



Title	ビート移植機の作業能力の限界について
Author(s)	南部, 悟; 高井, 宗宏; 今野, 繁雄; 太田, 亨
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 7(4), 454-461
Issue Date	1970-12-28
Doc URL	<a href="http://hdl.handle.net/2115/11807">http://hdl.handle.net/2115/11807</a>
Type	bulletin (article)
File Information	7(4)_p454-461.pdf



[Instructions for use](#)

# ビート移植機の作業能力の限界について

南部 悟・高井宗宏・今野繁雄

(北海道大学農学部農業工学科農業機械学教室)

太 田 亨

(日本甜菜製糖株式会社)

## The maximum planting speed of sugar beet transplanter

Satoru NANBU, Munehiro TAKAI, Shigeo KONNO

(Department of Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture,  
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

and Akira OTA

(Nippon Beet Sugar Manufactory Co, LTD.)

Received May 22, 1970

### I. 緒 言

ビートは度々発生する冷害に強いので安定した経営を確立するための奨励作物とされ、昭和28年には1万4千haに過ぎなかった作付面積が、昭和33, 38, 43年にはそれぞれ3万3千, 4万5千, 5万5千haと着実に伸びて来た。しかし第1表<sup>3)</sup>に示すように10a当りの粗収益ではビート・馬鈴薯共に約2万3千円とほぼ等しいが、それらの生産労力の間に25.1時間の違いがあって、純益では4千円ひらきができており、近年ビートの作付面積が伸びなやんでいると言われる主要な原因となっている。

昭和35年に始まる構造改善事業を始めとしてトラクタ導入が伸び、何れの作物も大幅な機械化が進められた。ビートに対しては移植機の開発・収穫機の普及が目ざましいものであったが、生産労力において見ると昭和35年の80.6時間/10aは昭和41年に58.6時間/10aに低下したまま横ばい状態となっている。一方馬鈴薯は35年

当初にはすでに51.5時間/10aであったものが、昭和43年には前者と同率以上に減じて33.3時間と低下して、これら作物間に労力差ができて両者の間の機械化進展度合にアンバランスがうかがえる。

ビート生産労力のうちで最も大きいものは育苗と移植に費す労力であり、その後の管理や収穫作業では馬鈴薯生産労力に比べて差は少ない。従って甜菜生産の労力軽減ひいては作付面積の増大は、主として移植能力の向上を解決せねば望み得ないものと言える。

本報は、ペーパポットでの移植面積が全体の65%に達した段階をふまえ、ビート移植機の作業能力の向上について考察し、この能力の制限要素を明らかにせんとするものである。

本報の試験に当っては、日本甜菜製糖(株)磯分内工場担当者の絶大なる御協力を賜ったので衷心より感謝の意を表する。

### II. 供試機並びに試験法

供試機はサークル式BPL-9A型2畦用移植機に施肥装置を装着した機種を選定した。畦間60cm, 株間24cmの仕様で、機体重量は260kgであった。試験時には苗及び苗カゴ117kg, 肥料10kg, 作業員2名の135kgを載せたので全重量は515kgに及んだ。

試験の実施に当り、先ず予備調査として移植作業能率を調べた。日甜磯分内工場が直営する機械作業班が、展示圃ならびに農家の援助におもむきビート移植する作業

第1表 10a当りの生産費の比較(昭和43年)

項 目	てんさい	ばれいしょ	あ ず き
収 量 (kg)	3,414	2,730	172
価 額 (円)	23,611	22,526	18,542
生産労力 (時間)	58.4	33.3	26.7
生産費 (円)	21,910	16,795	11,404
純 収 益 (円)	1,701	5,731	7,138

第2表 供試圃場の土壌条件

試験区名		再墾地A	再墾地B	新墾地
含水比	0 cm～5 cm	50.4	—	56.5
	5 cm～10 cm	54.4	—	62.6
	10 cm～20 cm	55.0	—	66.0
土壌真比重		2.45	2.45	2.50
間隙率(表層)(%)		73.1	—	78.5
土塊分布	8 cm～4 cm (%)	6.2	0	11.6
	4 cm～2 cm	14.7	11.7	11.8
	2 cm～1 cm	20.8	17.8	18.9
	1 cm以下	58.3	70.5	57.6
硬度	おし込み式(cm)	10.5	8.0	12.5
	コーンペネトロメータ10cm値(kg)	4.0	7.0	5.5
	剪断力(°)	46	50	48

の状況を、北大農機教室製のサービスレコーダ<sup>2)</sup>を用いて克明に記録し数値化した。

予備調査で得た問題点について昭和44年6月磯分内地区に再墾・新墾地の2圃場を設定し、作業能力の限界を追求した。試験区の土壌条件並びに砕土状況(土塊分布)を第2表に示す。

予備調査で得られた結果は作業速度による能力の制限が大きかったので各圃場条件別に主として作業速度を変化させてその性能を調べた。即ち、圃場条件は第1表の3通りに対して牽引トラクタにフォード3000(46PS)を供し、作業速度4段と機体の傾斜(トップリンク長さ)2段を変えて試験を行なった。作業中の状況は8mmカメラを64FPSで作動させ状況を記録すると同時に、北大農機製牽引力計、FMテレメータを介して移植機の牽引力をペンレコーダに記録した。また作業速度を5m区間で測定すると共に、トラクタ及び移植機の両駆動輪それぞれのスリップ率を測定した。作業後の植付状態についてはそれぞれの連続30株の株間、10株の植付姿勢を巻尺と水準器により測定すると共に開溝・覆土状況をパントグラフを用いて描写した。

運転者及び作業者は供試作業機によって移植作業を担当して来た日甜農務課員をわずらわせたが、両作業員(3名)の試験時の技術は作業機によく習熟しており、優秀であると認める。

これらの試験結果から更に供試機のポット把握時のタイミング、植付爪がポットを放擲するタイミングが問題となったので、これらについては供試機と同型式の北大農機教室保管の移植機により農機特別実験室で作業を行

なって高速度カメラを用いて撮影し集計した。

### III. 試験結果並びに考察

#### 1) 作業能率試験

ビート移植期間内に得た資料は圃場区画面積1haから3haまでの27圃場にわたった。これら移植作業の圃場内能率は最低9a/hから最高でも20a/hに止まり、平均能率14a/hに過ぎなかった。この作業を進めるには苗圃からペーパーポットの運搬を担当する1～2名、圃場でポットを分解・選別し苗皿に並べる作業員6～8名を要するから、この関連作業者7～10名を加えて10a当りの労力を求めると、機械は $10 \div 14 = 0.72$ (時間)、作業者は $[3 + (7 \sim 10)] \times 0.72 = 7.2 \sim 9.3$ (時間)を要することになって、生産労力の12～16%を占める。ビート移植機からビートハーベスタまでを揃えた作業体系の生産労力は前記の北海道平均値よりは少ないと思われるから移植時の労力は少なくとも25%を越えるものと想像される。

ビート生産労力の低減に、この移植労力を減ずる必要があるとされる理由は、平均圃場内能率が14a/hと極めて低いことにあるから作業能率の内容を分析する。

(a) 停止時間割合：作業効率の面から見ると圃場内停止時間が大きく能率を低下させていることが明らかとなった。即ち移植機に苗カゴを満載した状態で連続植付可能距離は約200mに止るので、一般には1往復する毎に、空の苗カゴをおろし新しい苗カゴを積込む作業が行なわれる。この作業停止時間は毎回1～2分を要するので、圃場内作業時間の約25～35%は停止していることになる。従ってこの停止時間を皆無にできるとすれば、作業能率は16～30a/hに上昇し、平均23a/hとなることもサービスレコーダの記録から解析できた。これから移植時作業労力は4.8～6.5時間程度(苗皿にポットを並べる作業員2名加算)にでき実測値に対して約32%の軽減が計れることになる。この考えを実際に行なうためには、例えば苗カゴ及び空皿入れの台を交換式にして空カゴと空皿を台ごと外しとり、新しい苗カゴを交換用台に配置したまま移植機に乗せるユニット交換法の採用などにより行ない得ると思う。

しかしながら、これらの改善ではわずかに数時間の労力軽減しか望めないのが根本的な解決に至らない。近年田植機の発達は自覚しく、ペーパーポットを使用した田植機も間もなく実用化に入らんとしている。この田植機は連続したポットを機械的に分離し植付させる方式を採っているのだから、若しこの機構がビート移植機に応用できるとすれば関係作業者は皆無となり大幅な改善ができ

ることになる。しかし現状では水稲のように、ビート種子の発芽率が良くないことや1株当たり1本の条件、並びに成育むらの発生度合の多いことなど育苗技術上の問題と水稲ポットに比べて3倍の長さを有するビート用ポットの分離機構上の問題などが未解決のため実施に移せないのは残念である。従って、当面の間は過渡的現象として現状の機械を能率向上する以外に手段ないと言える。

(b) 作業速度: 以上述べたように停止時間の問題が能率低下の一原因となっているが、更に理論作業能率(理論作業速度と理論作業幅の積で表わされる)が低いことも原因と言える。即ち、条間60cmで2畦用であるから理論作業幅120cmとなるが、作業速度が10m間の測定値で平均0.55~0.7m/s、特に好条件なところで瞬時的には0.8m/sを発揮するに止まっているために理論作業能率は平均30a/hしかならない。圃場端の巡回や苗補給の停止など損失を皆無としたとしても10a当り20分を要するからこれを大幅に引上げる必要がある。これがためには作業速度を向上する以外にないものと考えられる。この作業速度の向上はさらに前述の全自動化が達成された場合にも重要なものとなるから、現状のビート移植機で作業速度を向上したときにどこにどのような問題が発生するかを中心に各部機構を追求することにした。

## 2) 苗供給作業の調査結果

機械の作業系列のなかに人力を要する部門があると、一般にその作業者の能力がそのシステムの全体の能力を制限することが多い。供試機のように人手によりポットを補給し、その後は全く機械的に植付けて行く場合にも、この人手による供給能力が作業速度ひいては作業能

率を制限する恐れが考えられる。

この観点から、試験時に8mmカメラを特別に毎秒64コマ送りとして撮影し、作業者の動作を分析することにした。このシモチャートを第3,4表に示す。両表共ポット苗15本が並べられている苗皿を苗カゴからとり出し、機体の苗送り装置に供給して空の皿を容器に入れるまでの1サイクルを測定してある。苗皿は作業者前方60cm程度で、高さは作業者の胸位置にある。これから作業者が跨がってこしかけている姿勢の膝直前にある苗送り装置までポットがずれないように水平に注意しつつ苗皿を運ぶ。次に作業機の進行につれて苗送り装置内のポットが消費されていくから、欠株のでないようにポットの進み具合を見ながら苗皿を苗送り装置にはめ込む。最後に定置した苗皿を抜き出して容器に投げ込む作業となる。従って直線動作距離は60cmとなるが、他の苗皿や供給法の状態から苗皿の運搬軌跡はS字形となり、真の動作距離は約80cmと考えられる。

第3表の0.23m/sの場合、株間25cmとしても苗皿1枚当り16秒(=15本/皿×30cm÷0.23m/s)を維持できるから作業者はその間に1皿を追加すれば良い。このため作業者の左手は5.4秒、右手は2.3秒膝の上で休ませることができる。

一方、第4表では作業速度が1.05m/sと普通の使用状態以上に高速であるから、理論的に3.60秒(=15本/皿×25cm÷1.05m/s)で1皿を供給する必要がある。従って作業者は全く遊ぶ様子をみせず順調なときは2.9秒で1枚の皿を供給している。しかし苗送り装置に対して余裕を持って苗を供給してやれないため、1~2本が正しく

第3表 苗供給作業のシモチャート(作業者 25歳, 作業速度 0.23m/s)

経過時間	目	所要時間	左 手	所要時間	右 手
0		0.5	新しい苗皿をつかむ		左手に同じ
0.5	下を見る	2.0	苗を持ち上げる	2.7	"
2.5			苗皿を置く位置に合わす		"
3.3			苗送りが進むのを待つ		"
3.7			苗皿を置き始める		"
6.9	所を定める	6.4	苗送りに合わせて苗皿を進める	2.3	"
7.7			定置終り抜き始む		苗皿を抜き始める
9.6			手を離す		"
11.8	上を向き始める	5.4	手をひざ上で休ます	2.2	抜き終り、持ち上げ始む
12.7			下を向き、進み具合を見る		空の皿を離し、手を引き始む
15.0	上を向く	5.4	手を上げ始める	2.3	手をひざの上で休ます
15.8			新しい皿をつかむ		手を上げ始める
					左手に同じ

第4表 苗供給作業のシモチャート (作業速度 1.05 m/s, 作業者 ♂ 25 歳)

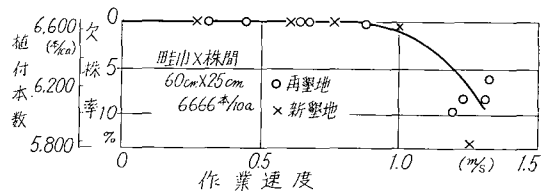
経過時間	目の動き	所要分	左手の動き	所要分	右手の動き
0	下を見始む	0.2	新しい苗皿をつかむ	0.2	空の苗皿をはなす
0.1	苗の並び不良を見つける		皿から手をはなし始む		手をおろし始む
0.6			苗送りに手が届く		苗送りに手が届く
1.5~2.5	上を見始む		整列を終り, 手を上げ始む		整列を終り, 手を上げ始む
2.0~3.0	再び新しい皿を見る		新しい皿に届く		
2.4~3.4			苗皿をつかむ		手を添える
0.2	苗送りの状態を見る	0.4	苗皿を手元におろし始む	0.4	苗皿に手を添える
0.6	定置位置を注視する	0.4	苗送り上方で定置位置を合わす		左手に同じ
1.0		0.3	苗皿を定置し始む		"
1.3			苗皿を定置し手をはなす		苗皿を定置し終る
0	苗の並び不良を見つける				(苗皿を引抜き持ち上げ始むが苗皿をもどす速度が遅れる)
0.5~1.5			整列をする		
1.9	上を見始める			1.0	苗皿を引抜き終り, 持ち上げ始む
2.0	新しい苗皿を見る	0.4	手を上げ始む		
2.6			新しい苗皿に手が届く		
2.9	下を見始む	0.4	新しい苗皿をつかむ		空の苗皿をはなす

苗送りに入らず浮くことが多い。時には苗皿の引抜き動作のためポットが横にずれてしまうことも出る。こんな時の例が表中に点線で包んで示してあるが、前者の1~2本の際は経過時間 1.3 秒のあとにある左手のみで修正しており、前述の 3.60 秒当り 1 皿の原則から言って余裕は 0.7 秒しかないが、おおむね欠株なしで供給していた。しかし不整列なポット数が増したりして経過時間 0 のときに起るような場合を考えると、このときは両手で整列し 2.4~3.4 秒を費すから 10~14 本の連続欠株が出ることになる。このような事態は作業者の熟練度合によって変るが極めて希れである。

この動作を工場管理手法における動作分析)に従って仮りに標準時間を算定する。苗皿の定置が極めてむずかしいものと仮定すると 5.1 秒を要することになり、これを作業速度に換算すれば 0.74 m/s が標準作業速度となる。定置が若干容易であるとすれば 3.8 秒が標準時間となり、0.99 m/s が標準速度となる。この状況から見ると作業速度 0.8 m/s は動作分析から得られる 適正作業速度と考えられる。

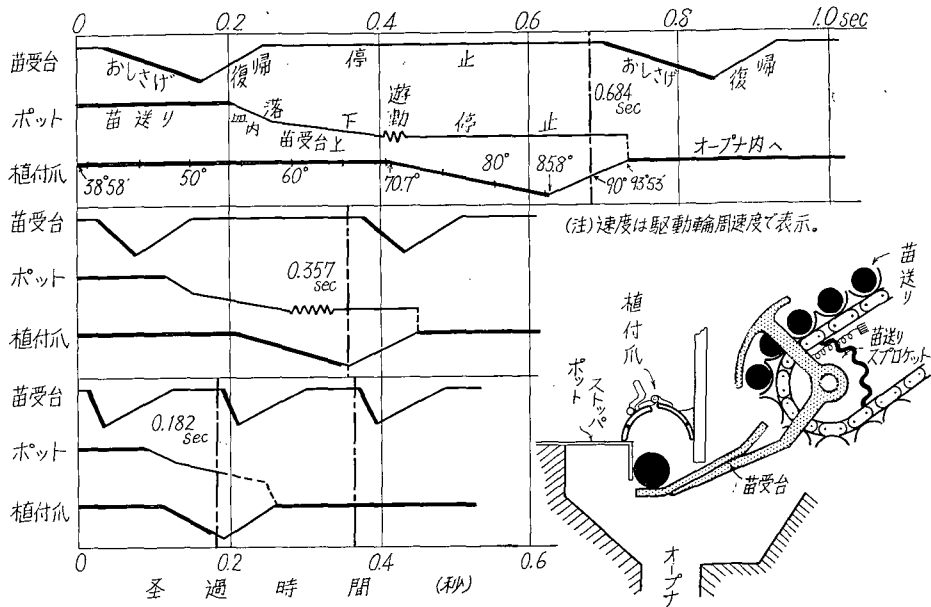
3) ポットの把握機構の調査結果

前述のように 1.0 m/s の速度では苗供給者が欠株を起す恐れがあるので、人為的な欠株は別に集計するように監視人をつけて植付状態の調査を行なった。このうち欠



第1図 機械的欠株の発生率と作業速度

株率 (埋没・倒伏ポット並びに折損ポットが対象となる)を見ると第1図に示すように、作業速度 1.0 m/s を越えると 5~10% と急激に増大した欠株率を示して極めて不安定となった。仮りに 10 a 当り 6,600 本を植付けるとしても 5% の欠株が出れば水稻のように補償作用が少ないから収穫量の減少は明らかとなり、この欠株率の問題も作業速度の制限要因と思われる。人為的欠株は除外されているから機械による欠株の発生原因を考えるとポット把握時と放擲時が推定されるが、各ポットの状況から判定してポット把握時が問題であると帰結できた。このため各作業速度別に植付爪がポットを把握する瞬間を高速度カメラで撮影し、第2図を得た。なお図内には機構図を加えてある。苗送り装置の上にあるポットは落下制御爪の上下動作 (苗受台と連動) により開放され、皿内で遊動し始め、遂には苗受台上に落下する。苗受台の傾斜に



第2図 ポット把握時のタイミングチャート (上段より 0.287, 0.554, 1.085 m/s の場合)

よって滑り落ち、スプリングバネによるストップに当るまで進行する。滑走時にポット上下にアンバランスがあるから(莖葉・ポット外周の凹凸、摩擦力)ストップへの当り具合が変り、スプリング効果も加わって遊動する。これも間もなく停止しポットは全く静止する。円板上に8本取付けられた植付爪が駆動輪によって回転させられて図に示す位置で全開し、そのあとスプリング作用の爪がつかみ作用を始めポットを挟む。ポットを挟んだ植付爪は苗受台をおし下げオープナ内へ進入する。この経過を各機素別に状態を表示したのが第2図で、作業速度では 0.287, 0.554, 1.085m/s について記載されている。なお本図では駆動輪周速度をもって作業速度としているから、仮りに圃場内で20%のスリップ率を示すとすれば上記の3通りの速度はそれぞれ 0.3, 0.567, 1.30 m/s となる。

0.29 m/s の速度では植付爪は0.68秒毎に新しい植付爪が来る。この時間間隔であれば前述のポットの動きと同じく苗送りから次々とポットが落下して来て植付爪に供給されこれらの間に不具合はない。中段に示す 0.55 m/s の場合でもポットの動きは基本的に変わらないが、ポットが苗送りの皿から動き始めてから停止するまでの時間は 0.29 m/s のときとほとんど同じかむしろ長いことに留意されたい。図中に細線で示すところはスプリングの反力や自然落下に依存しているところを表わすが、ポットの落下も自然滑走にたよっているの、植付爪の時間間隔

が0.36秒毎と短縮されても滑走時間は変わらない。更に、苗受台が先行した植付爪によっておし下げられ復帰し終るか否かのときに、次のポットの落下を見るのでポットはなめらかに滑らずストップに当って遊動する時間が長くなっている。しかしながらこの作業速度ではポットが停止してから植付爪が挟むまで0.1秒の余裕があり、正常に挟まれることは確実である。

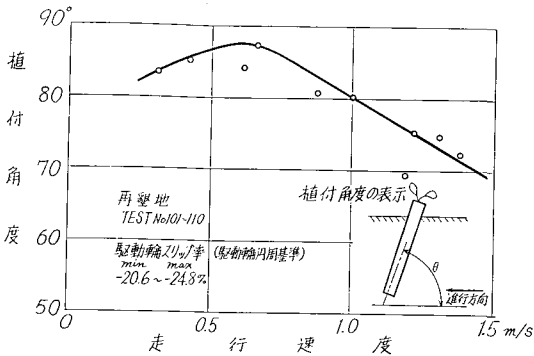
最下段の 1.08 m/s の場合では、植付爪の時間間隔は 0.18秒毎と短くなる。作業速度の高速化により機械的連結部は比例して高速化してくるが、前にふれたようにスプリング復帰・自然落下部は高速化されないでポットが苗受台上を滑っている途中で植付爪が到着してしまい、正確な挟み込みどころか時には挟み得ないこともある。

以上の経過から理論的にはポットがストップに当って遊動し、停止した瞬間に植付爪に挟まれる時間間隔が現状の最高速度となり、試算によれば 0.79 m/s (10,20% スリップとして 0.87, 0.95 m/s) と考えられる。

この速度制限を高める為にはポットの自然滑走をやめて、機械的な連結機構にするのが最善の手段であろう。

3) ポット放擲と覆土に関する調査結果

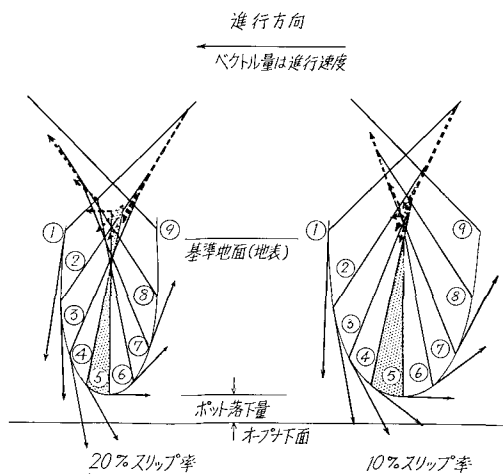
作業後のポット植付姿勢を見ると第3図に示すように低速では後傾を示し、0.6 m/s 程度ではほぼ直立となり、これより作業速度が上昇すると再び後傾となる。1.0 m/s で 80° を示してくるから、この角度までが成育に支障の



第3図 ポットの植付姿勢

ない植付姿勢であるとする。1.0 m/s が作業速度の制限条件となるが、オープン位置の調節によりこの条件も変わるものと推定できる。したがって何故このような姿勢がでるか調節によって直立させる作業速度が変え得るかなど更に明らかにすべき点が多い。これについても高速度カメラで調査することにしたが、土壌内の動きは不透明なため見られなかったため地表面の状況から観察して内部を推定するに止った。この点については今後更に追求すべき点と考える。

駆動輪 ( $\phi = 500 \text{ mm}$ ) は植付爪や苗送り機構の動力源となっているほか、オープナの後ろにキャスト角を有した状態で取付けられて覆土と鎮圧輪を兼ねている。植付爪は植付円板の周りに8本取付けてある。ポットをオープンで開溝した内部に持込ますため、植付爪先端までの回転半径を駆動輪より大きくし 357 mm としてあり、駆動輪とはチェーンにより同一回転比で結ばれている。更に植付円板上の植付爪はポットを上面 (第2図参照) から



第4図

掴む上げさみ方式を採用して、ポット放擲時の障害を除くようにしてある。また実際の植付圃場では、駆動輪は 10~25% のスリップ率を示すものと考えられる。このような条件下では、植付爪の軌跡は複雑となる。第4図にはポットが挟まれた時の位置と植付爪とは位置関係が異なるから、ポットが植付爪に常時挟まれているとしたときのポットの軌跡とこのときのポット上・下端の速度を示した。放擲のために植付爪が開き始める位置は下死点前  $12^\circ$  で、図中④の点に極めて近いし、図中⑤の下死点で全開する。

高速度カメラによる解析で、植付爪からポットを空中に放擲させたときには、ポットの持つ自重、ポットの湿り具合、スリップ率によって変わる軌跡の状態によってポットの落下姿勢が種々変化した。低速から高速に増速するにつれて放擲位置が徐々に遅れること、ポットは放擲された後オープン下面 (開溝の底面) まで 2 cm 程度落下するがこの時間内にポット面は植付爪の軌跡によって若干影響を受けることが分った。これらは第4図の軌跡と速度図からも明らかなように、ポット上面は絶えず前進方向の速度を持ち、直立位置 (図中番号⑤) までは急激に減速されているから負の加速度を与えられる。従ってポットは供試機のように背面から挟まれているときは絶えず植付爪におしつける働きをすることになる。一方、ポットの下端は進行方向と逆の速度を持ち、10% のスリップ時にはポット上部を中心にふり回す如く、20% スリップでは感じとして、地面にたたきけるようにして両者共速度の方向はめまぐるしく変化している。このような状況で④から⑤に至る時間内にポットは挟みから解かれ、自由な状況で落下を始める。しかしポット重量は約 50 gr あるが、この重量に対してポット下端で 10% スリップ時の水平方向分力で、前進速度の約 35%、20% スリップでは前進速度の 20% の速度を与えられても、本来の作業速度が低いときにはポットの落下に対して特に影響を与えないように見られる。

作業速度が 0.3 m/s のときには、下死点前  $10^\circ$  程度でポットは落下を始め、2 cm の落下距離に 0.7 秒程度を費すことが、高速度カメラから解析できた。このとき植付爪は軌跡番号④から⑤に移動するのに 0.21 秒 (20% スリップ) を費すから、植付爪は落下中には下死点前  $5^\circ$  程度までしか移動しない。このためポット上面は植付爪から特に大きな影響を受けないので後傾した状態で落下し終る。

駆動輪による覆土・鎮圧作用は、作業速度が遅いためオープン直後から影響し始めているからおおむね落下時

の姿勢で固定するものと考えられる。

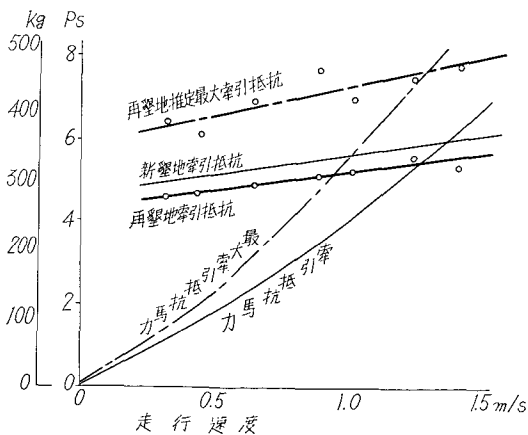
次に 1.0 m/s を越える高速の際には、ポットは下死点前 2~4 度のところで落下始める。更に軌跡 ④ から ⑤ までの所要時間は 1.2 m/s, 20% スリップで 0.05 秒にすぎないから、ポットの落下中に植付爪は下死点をすぎ約 10 度回転する。このため、ポット下面の後方への速度の影響によって若干後方へ落下して行くが、間もなく接地してしまう。一方植付爪の動きにより、ポット上面は一層強く後方へ押しやられるため、ポットは後傾状態になる。更に覆土装置も作業速度が速いのでオープン直後からポットを固定できず、後傾を強くさせるものと考えられる。従って 0.6~0.7 m/s のときは上述例の中庸を行きほぼ直立状態で覆土されたものと考えられる。

これらの点についてはポットを空中に放擲させたときの高速カメラフィルム・運動軌跡図および実作業時を高速カメラで撮影した表面に現われる部分の状態をまとめて考察し、推論したものである。従ってポット重量・摩擦係数・ポットの放擲位置・オープンから覆土までの泥の動きなど、大きく影響する条件について試験を行ない、確実な判定を下す必要があるが、作業速度とスリップ率の影響が極めて大きいことは明らかである。

#### 4) 牽引抵抗力試験結果

ビート移植作業は極めて膨軟な畑地内で作業を行なうため、作業の高速化により時には牽引不能となる恐れもあるから、移植機の牽引抵抗力を調べた結果第 5 図を得た。

牽引抵抗力はいずれも作業速度の高速化と共に増大しており、低速と 1.5 m/s 程度の高速とでは 100 kg 内外の差異が見られる。図のなかで再墾地推定最大牽引抵抗力は、波状地や傾斜地では抵抗力を多く要することを考慮



第 5 図 ビートトランスプランタの牽引抵抗力

に入れて名付けたもので、算出の基準は静止状態から作業状態に移行するスタート時のショック的荷重を用いたものである。

再墾地での牽引抵抗力よりも新墾地の方が大きな力を要するのは、砕土状態の悪化によって覆土・鎮圧輪の走行抵抗力の増加などが原因したものと考える。

これらを牽引抵抗馬力として表わすと、1 m/s で 4 PS および 5.5 PS, また、1.5 m/s では 7 PS および 9 PS となる。

一方、牽引トラクタについてもこのような膨軟地で牽引力試験を行なって相互を対比する必要があるが、昭和 40~41 年に「北海道営農用トラクタ性能試験」を実施し、数多くの膨軟地の試験結果があるのでこれを引用することにした。

この結果から見ると、移植圃場のように膨軟地でトラクタが発揮する牽引係数は約 0.25 前後である。

従って 1.5 m/s の常用牽引力でおおむね 350 kg, 最大牽引力で 450 kg 程度と仮定し、牽引係数 0.25 で逆算すると、トラクタ重量が 1.4 t および 1.8 t となる。この重量に相当するトラクタは 25 PS 級以上となる。この該当するものから移植機を装着したときに前輪が持ち上げてしまうようなアンバランスのものや試験圃場よりも硬い地帯では牽引力の不足するものを除外せねばならない。

これらを安全性として考えてトラクタ馬力を大きく見積っても約 30 PS あれば 1.5 m/s の走行に耐えられるものと推定できる。

## IV. 結 論

ビートの栽培面積が伸び悩んでいる要素の一つに、他作物に比べ生産労力が多いことがあげられる。このビート生産労力の多くを占めるとされる移植作業を進めるビート移植機について、労力低減のための制限要素を追求し、次のことが明らかになった。

1) ビート移植機 (トラクタ用 2 畦) の能率の実情は 9~20 a/h に止っていると同時に 3 名のトラクタ運転者・苗供給者と 7 名以上の苗配列作業者を要することに問題があった。

苗配列用の器具の開発とか移植機の改善を考える必要がある。

2) 移植作業の能率が低い原因は、作業速度が 0.5~0.7 m/s と他作業より低速であることおよび作業中 20~35% の時間は苗補給に費し、植付作業を停止していることである。後者はユニット交換方式などの効果的な方法によって、停止時間を短縮することを検討せねばなら



ない。

3) 人手による苗供給作業の動作分析によると、欠株のないように確実に供給をして行ける最高作業速度はおおむね0.8 m/s であると考えられる。苗皿の運搬長さとも苗皿の苗送り挿入法に速度制限の原因が考えられる。

植付爪によるポット把握機構では、駆動輪速度が0.8 m/s 以上に増すと確実な把握が不能となってくる。機械的駆動部分の高速化にポットの自重による落下・滑走等が追従できなくなることが制限事項となっている。

5) ポットの放擲・植付機構では、駆動輪のスリップ率・ポット重量・覆土の流線などの影響が大きいが、作業速度の増加にともなう放擲位置の遅延と植付爪の軌跡にからむポットの動きから植付時の傾斜がはげしくなる。直立から前後10°以内の制限を付すと、測定結果では1.0 m/s が最高速度となる。

6) 移植機の推定最大牽引力から考えると30 PS級のトラクタであれば1.5 m/s の速度が出し得る。

7) 各機構の検討結果を総合すると、最大作業速度は0.8 m/s 内外に止まることになり、作業速度の向上は機構の根本的改善をせねば不可能である。

以上現在使用されているビート移植機について検討を加えたので、この結果をふまえて現機種種の改善さらには高能率な全自動式移植機の研究を進めたいと考えている。

#### 参 考 文 献

- 1) 遠藤健児著：「作業の改善」, 日刊工業新聞社, 1965年.
- 2) 岡村・高井・他：「サービスレコーダによる各種作業効率の測定について」, 農機道支部報. 9, 1967
- 3) 農林省統計調査事務所：「北海道農業の動き」.
- 4) 北海道：「北海道農業基本調査結果報告書」, 昭和44年版.
- 5) 北海道農機協会：「営農用トラクタ性能試験成績集」, 1966年3月.

#### Summary

It is important problems how to reduce the cost and labor of the suger beet production in Hokkaido.

Since transplanting is the most laborious work for the suger beet production, the limitations of the field capacity of the transplanting machine were discussed in the present paper.

1) It is main problem of the transplanting work that the field capacity of the machine is only 9~20 a/h, and that the three operators and over seven helpers are required. Judging from the data of the service-recorder, the low field capacity was caused by the slow planting speed and necessity of frequent replenishing with a plant.

2) The planter has special mechanism to feed the plant with the magazine in which fifteen plants can be charge and the magazine is supplied to the machine by human hand. The forward speed is limited by supplying ability of the magazine and it was up to the speed of 0.8 m/s, according to the motion study of the operation with 8 mm cine-camera.

3) The plant from the magazine is caught by a mechanical grip, and the catching ability is the another factor to limit the machine speed.

It was found with high speed camera that the satisfactory result can be expected for the drive wheel speed under 0.8 m/s.

4) The third factor to limit the machine speed is defined the uprightness and uniformity of the reset plant. The uprightness was much influenced by the slippage of the drive wheel, the speed of the machine, the gravity of the plant, the position of the opener and the condition of soil.

It was presumed by the studies with a geometrical solution, high speed camera and actual field test that the uprightness became unstable over the 0.9 m/s of speed.