慣行作業においても良数外のもん葉根である。コボレは, 作業速度が早くなれば, 比較的大きなてん葉根が, コンベアーの先端で, コンベアーに乗り切らず横滑りするため生ずる。

第 95 表 作 業 能 率

作業速度 m/sec	作業幅 m	ロスタイム sec/10 a	作業能率 ha/hr	作業効率 %	タッピング投下労働時間		
					hr/ha		労働投下比 機械/慣行
					機 械	慣 行	
0.8	1.2	540	0.29	85	(3.4×2) 6.8	95	1/14

作業速度が遅く、コンベアーの速度が遅い場合は、小型のてん菜根がコンベアーの目からこぼれ落ちる。いずれにしても、量的には問題とならないであろう。

なお、掘取根の土砂付着量を調査した結果、慣行に比較し機械利用は大体半分量であった。

## d) 作業能率試験

作業圃場区画は、畦長 100 ~ 200 m で 0.8 ~ 2.0 ha ある。

## (4) ディガー試験

## a) 試験条件

タッパー専用機の条件に同じ。

## b) 供試機

A項であげた、C型ビートハーベスターのタッパー部分をとり除きディガーとして用い、C項タッパーの作業後、掘り取りのみを行なう機械とした。

## c) 作業精度試験

作業精度は、掘り取り損失と根部の土砂量付着、損傷個体等の調査によって判定した。作業速度別に作業精度を調査した結果第96表のとおりで

ある。

掘り取り損失は、うもれ量とこぼれ量で表示したが、うもれ量は、ごくわずかで、こぼれに比較して小さい。

なお、収量の平均値は 32 ton/ha であった。

作業速度は、1.0~1.2 m/sec で平均 1.0 m/sec 近くで作業を行なった。根おろし作業は、補助作業員が行なうが、その間トラクターは進行を止める。回行半径が自然回行で 10 m でそのため枕地を 8 ~ 10 m 整理して作業を行なった。

作業効率は約70%を示すが、これは圃場係数で、運搬係数として 10 ~ 20 %程度考慮すると、実作業能率は、2時間当たり 0.1 ha 程度となる。掘取作業員が、トラクター運転手と補助作業員の2名であるから、2.4t 程度となる。普通、手掘りの場合は、ha 当たり投下労働時間で 85 時間程度であるから、時間当たり、0.4時間程度で労働評価の比較においては 6 倍の能率向上である。

## (5) タッパー・ディガー組み合わせ利用試験

タッパーとディガーの組み合わせ利用は、昭和 37年 9月北海道農業機械化実験集落で、7.5 ha の

第 96 表 ディガーの作業精度

試 験 番 号	作業速度	P. T. O. 回転数	調 査 20 m 間		こぼれ量	バケツ 内 土 砂	損 傷 (個体数)
			根 総 重	うもれ量			
1	1.3	550	42.8 (kg)	0.6 (1.4%)	2.0 (4.7%)	0.8 (1.9%)	18.6%
2	1.2	550	45.5	0.15 (0.3%)	0.55 (1.2%)	1.1 (2.4%)	14.5%
3	1.1	450	41.5	0 (—)	1.9 (4.6%)	1.3 (3.2%)	10.5%

第 97 表 能 率

補 助 作業員	作業速度 (m/sec)	作業幅 (m)	ロスタイム (hr/ha)		所要時間 (hr/ha)	作業能率 (ha/hr)	作業効率 (%)	労働評価 ton/hr
			回 行	根おとし				
1	1.0	0.6	1.2	1.0	6.8	0.15	70	2.4

第 98 表 部分専用機組合せ利用試験

S 型 タ ッ プ ー				C 型 デ ィ ガ ー				
項目	地区	新毛根	美 菱 芽室太	項目	地区	新毛根	美 菱 芽室太	
作業日数		13	12	13	作業日数	16	9	13
補助作業員		1	1	1	補助作業員	1	2	2
実作業時間 h		82.5	49.4	50.0	実作業時間 h	121.5	65.6	65.5
面積 ha		15.1	6.5	7.2	面積 ha	12.0	6.3	7.1
湿潤程度		少	少	少	能率 ha/hr	0.09	0.09	0.10
傾斜程度		平坦	平坦	平坦	整備 hr/10 a	0.17	0.17	0.12
畦幅株間		55×20	60×26	60×21	移動 km/10 a	0.04	0.02	0.03
整備 hr/10 a		0.08	0.16	0.08	枕地幅 m	9.0	10.0	10.0
移動 hr/10 a		0.04	0.12	0.08	枕地処理 h/10 a	1.66	1.55	1.40
移動 km/10 a		0.42	0.26	0.03	集積間隔 m	68.0	80.0	75.0
枕地幅 m		7.0	9.6	8.0	出荷方法	トレラー	トレラー	トレラー
枕処理 hr/10 a		2.1	1.8	1.3	収量 ton/10 a	3.25	2.47	3.00
頸葉飼料利用 %		16.0	100.0	—	歩引 %	12.3	12.5	13.5
頸葉処理選搬 hr/10 a		3.85	2.75	—	利用トラクター	MF35	F32	F32
利用トラクター		F32	F32	MF35	エンジン rpm	1,200	1,200	1,200
エンジン rpm		900	1,000	600	ギヤ位置	4	3	3
ギヤ位置		3	3	4				
能率 ha/hr		0.18	0.13	0.14				

注) 実作業時間の中に移動、整備時間を含む

てん菜を収穫し、これを実証した。そこで芽室地区にこのような作業方式を昭和38年度に導入し、収穫作業を実施させた結果第97表に示したとおりの成果を得た。ディガーは6年前全道各地に配置されたC型ハーベスターを再成したので故障が多発したきらいがあるが、50 ha の収穫を行ない得た。

作業精度も、歩引率で13%前後で手収穫並みであったが、畦幅を60 cm に統一すること、雑草のない畑、また頸葉を収穫するときは、掘り取りは、タッピングを行なった直後でなく、1両日経ってから作業する等の配慮が必要である。

(6) 直装型ビートハーベスター試験

牽引型は枕地処理、回行に難があるため、北海

道内メーカーを中心として、現在開発している軽量小型の直装型について検討した。

a) 試験条件

試験期日 昭和39年9月24日～26日

試験場所 河西郡芽室町弥生

試験圃場 火山性砂壤土硬度3～20(山中式)  
水分37～50%

植生収量(第99表)

供試機 Y式 半直装、直装型 100 kg タンク前部セット

H式 直装 並列型 50 kg タンク後部セット

b) 作業精度試験

直装タイプは、掘り取りコンペアーが短くなる

第 99 表 植 生 収 量

草丈 cm	葉 数		根 長 cm	根 周 cm	引 抗 kg	抜 力	畦 幅 cm	株 間 cm	頸葉重 kg/10 a	根 重 kg/10 a	T/R
	生葉	枯葉									
41.8	23.6	6.9	15.5	26.9	21.7	61.0	35.5	2,265	2,900	0.78	

第100表 作業精度

項目 型式	作業速度 m/sec	スリップ率 %	平均株間 cm	地上 収穫損失	損傷重	土砂重	切断		備考
							不足率 %	過分率 %	
Y 式	0.43	18.8	26.3	10.2	—	5.1	4.6	0.3	直列型
	0.74	24.4	22.8	0	—	5.3	2.4	0.2	
H 式	0.80	12.4	23.0	0	0	1.7	6.0	1.0	並列型 (2畦またぎ)
	1.10	21.3	29.3	0	0.58	0.7	2.3	0	

第101表 能率試験表

供試機	作業速度 m/sec	スリップ率 %	作業幅 m	理論能率 ha/hr	回行時間 hr/ha	荷おろし時間 hr/ha	能率 ha/hr
Y 式	0.7	—	0.6	0.15	0.30	0.90	0.13
H 式	0.7	—	0.6	0.15	0.15	0.48	0.14

第102表 動力試験表

供試機	作業速度 m/sec	スリップ率 %	ドロパー			P. T. O.	
			kg	PS	rpm	kg-m	PS
Y 式	0.71	20.5	731	6.92	525	3.8	2.80
H 式	0.74	2.8	512	5.05	370	2.4	1.23

こと、重量が35馬力級のトラクターの3点ヒッチで持ち上げる範囲内で、製造することが困難であることなどが欠点となる。この点Y式のもの、セミマウントとし、根部集荷タンクを前部に配置するようくふうしている。

第99表は、その精度試験であるが、土質の軽い地帯、地形の小区画のところなど利用範囲は多いであろう。なお、頸葉は、いずれも放てき型であるが、飼料利用には、差しつかえないと考えられる。あとは、故障発生が起きないようコンベアー、ベアリング等の材質、取り付けを吟味すべきであろう。

c) 能率・動力試験

作業速度は、0.7 m/sec が最適と考えられ、能率は、0.13~0.14 ha/hr で、ビートハーベスターでは、作業速度 1.0 m/sec 以上、作業能率 0.15 ha/h 以上が1つの目標となる。

動力は、P. T. O. 軸トルクで6~5 kg-m 程度で、リンクドロパーの牽引力は、作業時500~700 kg を示した。

3. 牧草収穫調製機に関する研究

1) ハイコンディショナーに関する試験

寒地農業の酪農振興が盛んとなり、牧草に対する関心が深まり、多収穫技術も 10 a 当たり 5 t をはるかに越えるまでに達している。しかし、牧草収穫後の調製、処理方法には気象、機械ならびに諸施設投資などに問題が山積している。とりわけ、道東地方一帯は、1 番草刈取時 6 月下旬より 7 月の降雨が多く、乾牧草の調製が容易でない。したがって、生草利用の研究が行なわれているが、乾草は乳牛飼養には、栄養生理上必要欠くべからざるものといわれている。そこで短期のうちに牧草を仕上げる方法の1つとしてハイコンディショナーの利用が検討され、本道には6~7年前導入された。ハイコンディショナーは牧草を圧砕し乾燥を促進し、牧草損失を質的にも量的にも減少させる機械である。本報告は、昭和34年に試作したハイコンディショナーの特性検討をはじめとし、利用試験または乾燥効果に関して若下の検討を加えている。

(1) ハイコンディショナーの基礎的試験

a) 供試機の構造