

# 加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する研究(第3報)

——試作した果実収穫機(第2号機)について——

有 馬 博

信州大学農学部 蔬菜花卉研究室

## 目 次

I 緒 言	183
II 2号機設計上の留意点	183
III 2号機の構造と機能	187
IV 2号機のは場実験	199
V 考 察	213
VI 摘 要	215
VII 附 記	216
VIII 参考資料	216

## I 緒 言

近年、加工用トマトの需要は著しく増加しているが、果実の収穫作業に全栽培労働の30～60%を要することから栽培面積が伸び悩んでいる状況である。

前報(第2報)<sup>1)</sup>では、この作業の省力化を目的にして試作した果実搬送機と自走式全面掘取後面排出型の果実収穫機(試作名称;SU-73型試作実験機、以下1号機という)について報告した。

引き続き1974年には、1号機の実験結果に基づき2号機(試作名称;SU-74型収穫機)を試作し実験したので報告する。

## II 2号機設計上の留意点

加工用無支柱トマト(以下、加工トマトという)の栽培が国内に普及したのは1961年以後である<sup>2)</sup>。以来、今日までようやく十数年を経過したにすぎないがこの間に新しい品種の作出や栽培法の改良がつぎつぎにすすめられた。たとえば、信州大学農学部附属農場において過去10年間に主要品種として重点的に栽培した品種だけをあげても、ローマ、チョコー、くりこま、H1370、桔交系品種、早生だるま、チョコーNo.3、KG127その他があげられる。また、これにともなって育苗、施肥、畦作り、定植、薬剤散布、マルチ、収穫などの作業方法もさまざまな変せんをたどった。加工トマトについては今後もなお品種や栽培法に多くの

変化が予想され、早急に作型が類型化、規格化されるとは考えられない。

いっぽう、この作物は病害予防のために輪作を必要とする畑作物であり、集約栽培が可能な反面、粗放化もある程度は可能であって、集約度は経営によってかなりの差をみせている。

著者らはこのような不確定条件の多い現状のなかでわが国の加工トマト栽培法、栽培規模、気象条件などになるべく適合して可能なかぎり手作業を機械作業におきかえうるものであり、かつ、早急に実用化できる構造の収穫機を開発しようとして1973年には下記のとおり1～6の設計方針をあげ1号機を試作した<sup>1)</sup>。

1. 果実を茎葉ごと機体上にピックアップし一挙収穫を行なう収穫専用機であること。
2. 回転半径が小さい全面1畦処理型にし小型のほ場でも駆動可能にする。
3. わい性小型果の品種を対象にする。
4. 作業能率は作業員3名で10aあたり2時間を目標にする。
5. 収穫した果実の熟度選別は別に機体外で行なう。
6. 機体各部の調節を可能にし実験に便利な構造にする。

2号機の設計方針も1号機とほぼ同じに設定したが1号機の欠点を補うとともに実用化を目標にして下記のa～f項も考慮した。

a. 駆動性を良好にすること。——1号機には必要最少限の機構しか設けなかったが台車への搭載重量は625kgに達した。2号機はさらに機構が複雑になり重量が増加することが予想されるので、より大型の台車を使用するとともに、機体の軽量化につとめる。

b. 果実のピックアップロスを少なくすること。——果実の収穫ロスにはピックアップロス、シフトによる分離ロス、選別部からの排出ロスおよび物理的障害による損傷があげられるが1号機では大部分がピックアップロスであった。1号機は畦の中央部の果実をほぼ完全にピックアップしたが畦間の果実はほとんどピックアップできなかった。2号機にはかき寄せ装置を設けること、バーコンベアへ補助バーを取りつけることなどにより茎からはなれて畦間に転落した果実もピックアップできるよう配慮する。

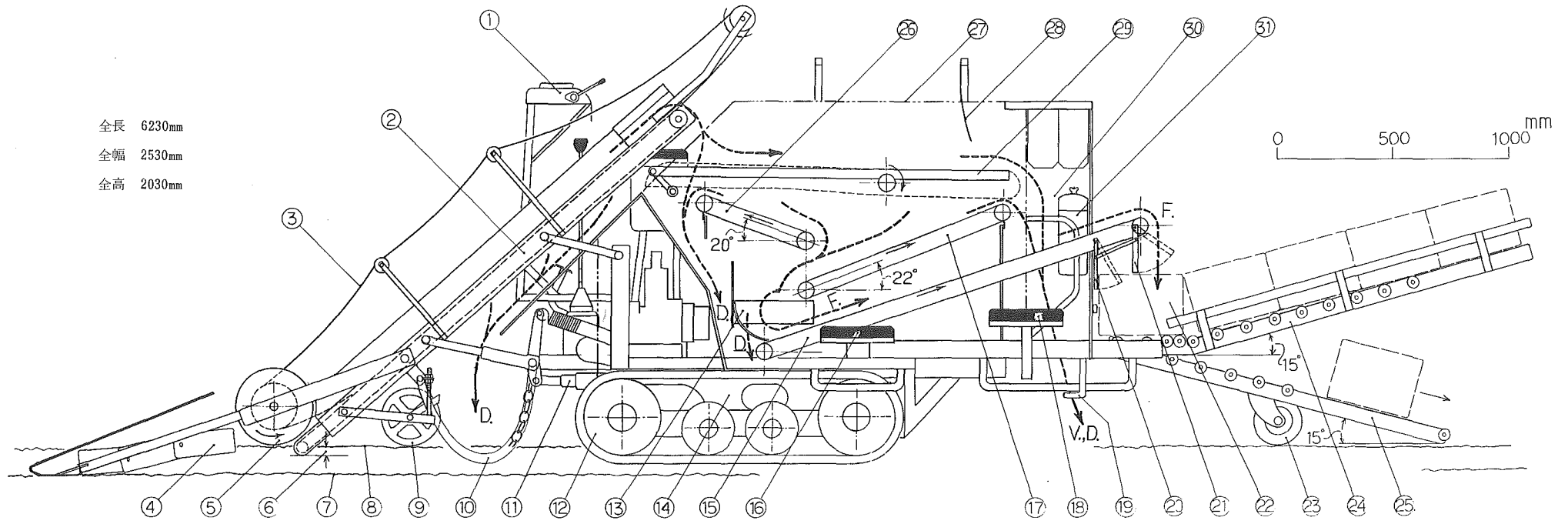
c. 乗用型にすること。——1号機では運転者のほか補助作業員も歩行した。その結果歩行による果実の踏みつけがみられたことおよび運転者の眼の位置が低すぎ、機体各部の監視が行ないにくい欠点があった。2号機は乗用型にし、運転席を監視に便利な場所に設置する。

d. 路上走行時には機体寸法を縮小する。——作業機部を十分な寸法に製作すると農作業用小型特殊自動車の制限寸法をオーバーすることが明らかであるが路上走行時には全幅、全長等を縮小できるようにする。

e. 台車の改造は最少限にとどめること。——現在の加工トマトの栽培面積と一挙収穫法そのものの特性から推察すれば、実用化可能な収穫機が完成してもさしあたって大量の需要は見込み難い。したがって、すでに大量生産され普及している型式のクローラ台車をそのまま利用することが望ましい。なお、作業機部にもなるべく特殊なパーツを用いずに製作するよう留意すること。

f. 選別機構を充実させるほか選別者も搭乗させる。——1号機には平ベルト逆転式の選別コンベアを装着した。その結果、茎葉はほぼ完全に除去されたが土塊、石、腐敗果などには選別残しがあった。2号機には選別用バーコンベアを装着するほか選別者を搭乗させて主

全長 6230mm  
 全幅 2530mm  
 全高 2030mm



- |                     |                    |                         |   |
|---------------------|--------------------|-------------------------|---|
| ① 運転席               | ⑩ 果実排除用鎖           | ⑲ フットレバー                | ⑳ 排出制御用ゴム板                                  |
| ② バーコンベア            | ⑪ 単動式油圧シリンダ        | ㉑ 果実案内板作動レバー            | ㉒ シフトとその振動範囲 (点線)                           |
| ③ フィードチェン           | ⑫ 動輪               | ㉓ 果実案内板                 | ㉔ 茎葉排出孔                                     |
| ④ かきよせ板 (折たたみ可能)    | ⑬ 横送りコンベア (バーコンベア) | ㉕ コンテナ                  | ㉖ エンジン (11PS 1500rpm)                       |
| ⑤ フィードローラー (折たたみ可能) | ⑭ クローラ台車           | ㉗ カスタ車輪                 | 太い点線は果実等の経路                                 |
| ⑥ 切削深さ              | ⑮ 後送りコンベア          | ㉘ 空コンテナ用ホイルコンベア (取外し可能) | { F.; 果実<br>V.; 茎葉<br>D.; 土、腐敗果および<br>きょう雑物 |
| ⑦ 畦の最低部             | ⑯ 第1選別者席 (取外し可能)   | ㉙ ホイルコンベア (折たたみ可能)      |   |
| ⑧ 畦の頂部              | ⑰ 逆転式選別コンベアー(2)    | ㉚ 逆転式選別コンベアー(1)         |   |
| ⑨ 切削深さ調節用ローラー       | ⑱ 第2選別者席 (折たたみ可能)  | ㉛ 側壁板位置                 |   |

図一1 SU-74型加工トマト収穫機構造図

に土塊、石などの選別を行なう。

g. コンテナの取り扱いを省力化すること。——果実を入れたプラスチック製コンテナの作業時の重量は1箱 19～21kg であるがとり扱う箱数が多いためかなりの作業量と労働強度がある。そこで2号機へはこの作業を省力化するための装置を組み入れる。

### Ⅲ 2号機の構造と機能

Ⅱの設計方針に基づき、1974年に2号機を試作した。図-1～2と表-1はその構造と諸元である。

水稻、麦用の自走式コンバインハーベスタ（クボタ HT-90T型）の自走部を一部改造し、これにかきよせ装置、フィードローラ、フィードチェン、パーコンベア、だ円振動シフタ、逆転式選別コンベア（2台）、横出しコンベア、後送り用コンベア、空コンテナ供給用ホイールコンベア、果実入りコンテナの滑落装置、運転者席、選別者席（2個）その他を装着した。

原動機はHT90-Tコンバインに塔載されていた空冷単気筒エンジン（連続定格出力11PS/1500rpm）1台である。動力伝達には主にB型Vベルト、40番単列ローラーチェン、平ギヤ等を用い、上部構造は台車に装着されている減速機、クラッチ類、動力取出装置等に合わせて設計した。ピックアップ用パーコンベアの昇降には台車に装着されていた油圧装置を改造して使用した。

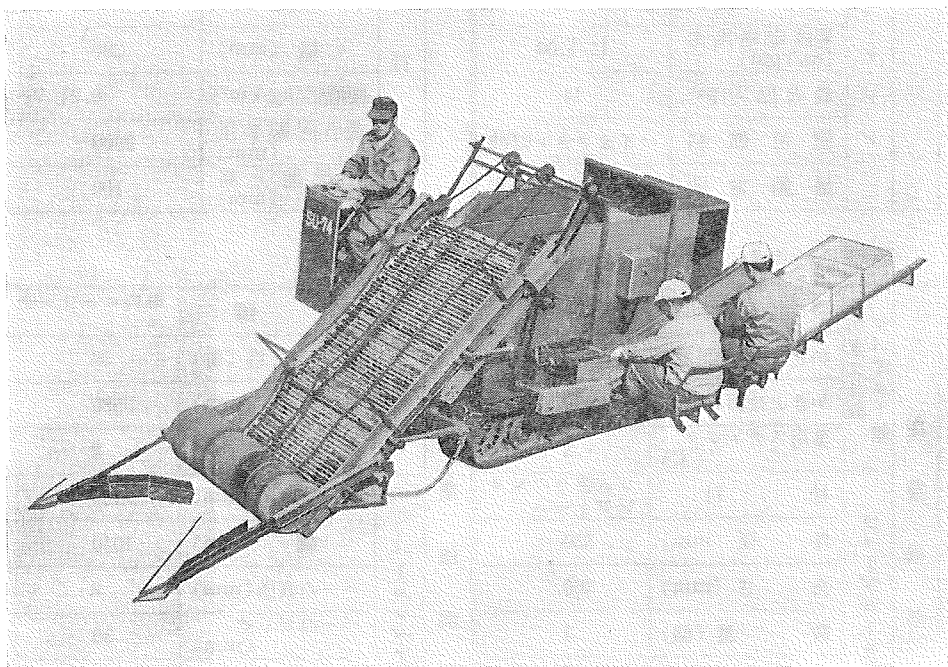


図-2 SU-74型 加工トマト収穫機

表一1 SU-74型加工トマト収穫機諸元表 (1974.10.31現在)

諸元表一その1

作業方法等	作業方法の種類		一挙収穫 全面・1畦掘取	台車	主クラッチ	乾式多板式	
	作業者(人)		3		シフタ用クラッチ	テンションプリー ー式	
	内訳	運転者(人)	1 (搭乗)		コンベア類用ク ラッチ	乾式多板式	
		選別者(人)	2 (〃)				
	作業幅(mm)		1300				
理論能率(走行速度8.5 cm/sec, 畦幅1.3mの 場合)(a/hrs)		4.0					
機体寸法等	路上 走行時	全長(mm)	3700	走行速度 (cm/sec)	前進	1速	8.5
		全幅(mm)	1920			2速	13.0
		全高(mm)	2200			3速	15.8
	ほ場 作業時	全長(mm)	6230			4速	20.9
		全幅(mm)	2530			5速	31.9
		全高(mm)	2030			6速	39.6
機体重量(kg)		1180			後進	1速	10.4
					2速	26.3	
エンジン	名称	LH670-J		走行部	クローラの種類	エンドレスゴムク ローラ	
	型式	空冷・4サイクル			〃 輪距(mm)	710	
	連続定格出力 (ps/rpm)	11/1500			〃 幅(mm)	280	
	最大出力(ps)	14			接地圧(kg/cm <sup>2</sup> )	0.21	
	使用燃料	ハイオクタン灯油			最小回転半径 (mm)	2300	
	始動方式	セルスターター式			最低地上高 (mm)	100	

諸元表一その2

作業機部	デカきよせ板 兼	型式	鉄板連結式	作業機部	フィードチェン	種類	単列ローラーチ ェン
		かきよせ角度(度)	30			規格(番)	40
		かきよせ幅(mm)	600			長さ(mm)	5580
		茎用スティック (本)	2			数量(本)	2
	フィードローラ	材料	ゴム張りウレタ ンフォーム		バーコンベア	長さ(mm)	2100
		外径(mm)	350			幅(mm)	1040
		長さ(mm)	300			バーの直径(mm)	9
		数量(個)	3			バーのピッチ (mm)	30
		周速度(mm/sec)	460			傾斜角(度)	42

機 部	作 業	バー コン ベア	搬送速度(mm/sec)	250	機 部	横 出 し コ ン ベア	型 式	バーコンベア			
			補助バー(本)	72			長 さ (mm)	980			
			上下作動方式	油圧単動シリンダ			幅 (mm)	430			
			切削深さ調節	プラスチックローラー上下式			バーの直径(mm)	6			
	シ ン フ タ	排 出 制 御 板	材 料	長さ (mm)		1560	後 送 り コ ン ベア	材 料	バーのピッチ (mm)	33	
				幅 (mm)		820			傾 斜 角 (度)	0	
				振 動 方 式		4 節回転機構式			搬送速度(mm/sec)	380	
				振 動 の 種 類		だ円振動			材 料	合成繊維布	
				振 動 数 (c/min)		225				型 式	バケット状コンベア
				最大振幅(mm)		垂直方向 120				長 さ (mm)	1980
				〃 (mm)		水平方向 70			幅 (mm)	340	
	ふるい面傾斜(度)	平均 2	さんのピッチ (mm)	180							
	機 部	逆 転 式 選 別 コ ン ベア	材 料	数量(枚)		1	空 コ ン テ ナ 用 コ ン ベア	傾 斜 角 (度)	さんの高さ(mm)	35	
				縦 (mm)		300			搬送速度(mm/sec)	235	
				横 (mm)		850			揚 高 (mm)	520	
			材 料	数量(枚)		1			型 式	着脱式ホイルコンベア	
				材 料		合成繊維布				長 さ (mm)	1910
				型 式		平ベルト逆転式				幅 (mm)	570
				長 さ (mm)		530				ホイル径(mm)	50
				幅 (mm)		840				ホイル数(個)	22
傾 斜 角 (度)				20	傾 斜 角 (度)	15					
搬送速度(mm/sec)				160	コンテナ搭載数(個)	5(最大11)					
逆 転 式 選 別 コ ン ベア	材 料	数量(枚)	1	果 実 入 コ ン テ ナ 滑 落 装 置	型 式	ホイルコンベア					
		型 式	〃			全 長 (mm)	1600				
		長 さ (mm)	960			全 幅 (mm)	1160				
		幅 (mm)	840			ホイル径(mm)	50				
		傾 斜 角 (度)	22			ホイル数(個)	29				
		搬送速度(mm/sec)	160			傾 斜 角 (度)	3~13				

図-3は動力伝達経路である。

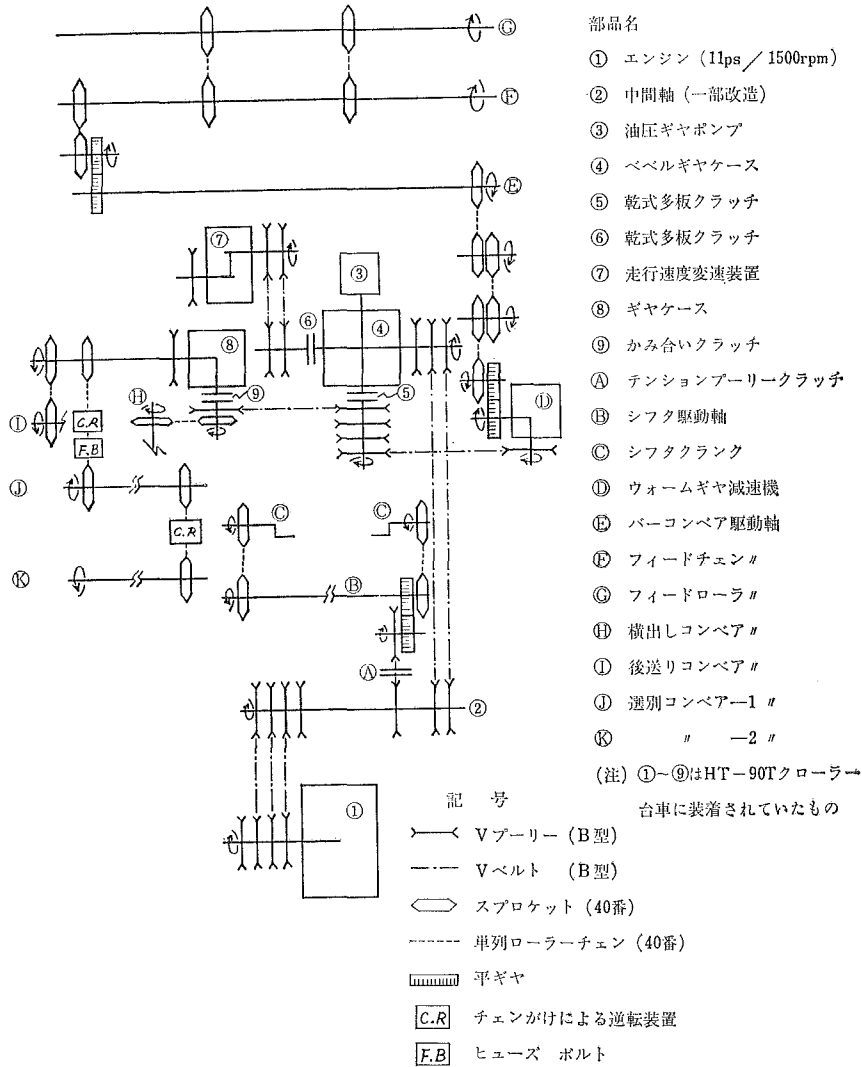
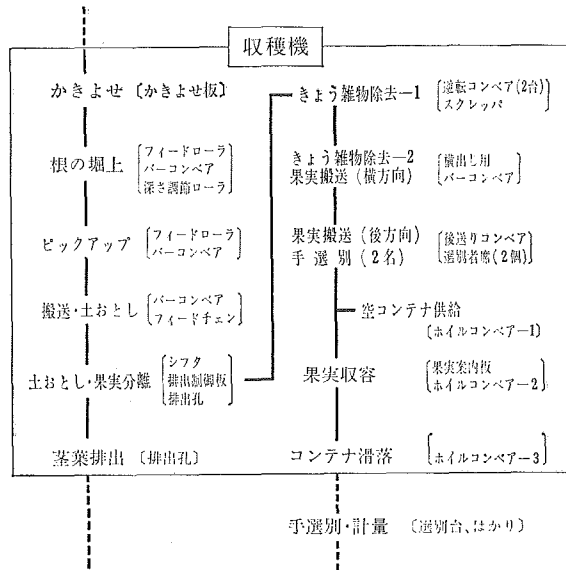


図-3 SU-74型 加工トマト収穫機動力伝達図 (クローラ部省略)

2号機の構造は基本的には1号機と同じであるがIIのb.f.およびgを考慮したため作業要素は1号機よりやや複雑になった。図-4は2号機の作業要素とそれに関連する機械部分である。2号機は機体最前部のかきよせ装置 (デバイダ兼用) で畦と畦の間の茎葉のからみつきを解き、かきよせ板で果実を畦の上部中央へかき寄せる。バーコンベアとフィードローラは根を掘り取り、茎葉とともに果実をピックアップしこれらをフィードチェーンで押さえてシフトまでリフトアップする。シフトはこれに強制振動を与え、果実を分離して逆転式選別コンベアへ落下させると同時に茎葉を機体の後方へ送り機体外に排出する。シフトの最前部に



図一4 SU-74型 加工トマト収穫機の作業要素と機械部分〔 〕内

は根やバーコンベアに附着してリフトアップされてきた土をふるい落とすための細かな網目がある。2台の逆転式選別コンベアはきょう雑物や腐敗果を機体の中央下部または後部に排出しながら果実を横出しコンベア（バーコンベア）上に転落させる。逆転式選別コンベアで除去しきれなかった小さな土塊等はこのコンベアからも落下する。果実はここから後送りコンベアに移され、2名の選別者の手選別を経て後部のコンテナに収容される。空コンテナはこのほかに4箱（最大11箱）が空コンテナ供給用ホイルコンベアに乗せられていて連続供給される。果実が満たされたコンテナは第2選別者の操作するフットレバーによって移動し機体の後部から収穫済の畦の中央部へ滑落する。

塔乗する作業員は3名で、うち1名は運転者であり、他の2名は選別とコンテナの処理を行なう。

機体重量は1180kgであるがこのほか、作業時には作業員3名（約180kg）と果実やコンテナ（最大40kg）の重量が加わるため総重量は1360～1400kgになる。

機体寸法は全長、全幅、全高とも路上走行時とは場作業時で異なり、路上走行時には部品を折りたたみ、あるいは取りはずして全長と全幅を縮小させることができる。

次に主な構成部分について概要を記載する。

a. 自走部

1号機に使用したクローラ台車は比較的小型で左右の履帯の長さが異なるうえ、履帯がチェーンの連結によるものであった。そのため走行時には機体が振動し、これが前部のバーコンベア全体に共振することもあって駆動性、安定性が不良であった。

そこで、2号機にはエンドレスゴムクローラのやや大型の台車を使用した。この台車は前部の右側に運転席を、後部の右側にエンジンを備え、ギヤボックス類や油圧装置はすべて運



転席の下部およびその左側に集められていた。動輪と遊動輪の軸距は 1000mm で、輪距は 710mm であった。

主な改造点は運転席を右へ約 550mm、エンジンを右へ約 290mm 移動して上部構造物の塔載スペースを広めたことである。この際、運転者が機体全体を監視しやすい位置へ席を設けるよう注意した。なお、コンベア類やシフタのクラッチなど作業機の操作に必要なレバー類もすべて運転席またはその周辺に取りつけた。

作業時の走行速度は、当初に目標とした作業能率 (2 hrs/10a) から逆算して、最初は 1 速を 12.2cm/sec にしたが、後述の理由 (200頁) によってその後 8.54cm/sec に低下させた。

#### b. かきよせ装置

加工トマトの果実は多くが畦間に結実している。198頁の図-10はその一例である。1号機にはかきよせ装置をつけなかったため茎から離れて畦の谷に転落した果実はピックアップできなかった。このような谷部の果実が高率にピックアップされないかぎり収穫機の実用化は不可能であろうと推察された。

ピックアップの方法として、(1) 平地あるいは高低差の少ない畦で栽培する、(2) 畦間の果実を畦の中央部へレーキングした後にピックアップする、(3) バーコンベアの形を畦型に適合させる、(4) バーの切削深さを大きくする、(5) 果梗がやや離れにくい品種を栽培する、——などの方法が予想される。このうち(1)が可能であればピックアップは著しく容易になるが、ある程度の畦高がないと排水不良による生育不良や病害の多発をおこすであろう。また寒冷地ではマルチの運転によって谷が形成され、そのうえ定植や薬剤散布のためにトラクタを走行させることによって谷がより深くなるので、収穫機のピックアップ機構は畦栽培を前提として開発すべきであろうと考えられる。

(4)はバーの切削深さを増し、谷の果実にもバーを接触させてピックアップしようとする方法であるが切削深さを増すとシフタに到達する土の量が急増し<sup>1)</sup>、ピックアップされる石も増加する。したがってよく乾燥した、石の少ない、膨軟なほ場でなければこの方法は適用できない。

(5)はピックアップロスをも品種によって低下させようとする方法である。現在の主要品種は概して果梗が離れやすい。品種によっては茎を手で静かに持ち上げただけで過半数の果実が落下する<sup>2)</sup>。もし、果実がある程度離れにくい品種が普及すればピックアップロスはかなり減少せうであろう。反面、このような品種ではシフタによる分離残しが予想されるがこの種のロスはシフタの改良によって減少させることが可能だと思われる。

以上、(1)~(5)のうち、2号機の機構として(2)および(3)を考慮することとし、図-1および2のかきよせ装置を試作した。この装置はボルトで連結した3枚のゴム板付き鉄板とグラスティックからなり、左右対称の一对をフィードローラの直前に装着して、隣接する畦の株との茎のからみつきを解き放しながら果実を畦の上部へかきよせようとするものである。3枚の鉄板を連結したのは畦の形に応じて鉄板が連結部で曲がり地表面によく接触できるようにするためである。装置の先端部にはシューを付け、土中への潜入を防止している。

路上走行時には装置全体をフィードローラとともにバーコンベアの上部へ折りたたむことができる。

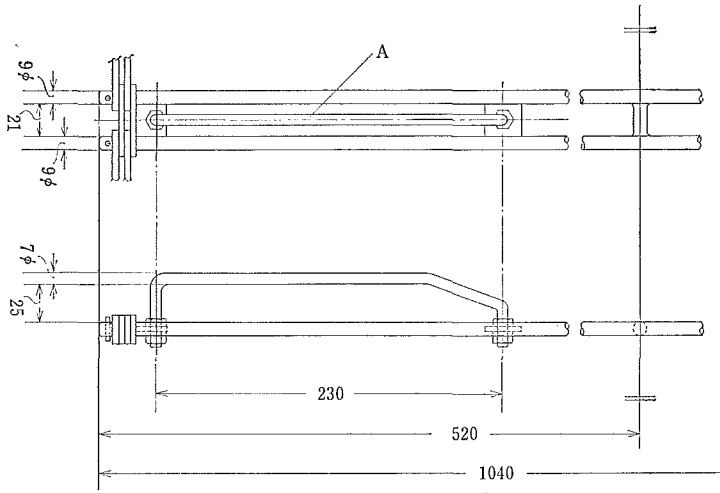


図-5 リンクバーと補助バー（A：補助バー，単位：mm）

### c. バーコンベア

前報<sup>1)</sup>にも述べたとおり，加工トマトの性状およびほ場の状況からみて，根，あるいは主幹の切断は困難だと思われる。そこで2号機も1号機と同様にバーコンベアの先端（テールローラ側）で畦の頂部を約40mmの深さに切削しつつ前進し，株を根ごと引き抜いてピックアップすることにした。使用したバーはNIPLO L-105型（松山株式会社製）リンクバーである。これに補助バーを図-5のごとく取り付け，バーコンベアを組み立てた。

バーの中心間距離は30mmであり，バーの直径が9mmであるからバーとバーの間げきは21mmである。加工用トマトの果型にはペアータイプ，ラウンドタイプその他があるがいずれも短径が25mm以下の果実は重量が8～10g以下でその大部分が未熟果であるから廃棄してもさしつかえない。したがってバーの間げきは25mm位にするのが望ましいが，これに合致する製品がなかったのでL-105型リンクバーを使用した。

補助バーはバーコンベアの切削面の形を畦型に適合させ，畦間の果実のピックアップ率を高めることを主目的にして取り付けしたが，その他にバーコンベアからの果実の転落を防止する効果もある。

リンクバーの長さは1040mmである。30馬力級のトラクタを使用する栽培では畦幅を120～130cmにとるのでこのリンクバーは畦幅より16～26cm短い。通常の畦栽培ではバーコンベアの両端は畦の谷に接触せずに通過するのでリンクバーを長くしても畦間の果実のピックアップは不可能である。

バーコンベアは傾斜角を42度とし，4節回転機構で機体へ接続して支持し，単動式油圧シリンダで，かきよせ装置，フィードローラとともに昇降させた。

バーコンベアの搬送速度は250mm/sec，揚高は1540mmである。茎葉や果実とともにシフタへ到達する土の量は搬送速度が早いほど少なくなる<sup>1)</sup>が，早すぎるとピックアップ部で裂果を生じやすくなることが予想されたので250mm/secに設計した。

バーコンベアの切削深さはただちにピックアップや選別コンベアの性能に影響する。すな

わち、浅すぎると株の掘り浅しやピックアップロスを生ずるがシフタに到達する土の量は少なく、逆転式選別コンベアは良好に作動する。逆に深すぎればその反対の状態となる。そこで切削深さを一定に保つ機構が必要とされる。手動の油圧レバーで切削深さを調節することも可能ではあるがバーコンベアの先端部はフィードローラや茎葉、土などにかくれるので微細な調節は行ない難い。1号機は油圧昇降装置とバーコンベアの先端の左右に取り付けた深さ調節用ソリで切削深さを調節したがこのソリは畦の谷部の深さに追従してゆくと、谷の深さが不均一な畦では逆効果を生ずる欠点があった。そこで、2号機では、バーコンベアの切削部分の直後へ、切削位置に極力接近させてプラスチックローラ(外径235mm, 長さ230mm)を設け、これを調節用ボルトで上下して切削深さを調節した。なお、このローラにはスクレップをつけ、土の附着によってローラのみかけの直径が増加するのを防止した。ここにローラを用いたのは接地圧を小さくし、めりこみを防ぐとともに部分的な凹凸に追従しすぎないようにするためであった。以上の切削深さ調節装置は非常に有効で運転操作が著しく容易になった。なお、調節には油圧装置も併用したがフローコントロールバルブを締め切削部分の昇降速度を約50mm/secにして使用した。

#### d. フィードローラ

フィードローラには1号機と同様に350mm $\phi$ のウレタンローラを使用した。ただし、吸水による重量増加を防ぎ、かつ、摩耗を防止するために表面へ1mm厚のゴム板をはりつけた。ローラの周速度は460mm/secでバーコンベアの搬送速度の約1.8倍である。周速度を大きくしたのは根より先に茎葉をバーコンベアへ引き上げて掘り取りを容易にすることおよびシフタへ根よりも先に茎葉部を到達させ、根がシフタへからみつくのを防ぐためである。フィードローラは茎葉の層の厚さによって約100mmまでへこみ、それ以上の厚さの場合は全体が上下にスイングする。バーコンベアとフィードローラの間隙は25mmを標準にしているのでバーコンベア上を転落した果実はこの部分で停止され再びバーコンベアによってリフトアップされる。

#### e. フィードチェン

フィードチェンには1号機と同様に40番の単列ローラチェンを2本使用した。フィードチェンは茎葉を自重で押さえてバーコンベア上での滑落を防ぐとともに茎から離れた果実を茎葉からまかせて搬送させるためのものであり、同時にフィードローラへの動力伝達もかねている。使用したチェンは比較的軽く長さ1mあたりの重量は670gであったが上記の効果を得るために重要なものであった。フィードチェンはフィードローラの軸にとりつけたスプロケットにかけられているがこの部分に腐敗果や小型果が入りこみチェンはずれたり2本のチェンが齊一に回転しなくなる欠点があった。そこでフィードチェンを3個のガイドで導くとともに、バーコンベア上部のフィードチェン駆動軸に取り付けたスプロケット2個のうち1個にclick stop機構を設け、トルクリミッタと同様に作動させたところ、トラブルはかなり減少した。

このような部分には一般にリンクチェンが用いられているがこのチェンは接続部分からはずれやすく、また、チェンの幅が広いために小型果などがスプロケットに入りこみやすい。これらを破砕して回転しうるほどに緊張すれば、フィードチェン本来の効果が低下すると思われる。フィードチェンの材料と装着方法にはなお検討が必要である。

## f. シフタ

シフタには果実分離のほか茎の移動・排出作用もかねさせようとしたため1, 2号機ともこれにだ円振動を採用した。さらにシフタ上の前後位置によって振動の軌跡を変え、株や主枝の姿勢を変化させて振動を株全体に与えながら果梗には曲げモーメント、引張、トルクなどさまざまな応力を生じさせ分離残果を少なくしようとした。

加工トマトの果実は生食用品種の果実よりも機械的損傷を受けにくいが一歩でも裂けるとその後はわずかな外力で裂傷が拡大する。したがって、ほ場で裂果をおこさないように品種の選択、栽培法等に注意することが機械収穫の要件であるが、収穫機の機構も果実に強い衝撃を与えないものであることが望ましい。

鉄板やコンクリートの面へ果実を垂直に自由落下させてみると一般に距離30cm（衝突速度2.5m/sec）以内であれば裂傷の発生あるいは裂傷の拡大は少ないがそれ以上では急増する。シフタの網目材料には1, 2号機とも外径12mmのステンレスパイプを使用した。果実を損傷させずしかもシフタを軽量化するためである。このパイプへ果実を落下させた場合も落下距離が30cm以下では果実の外見的損傷は少なかった。機械収穫において果実が最も強い衝撃を受けるのはシフタ部と果実収容部であろうと考えられたので、シフタに関しては、バーコンベアからシフタへの果実の落下速度あるいはシフタ上で跳躍して落下する速度とシフタのパイプの運動速度の合成による両者の衝突速度（最大）を2.5m/sec以下にとどめようとした。そのため、シフタの網目用パイプの運動速度をおよそ1.0m/sec以下にした。振動が強すぎると裂傷のほか果肉も損傷するうえ、廃棄すべき小型の未熟果まで分離されて熟果へ混入してくるのでシフタから排出される株には若干の残果が認められる程度の弱い振動を与えることにした。

1号機のシフタはふるい面の長さが1120mm、幅が1230mmで揺動スライダクランクの連接棒と同様な軌跡をとって振動するものであった。ふるい面の平均傾斜角は10度であり、振動数は250~300c/min、最大振幅は94.5mmであった。このシフタは台車との均衡上、やや小型に製作したため(1)分離残果が多かったこと、(2)ふるい面に傾斜を与えたにもかかわらず前部における茎の移動が遅かったこと、(3)振動軌跡の関係からバーコンベアとシフタの最前部との間隔きを縮めること

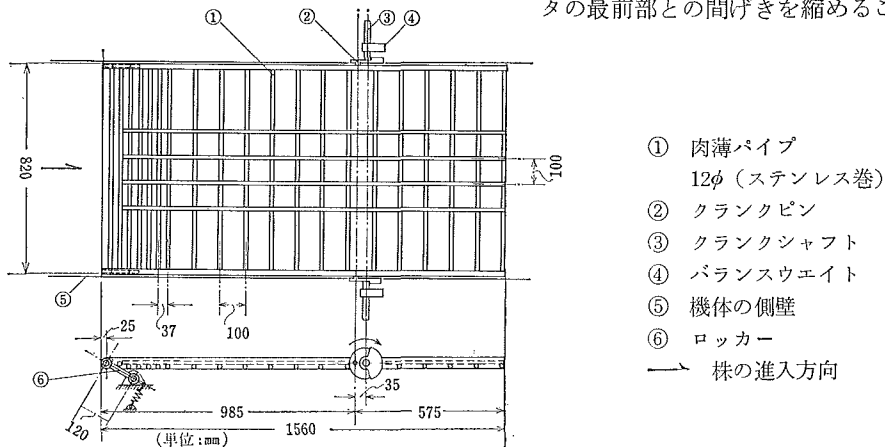


図-6 シ フ タ

ができずシフタ前部からの果実のとび出しがみられたこと——の3種の欠点が認められた。

そこで、2号機には図-6のシフタを装着した。

すなわち、(1') ふるい面の長さを1号機より36%増し1525mmにし、幅は820mmに縮小したこと、(2') ふるい面をほぼ水平にし、4節回転機構によるだ円振動方式をとり、振幅を水平方向70mm、垂直方向120mm(最大)にしたこと、(3') 振動中もシフタの最前部はつねにバーコンベアへ接近していながら前部に落下した果実を後方へ送り、バーコンベアの方へは突き出さないような軌跡をとらせたこと、(4') シフタに落下した土の分離性能を良好にするため最前部へ細かい網目を設けたこと——の4点が主な改良点である。このシフタは1号機のシフタとは振動方式が異なるがふるい面上の前後位置によって振幅や振動の軌跡が変化することは一致している。

図-7は1号機と2号機のシフタの比較である。

1号機のシフタはその後部ほど上下振幅が大きかった。2号機のシフタは前部と後部において上下振幅が大きく、中央部はやや小さかったが最小でも47.5mmの振幅が得られた。

いずれのシフタも軽量化につとめるとともにクランク軸にバランスウェイトを設け、機体の振動を防止した。なお、2号機のシフタは4節回転機構式であるためバランスウェイトのほか前部のロッカーにコイルバネを取りつけて機体の振動を緩和した。

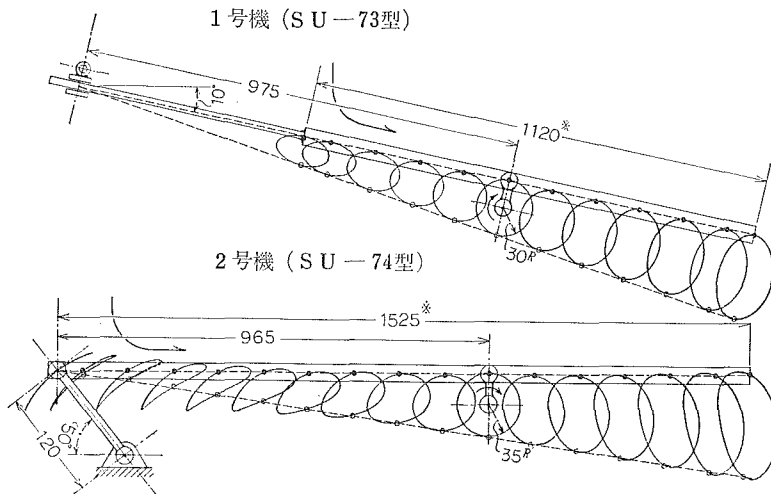
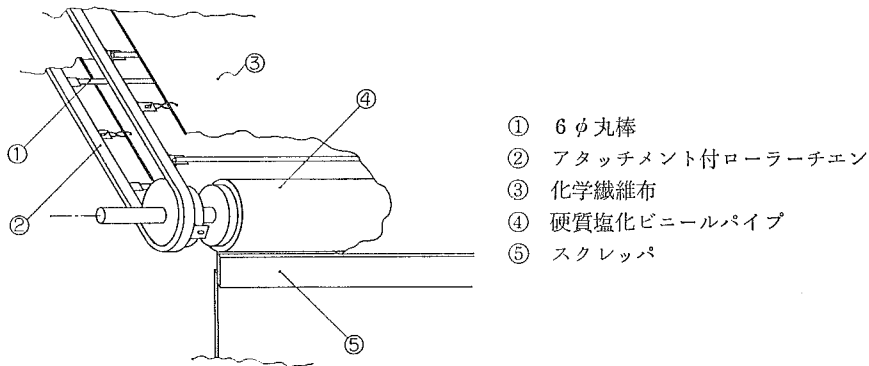


図-7 1号機および2号機のシフタの比較(単位mm)

→: 株の落下位置と移動方向 ※: ふるい面の長さ

#### g. 逆転式選別コンベア

1号機には5mm厚のゴムベルトを用いた選別コンベアをシフタの直下に装着し、土、石、茎葉、腐敗果その他のきょう雑物を除去した。このコンベアはベルト面が平滑なためスクレップによる表面の清掃が容易で選別機能も良好であったが(1)重量が大きいこと、(2)ベルトがだ行しやすくフレームを強固に組み立てる必要があったこと、(3)きょう雑物とともに排出される果実があったこと、(4)斜面を転落しやすい型の土塊や石を選別できなかった



図—8 逆転式選別コンベアの構造

たこと、および (5) 小型果を廃棄できなかつたことなどの欠点が認められた。

逆転コンベアの機構からみて上記の欠点をすべて解決することは不可能であるが、このうち、特に(1)および(2)について改良し、かつ安価に製作するために図—8の構造のコンベア2台を図—1に示したごとくシフタの下方に装着した。すなわち、平行に回転する2本の単列ローラーチェーンにアタッチメントを組みこみチェーンのたわみを防ぐために6mmφの丸棒で2本のチェーンを連結した。駆動ローラーおよびテールローラとしては硬質塩化ビニールパイプを用いた。ベルトには化学繊維布（クレモナ4号）を使用し数箇所をアタッチメントへ連結してだ行を防止した。

逆転コンベアを2台にしたのは次の理由による。その1は逆転コンベアに落下する土や石を限定された範囲からすみやかに排出し、これによって果実の転落を阻止されないようにすることであり、その2はシフタと逆転コンベアの距離を接近させ果実の落下衝撃を小さくすることである。シフタと逆転コンベアの間隔は平均200mm、最大400mmであったが果実の落下衝撃によってコンベアベルトが若干たわんだため、この部分での果実の損傷はおこらなかった。

第3の理由はシフタの前半から落下した土塊のうち逆転コンベアー1で選別しきれなかつた土塊を逆転コンベアー2に受け再び選別しようとしたことである。

#### h. 横出しコンベア

逆転コンベアを経由した果実は機体の中央下部へ水平に設けられた横出しコンベアに移乗する。このコンベアは並行に張られた2本の単列ローラーチェーン（50番、アタッチメント付き）を6mmφの鉄丸棒でつないだバーコンベアでバーとバーの間げきが27mmあるため果実を機体の左外側へ搬送しながら小型果や土塊をふるい分ける。バーの間げきは25mmが望ましいが材料の都合によって27mmに製作した。

#### i. 後送りコンベアと選別者席

後送りコンベアは横出しコンベアで搬送されてくる果実を機体後方の果実収容装置へ搬送するため機体の左外側へ斜めに取りつけられている。構造は図—8の逆転コンベアと同じであるが布をたわませてバケット状のへこみが作られている。コンベアの長さは1980mm、幅340mm、傾斜角18度で揚高は520mmである。搬送速度は235mm/secであり1.0～1.3kg/sec

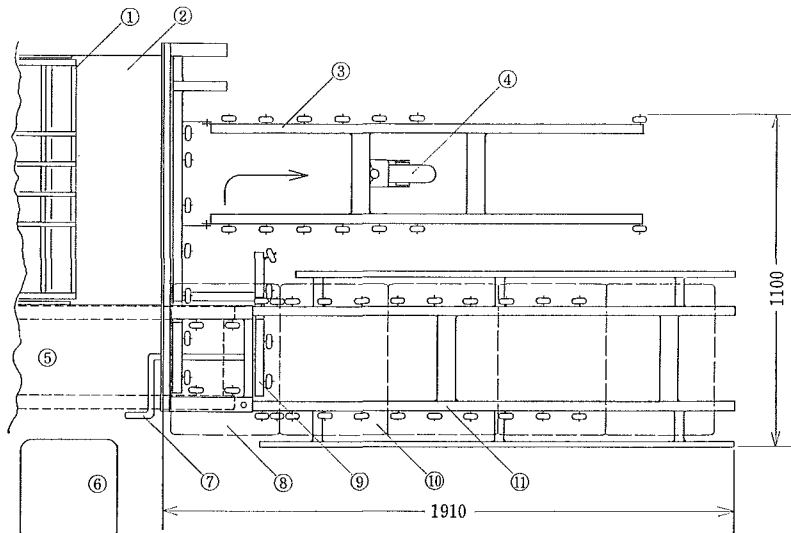
の搬送能力(果実1段並びの場合)がある。

1号機による実験の結果、コンテナには土塊や変形していない腐敗果などが多量に混入したが、これらは単純な選別機構では処理できないと考えられた。また、これらを機体外で、別の手選別しようとすれば意外に多くの労力を要することが知られたので2号機には後送りコンベアの側方に2個の選別者席を設け、これらの混入物のほか、なしうるかぎり腐敗果、裂果、未熟果等を手選別することにした。手選別を能率的に行なうには後送りコンベア上の果実全部が選別者の目にふれるよう重なり合わない状態で搬送されなければならない。そのため、化学繊維布のたわみによって形成されるバケット状のへこみはバケットの平面寸法240mm×180mmに対して深さ35mmにした。選別作業は搬送速度が遅いほど行ないやすいが、このコンベアには一定の搬送能力が必要であり、いっぽう機体の全幅を小さくするためにコンベア幅が制限されたので搬送速度をこれ以下に低下しえなかった。選別者がきょう雑物を握り、放出する動作で手を機敏に動かさうる範囲は選別者席の前側80cm×40cm位の範囲であるが搬送速度235mm/secにおいては果実はこの範囲を約3.4秒で通過した。

選別者2名のうち、前寄りの1名(第1選別者)は主に土塊、石など果実以外の混入物の除去にあたり、他の1名(第2選別者)は果実の選別とコンテナの処理を行なった。

#### j. コンテナの供給および滑落装置

果実出荷用コンテナはプラスチック製でその外型寸法は縦500±3mm、横360±3mm、深さ263±1mmであり重量は約1.65kgであった。果実容量は20kgであるが収穫作業時にはやや少なく入れて扱うのが便利である。いま、仮に10aあたりの量実収容量を5000kgとし



- ① シフタ後部    ② 茎葉排出孔    ③ コンテナ滑落用ホイルコンベア
- ④ カスタ車輪    ⑤ 後送りコンベアの位置    ⑥ 第2選別者席
- ⑦ フットレバー    ⑧・⑩ コンテナ    ⑨ コンテナ横送り用ホイルコンベア
- ⑪ 空コンテナ用ホイルコンベア

図-9 コンテナ供給・滑落装置(単位: mm)

てもこれに要するコンテナ数は約300箱であって空コンテナの供給→果実収容状況の監視→コンテナの移動→コンテナのとりおろしにはのべ約900箱を扱うことになり常時、作業員1名を要する作業量がある。そこで2号機にはこの作業を省力化するため図9の装置を機体の後部に装着した。（側面図は図1参照）

装置は3台のホイールコンベアからなり、空コンテナはホイールコンベア⑩に乗せられる。1列に乗せた場合のコンテナ搭載数は5箱であるが、コンテナとコンテナを組み合わせれば最大11箱の積載が可能である。果実は後送りコンベア⑤からコンテナ⑧に落下する。果実が満たされたら選別者はフットレバー⑦を踏む。するとコンベア⑨が約20mm上昇するため果実の入ったコンテナ⑧は→印方向に移動してホイールコンベア③に乗り移り、機体後方の収穫済の畦の中央部へ滑落する。滑落速度が大きすぎるとコンテナが畦に接したときに転倒したり、果実をとび出させたりするのでコンベア③のホイールは上部だけに取り付けられている。空コンテナ⑩はコンテナ⑧が移動すればそのあとへただちに供給される。この際、レバーに連動して果実の案内板（図1参照）が作動しコンテナ⑧と⑩が入れ替わる間の果実はコンテナ⑩に収容される。

滑落したコンテナは畦の中央部に位置するので収穫機が隣接する畦を走行しても作業の支障にはならない。

果実入りコンテナの総重量は約20kgであるから、これを数箱積載すれば機体が後方に傾斜する。このことが選別用逆転コンベアの傾斜角やバーコンベアの切削深さに影響するが図9の装置は荷重の変動を少なくし、機体の傾斜変動を防止する効果もある。

ホイールコンベア⑩はピン1本で着脱することができ、また、ホイールコンベア③は機体との接続ピンを中心にして折りたたむ構造にし路上走行の便をはかった。

## IV 2号機のほ場実験

2号機のほ場実験は信州大学農学部附属農場の加工トマトほ場で1974年8月～10月に行なった。

### 1. 実験ほ場および供試した加工トマトの概況

栽培した品種はKG127, チョーNo.3, VF105-2, 早生だるま, メリットの5種であるが、このうち、機械収穫に最も適していると考えられたKG127種を主な供試品種として実験した。各品種ともペーパーポットで30日間冷床トンネル育苗し、畦幅120cm, 株間30cmに機械定植した。10aあたりの栽植本数は2778本である。

ほ場はオーチャードとクローバーの混ば栽培あと地で前作物の残渣が若干含まれていたが、膨軟な洪積層火山灰土壌でありほぼ平坦で石も少なかった。

1974年は梅雨期以後10月中旬までの降水が多かったため、茎葉が著しく繁茂し果実の熟期も不斉であった。この点、異常な干ばつ状態で経過した昨1973年（1号機の実験時）と対照的であった。

表2に各品種の茎葉の広がり幅を1973年の調査結果と比較して示した。いずれも主枝が放射状に展開した株の測定結果である。

加工トマトは施肥量、とりわけ窒素施用量に敏感であって窒素が多いと著しく茎葉が繁茂



表-2 加工トマト茎葉のひろがり幅

(1973. 9. 8および1974. 9. 14調。いずれもペーパーポット苗区, 1品種30株調査)

品 種	年	茎 葉 の ひ ろ が り 幅 (cm)		
		最 大	最 小	平 均
K G 1 2 7	1973	118	40	85
	1974	173	112	142
チ コ - No. 3	1973	143	88	124
	1974	182	130	154
早 生 だ る ま	1973	198	126	157
	1974	202	142	170
メ リ ッ ト	1974	192	130	155
V F 1 0 5-2	1974	208	155	184

する性質があるが実験ほ場の施肥量は兩年ともほぼ同量であり、ほ場の肥沃度も同一であったと思われるので、表-2の生育差は主に気象条件の差によるものと推察された。同一品種であっても年によってこのような生育差を生ずることも収穫機設計上考慮すべきである。

加工トマトの主枝は生育初期には斜め上方に伸長しているが生育がすすんで茎葉や果実の重量が増加すると倒伏する。その時期は当地方では7月中旬ないし下旬である。この頃に整

枝を行なわなければ、主枝はさまざまな方向に倒伏する。実験ほ場のように畦幅を広く、株間を狭くして列状に栽培すると、放射状に主枝が展開して倒伏するもの(放射状倒伏)と、ほぼ全部の主枝が畦とほぼ直角方向の左右いずれかの側に倒伏するもの(一方向倒伏)の2種に大別されるようになる。各株がどのような草姿をとるかは主に倒伏時期の茎葉や果実の重量の偏りと風の影響によるものと推察される。放射状倒伏と一方向倒伏の株数割合は年によって、また、ほ場によって異なるようである。

一般に果実は根元には少なく、根元から20~60cm離れた位置に多く分布するがその分布状況は倒伏後の草姿によって異なり、一方向倒伏型における偏りがより大きい。図-10にはKG127種の果実の分布状況を畦型とともに示した。

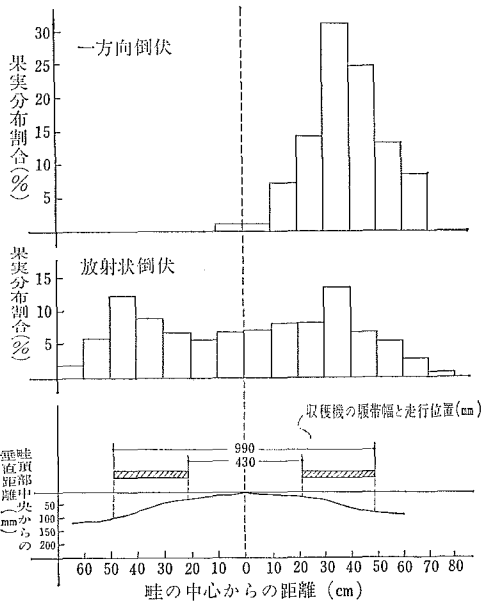


図-10 加工トマト倒伏型と果実分布および畦型 (KG127種 1974. 9. 14)

本年は、なるべく畦を低くするよう注意したが、小型のハンドトラクタにとりつけたマルチャーでポリエチレンフィルムをマルチしその後、プランタや薬剤散布機をマウントした39 P Sのホイルトラクタが4回通過した結果、畦の高さは80ないし120mmになった。

以上のような畦の高さと形、草姿と果実の分布位置、分布割合も収穫機を設計する際、検討すべき事項である。

表一3 着色度別果実数量割合と平均果重

(K G 127種, 1974.9.19, 腐敗  
果と裂果は除外して調査した)

	完 熟	完熟直前	着色中期	着色始	緑 色	合 計
果 数 (果)	544	366	173	156	365	1,604
比 率 (%)	33.9	22.8	10.8	9.7	22.8	100.0
重 量 (kg)	22.8	12.0	4.0	2.9	6.4	48.1
比 率 (%)	47.4	24.9	8.3	6.0	13.3	99.9
平均果重 (g)	41.9	32.8	23.1	18.6	17.5	30.0

表一3は実験時期のK G 127種の着色度別果実数量割合と平均果重である。

調査は手収穫を加えてないほ場で手作業による振り落とし一挙収穫法によって行なった。調査時期は一挙収穫適期より数日遅れたものと推定されたが本年は不良天候のため一般に熟度が不斉一であった。

## 2. 走行実験

2号機には1号機より大型のクローラ台車を使用したため機体の重量バランスがとりやすく、積載荷重の変動による機体の傾斜も少なかった。この台車はエンドレスゴムクローラを備えていたので路上走行中も振動が少なかった。ただし、路上を5～6速で走行したとき、4節回転機構で機体に支持している掘取・ピックアップ用バーコンベアおよびその関連機構全体の振動周期とクローラのラグによる振動の周期が一致して機体全体が大きく振動することがあった。

改造後の台車の重量は547kgで、これに作業機類を633kg搭載した結果、機体重量は1180kgになったが接地圧は約0.2kg/cm<sup>2</sup>であって降雨後のほ場でも支障なく走行できた。

機体の重心は運転者（1名）と選別者（2名）が塔乗した場合に台車の中心に位置するように製作したが前部のバーコンベア等を降ろして接地させると重心が後方に移動し、機体が若干後方へ傾むく欠点があった。すなわち、前部のバーコンベア、フィードローラ、かきよせ装置などの全重量は約150kgあり、しかもその全重量がクローラの動輪より前方にかけられているので、予め全重量の約70%を4本のコイルスプリングによって台車に懸垂させておいたがバーコンベアの昇降や切削深さ調節用ローラ、かきよせ装置などの地表への接触によって重心が後方へ移動した。

図一11は実験ほ場の畦頂部中心線の傾斜とこの畦上を走行した場合の機体の前後傾斜の測定例である。

機体の傾斜は収穫作業時に大型の気泡式クリノメータによって走行距離25cmごとに測定した。走行開始点と終了点の距離は50m、2点間の高低差は38cmであった。クローラの動輪

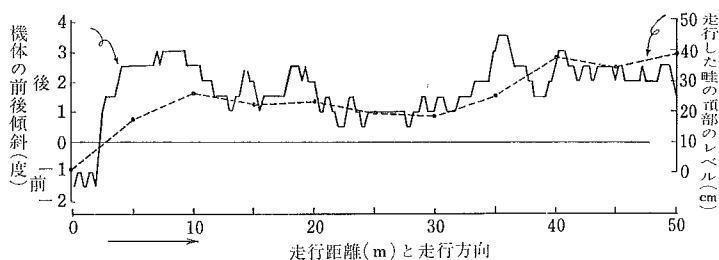


図-11 作業時の機体の前後傾斜

と遊動輪の軸距が1000mmであったため周期の短い変動は少なかったが水平部分の走行でも2度内外の後方傾斜がみられた。

図-12は収穫作業中の機体の左右傾斜の測定例である。走行距離80mの間を40cm走行するごとに先と同じクリノメータで測定した。

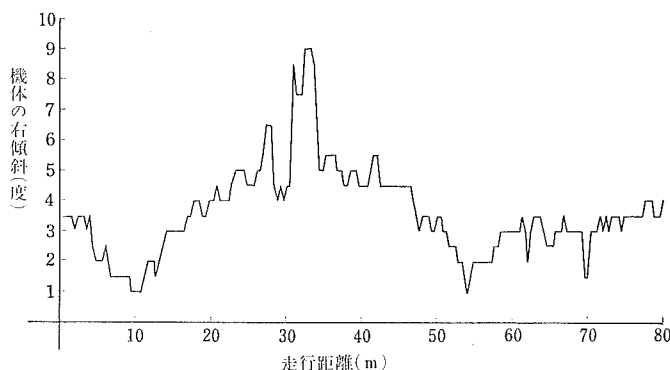


図-12 作業時の機体の左右傾斜(右傾斜の測定例)

実験に用いた畦は草型が一方倒伏型であったため、畦の右よりを走行したことにより機体は常に右側へ傾斜していた。畦によっては逆に常に左側へ傾斜する場合もある。測定例においては3度以上の傾斜が頻繁に見られ、最大傾斜角は9度であった。

以上のような機体の傾斜はバーコンベアとシフタの位置関係および逆転コンベアの性能に影響することを見込んで畦型を決定する必要がある。

作業時の前進速度は、Ⅲ、a、に記したとおり、最初は12.2cm/secにしたが、この速度では選別用逆転コンベアへ落下する果実や土が多すぎ選別性能が低下すること、塔乗者2名による選別作業が過重であることおよび出荷前の熟度選別に多くの労力を要することが明らかになったので以後、速度を30%低下させ8.5cm/secにした。この速度における収穫作業の理論能率は10aあたり2.72時間(畦幅1.2mの場合)である。

2号機のクローラの最小回転半径はほ場において約2300mmであった。ただし作業時にはかきよせ装置の先端はクローラの前端から2420mm前方まで、また空コンテナ供給用ホイールコンベアはクローラの後端から2760mm後方まで伸びていて機体の全長が6230mmあったため畦畔に障害物がある場所では5~7mの枕地が必要であった。なお、選別者2名が塔乗し

ていない場合には左側の履帯がスリップして急旋回が行ないにくくなる傾向があった。

2号機にはレーキングからコンテナの滑落まで各種の機構を組み込んだため機体がやや大型になった。したがって台車の規模をこれ以下に小型化することは困難であろうと推察された。

エンジンの連続定格出力は11PS/1500rpmで、収穫作業時にも十分な余裕馬力があつた。

### 3. 果実のピックアップ実験

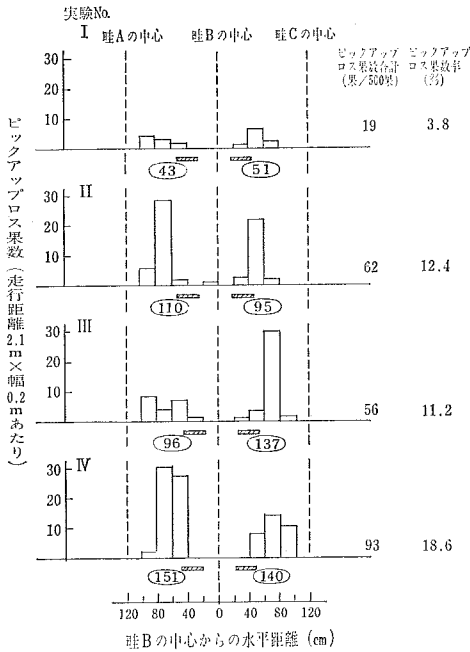
1号機による各種の実験の結果、トマト収穫機においては果実のピックアップロスを減少させることが最も重要であり、かつ、最も困難であることが明らかになった。この原因の多くは加工トマトそのものの性状によるものであるがその他は場条件なども合わせて原因を列挙すれば次のとおりである。

- (1) 品種によって茎葉の性状、果型、果実硬度などがさまざまであるうえ気象条件や栽培法によって茎葉の繁茂度、果数、果重などが変化する。
- (2) 果実は畦の頂部よりも畦の谷附近に多く結実する。
- (3) 果実は茎から容易に離れ畦の谷に転落する。
- (4) 果実は熟度がすすむにしたがって硬度が低下して裂果も多くなり機械による物理的損傷を受けやすくなる。
- (5) 隣接する畦の株と株が畦の谷附近で交叉している。
- (6) 根は地表直下で細かに分岐していて明らかな直根はない。
- (7) 幹はごく短い。やや深めに定植されると、ときには主枝が地表面下から発出したごとき状態になる。
- (8) 倒伏によってさまざまな草型をとる。
- (9) 茎葉、果実とも大部分が地表上15cm以下にあり、地面に接しているものが多い。
- (10) 水田より地表面が膨軟である。
- (11) 石、雑草、前作物の残渣などがある。
- (12) ポリエチレンフィルムやワラなどがマルチ材として使用されることがある。
- (13) 定植、除草および薬剤散布用の作業機の種類と作業方法によって畦型ことに谷の型が変化する。
- (14) 傾斜地にも栽培される。

以上のようにピックアップに関係する要因は加工トマトそのもののみならず、栽培環境や栽培方法にまで及ぶ。したがって収穫機のピックアップ機構に合わせてある程度の規格化栽培をすすめたりある種の栽培法に注目してこれに適合する機構を開発することが必要であろうが、そのいずれにせよ機械によるピックアップはさしあたって次の(a)~(d)またはそのいくつかの組み合わせで行なわれるものであろう。

- (a) 隣接する畦の株とのからみつきを解く。
- (b) 畦の谷の茎葉や果実を畦の上部へ集めるか広幅のバーコンベア等を設ける。
- (c) 茎または根を切断するか根を掘り上げる。
- (d) 茎葉や果実をかきこみまたは押しえつけてバーコンベアに乗せる。

2号機は加工トマトが畦栽培されていることを想定して、上記の(a)、(b)については機体の最前部にデバイダー兼用のかきよせ装置を設けるとともにリンクバーに補助バーをつけ谷部



図一13 畦の高さとピックアップロス果およびロス果の分布位置 (KG127種, 1974.9.26)  
 ○内は畦頂部と谷の高低差 (mm)  
 〰印は履帯の走行位置を示す。

の果実をピックアップしようとした。(c)に  
 関しては、根元を切断することが望ましい  
 が上記の(6)~(13)の理由により切断機構を設  
 けることは今後の課題としてとりあえず1  
 号機と同様にバーコンベアの先端部で根を  
 掘り取ることにした。(d)については根の掘  
 り取りを順調に行なうためにウレタンフォ  
 ームのフィードローラを採用した。

ピックアップ実験には放射状に倒伏した  
 KG127種を用い、畦高の異なる4個所で、  
 1個所あたり7株(走行距離2.1m)につい  
 て、果数を500果にして実験した。なお、  
 隣接する畦の果実は除去しておいた。走行  
 速度は 8.5cm/sec、畦頂部の基準切削深さ  
 は45mmである。本年は昨年より茎葉が繁  
 茂し根も大きかったので切削深さを5~10  
 mm 増加する必要があった。

図一13は実験結果である。図中のヒスト  
 グラムは2号機による収穫のあと畦Bの中  
 心からの距離別に幅20cm、畦方向に長さ  
 2.1mの区画内に残されたピックアップロ  
 ス果の数である。○印内の数字は畦Bの

中心と谷との高低差である。ロス果数率は最小で3.8%、最大で18.6%であった。畦がわず  
 かに高くなるだけでかきよせ、ピックアップとも困難になりロス果が急増した。かきよせ板  
 は有効であったが高い畦では土もかきよせられ、いったん中央部に集められた果実のうち一  
 部はフィードローラとかきよせ板のわずかな間隙から再び谷へ転落した。かきよせ板の先端  
 は谷部の中央を進行し畦間の茎のからみ合いを解いたがこのことによって果梗から分離され  
 地面に落下する果実がみられた。

畦の頂部の果実はほぼ全果ピックアップされたが谷の深さが80~90mm以上の場所では補  
 助バーも谷の上部を空転して前進しピックアップロス果は谷へ列状に残された。この残果の  
 分布範囲の一部を履帯が進み、踏圧される果実があったので、後に深さ調節用ローラーと台  
 車の間へ重さ1.2kg/mの鎖を付け、クローラーの進行位置からわずかに外側へ果実を排除し  
 ながら走行するようにした。

実験の結果、2号機のピックアップ機構では畦の高低差を70~80mm以下に栽培すれば高  
 率にピックアップできることが知られたがさらに機構全体について徹底的な再検討が必要だ  
 と考えられた。補助バーは谷の果実のピックアップに有効ではあったが、バーコンベアの先  
 端においてリンクバーよりも大きい半径で回転するため地表上で空転させると果実を前方へ  
 押し進める結果となった。補助バーの型についてもなお検討を要すると思われる。

## 4. シフタに関する実験

機体の走行を停止したままフィードローラ下部から果実の附着している KG127種の株をフィードさせてシフタへ搬送し、シフタの振動数と果実の分離性能、シフタ上の茎葉の挙動等を実験した。表—4はその結果である。

表—4 シフタの振動数と果実分離性能等  
(KG127種, 1株あたり着果数45果, 1974.9.25)

シフタの振動数 (c/min)	供試株の振動数			(a)	(b)	株の移動速度 (平均) (mm/sec)	残果数 (果/株)	(c)	(a)/(b)	(c)-(a) (b)
	内排株数 (株)	出非排株数 (株)	訳排株数 (株)	シフタにおける株の振動回数 (回)	シフタにおける株の滞留時間 (sec)					
175	20	14	6	33.9	12.7	118.1	1.3	2.92	2.67	0.25
200	20	18	2	18.6	6.3	238.1	1.5	3.33	2.95	0.38
225	20	20	0	14.7	4.2	357.1	0.5	3.75	3.50	0.25
250	20	17	3	13.7	4.4	341.0	0.9	4.17	3.11	1.06

シフタは図—7の軌跡をとって振動するので茎葉は漸次後方へ移動させられ、排出されるが振動数 175c/min ではシフタ上に停滞して排出されない株が多かった。主な原因はシフタの網目から果房が垂れ下ったまま果実が分離されないためであった。振動数を増すと停滞は少なくなるが 250c/min では葉や細い枝が網目のパイプに巻きつくことによって停滞することがあった。

シフタ上の株の振動回数と滞留時間は相互に関連するものであるが 175c/min では株の跳躍が少なく、茎の一部は常に網目に接して移動が遅いためシフタ上に約13秒滞留しこの間に約40回振動した。シフタの振動数を増せば振動数、滞留時間とも減少するが2号機では平均3.5秒ごとに1株ずつシフタに搬送されてくるのでこの間に先の株はおよそ50~60cm位移動させられていなければならない。すなわち、株がシフタ上で重なりとシフタの振動は下側の株によって吸収され上側の株に多数の残果を生ずるからである。表—4の実験は1株ずつフィード→排出をくり返して行なったので重なりによる分離残果は含まれていない。2号機のシフタは全長1560mmであるからシフタ上における株の滞留時間が9~11秒以下であれば重なりによる支障は生じないはずである。しかし、実際の作業時には株のピックアップが正確に3.5秒ごとに行なわれなかったり、リフトアップの途中でスリップして株の間隔が不均一になったりするのでシフタには若干のバラツキをもって到達する。したがって5秒位で排出されることが必要であった。

残果は、1株約45果あたり1.3~0.5果認められたが大部分が直径30mm以下の小型果であって実用上問題にならなかった。

ここで注目すべきことは振動数 250c/min においては 225c/min よりも残果が増加したことである。表中の (c)-(a)/(b) らんはシフタの振動数とシフタ上での茎葉の振動数の差であるが 225c/min までは両者の差が小さいが 250c/min では 1.06c/sec の差を生じていて、225~250c

/minの間で茎葉がシフタと異なる振動数の跳躍を始めたことを示している。このことが250c/minにおいて残果を生じた主因であろうと推察される。その他、非排出株数、シフタ上の滞留時間等も合わせて考察した結果、2号機のシフタはこの実験においては225c/minが最も分離性能が良好であった。

表一5はシフタ上の茎葉の挙動である。2号機のシフタは4節回転機構によって円振動を行ない、シフタの最前部でも約100mmの上下振幅をもっているため、1号機の揺動スライダクランク式シフタと異なり、シフタの前後位置による茎葉の挙動の差が少ない特徴があった。このシフタでも株全体の反転や姿勢変化は見られなかったが200c/min以上においては主枝の一部に反転が認められた。

表一5 シフタの振動数と茎葉の挙動 (K G 127種, 1974.9.25)

○:有 △:若干あり ×:無

シフタの振動数 (c/min)	シフタの前部		シフタの中央部		シフタの後部		移動中の株全体の反転	移動中の主枝の反転
	跳躍	移動	跳躍	移動	跳躍	移動		
150	×	×	×	△	×	△	×	×
175	△	△	△	△	○	○	×	×
200	○	○	○	○	○	○	×	△
225	○	○	○	○	○	○	×	○

表一6は収穫作業時に排出された株についてシフタの分離残果を調査した結果である。

草型、品種によって残果数に差があるが、いずれも大型果は残らず、大部分は未熟で出荷不能の小型果であった。一方向倒伏型に残果が多かったのはシフタ上で重なりあった主枝があったためである。

バーコンベアとシフタとの間隙からの果実のとび出しは見られなかった。2号機のシフタは最前部の軌跡が常にバーコンベアに接近していることと、シフタの各部とも果実その他を上部後方へ放出する軌跡をとるためである。このため、選別用逆転コンベアへ落下する茎や葉も少なかった。

本年は収穫期に降雨が多かったためシフタの前部のパイプには土が附着した。回転運動に

表一6 シフタの分離残果 (1974.9.20)

品 種	倒伏型	供試株数 (株)	※平均着果数 (果/株)	残果数 合計	内 訳		平均残果数 (果/株)	残果率 (%)
					熟果	未熟果		
K G 127	放射状倒伏	50	48.9	27	4	23	0.54	1.1
	一方向倒伏	50	34.2	49	10	39	0.98	2.9
早生だるま	放射状倒伏	50	16.3	16	3	13	0.32	2.0

※ 株を手で持ちあげたとき、茎に着いていた果実の数

よるシフタの遠心力は2個のバランスウェイトによって釣り合わせ、往復運動による慣性力は2本のコイルバネによっておよそ釣り合わせた土の附着によって若干の不釣合を生じた。釣り合いの設計にあたっては土の附着も予想すべきであった。

2号機のシフタは構造を単純にし、軽量、小型化することを目標にして製作したが以上の実験に関してはほぼ満足しうる性能を示した。このシフタは薄肉のパイプを主な材料にしたが、実験ほ場には石が少なかったので破損等の事故は発生しなかった。ただし、現在のトマト品種の性状からすれば、収穫機のピックアップ機構がどのようなものであろうとも、石が果実に混ざってピックアップされてくることが予想されるので、さらに十分な強度を与える必要があると思われた。

### 5. 逆転式選別コンベアについて

逆転式選別コンベアは機体の内部に設けてあり、上部にはシフタが接近して数量的な測定をなしえなかったので観察結果等を概括する。

このコンベアは図-8に示したようにベルトとして化学繊維布を使用し、これをアタッチメント付チェーンに連結して製作したためだ行しないことと軽量、安価であることが特長であったがゴムベルトに比較して表面があらいうえベルト面に若干のおうとつがあってスクレップを密着できないために泥が附着しやすいことおよびそのおうとつによって転落を阻止された果実が排出されやすい欠点があった。

実験期間中の表土の含水量は対乾土割合で63~75%に達していたがこの程度の含水量であれば土がベルト面に粘着することはない。しかし、作業時には腐敗果や裂果の果汁が土を粘着しやすくする。収穫対象となる果実のうち最も小型のものは重量10g位であるから、ベルト面に粘度の高い泥があると転落を阻まれたり、転落速度が低下させられ、排出されることがあった。また、果重の大小にかかわらず転落時に果皮が泥で汚される欠点のみられた。ゴムベルトであればベルト面にスクレップを密着させてはほぼ完全に土を除去できるが、化学繊維布の場合はその他の清掃方法が必要であった。

逆転コンベアの傾斜角度は、当初、機体に対して18度に設置したが粘着した土の影響のほか走行時の機体の後方傾斜のためのちに22度に修正した。このコンベアは水平面に対し20度の傾斜を保持すれば、土その他が著しく多量に落下しないかぎり機能を維持できたが、15度では傾斜不足であった。

逆転コンベアの最大の短所は走行中に所定の傾斜を保つことが困難なことである。先の走行中の機体傾斜の測定例からも明らかごとく、ほぼ平地とみなせる条件の良いほ場でも走行中に前後方向へ2~3度の傾斜変動がみられ、これによって選別性能が変化した。このほか、機体の左右傾斜も選別性能に影響する。実験ほ場の畦型の場合、左右のクローラが一方は

表-7 搭乗者が手選別しなかった場合の混入物の量

(KG 127種, 果実重量61kg (コンテナ)  
3箱)あたりの混入量, 1974.9.21)

種	類	個 数 (個)	重 量 (kg)
土	塊	111	2.58
れ	き	3	0.14
前作物の	残渣*	6	0.31
莖	葉	0	0
雑	草	0	0

\* オーチャードグラスの枯死株



畦部を、他の一方頂が谷部を走行したときの機体の最大傾斜は約9度であるが3度以上になれば果実はコンベア上で左右いずれかに偏して転落するようになり、選別性能が低下した。

逆転コンベアは土砂、変形果、茎葉、雑草、前作物の残渣等の除外には効果が高かったが土塊、れきおよび小型の未熟果は完全には除去できなかった。そこで、逆転コンベアに関連させて果実の横方向搬送を兼ねたバーコンベアを装着して選別機能を補完させた。

表一7は逆転コンベア、横出しバーコンベアを経由してコンテナに収容された果実中の混入物である。手選別は加えてない。最も数量が多いのは土塊であった。

#### 6. 手選別者の選別能率

表一8は2号機に塔乗した選別者による土塊の選別数量である。

後送りコンベアで搬送される果実や混入物の量はトマトの生育状態とバーコンベアの切削深さによって著しく変化する。実験は搬送量が多い状態で行なったが第1選別者1名できょう雑物をほぼ完全に除去することができた。除外した個数は毎分50~60個であった。第2選別者は出荷不能果の選別とコンテナの交換を担当した。毎分の選果数は70果以上であり、最高126果に達した。選別は両手で行なったが、選果数が比較的多いのは果実を数個まとめて

表一8 塔乗した手選別者の選別能率(毎分) (KG127種, 1974.9.20)

(1) 第1選別者が土塊など果実以外のきょう雑物を選別し、第2選別者が出荷不能果を選別した場合

実験 (回目)	第1選別者					第2選別者				
	土塊 個数 (個)	土塊 重量 (g)	その他* 個数 (個)	その他* 重量 (g)	選別数 合計 (個)	腐敗果 ・果数 (果)	裂果 重量 (g)	未熟果 果数 (果)	未熟果 重量 (g)	除外果 数合計 (果)
1	62	1660	1	85	63	54	1350	28	590	82
2	57	1830	0	0	57	62	1460	36	700	98
3	48	1460	2	50	50	57	1720	13	270	70
計	167	4950	3	135	170	173	4530	77	1560	250
平均	55.7	1650	1.0	45.0	56.7	57.7	1510	25.7	520	83.3

(2) 第1選別者も出荷不能果を選別した場合

実験 (回目)	第1選別者			第2選別者	
	土塊 (個)	出荷不能果 (果)	その他* (個)	選別数合計 (個+果)	出荷不能果除外果数 (果)
1	42	24	0	66	126
2	36	34	1	71	96
3	48	16	3	67	87
4	44	11	4	59	82
5	40	16	4	60	93
計	210	101	12	323	484
平均	42.0	20.2	2.4	64.6	96.8

\* 前作物(オーチャードグラス)の枯死株およびれき

払いのけることができるよう、後送りコンベアを製作したためである。

9月26日の収穫実験（KG127種）によれば、2名の手選別を経てコンテナに収容された果実の量は走行距離120mにつき780kgであった。すなわち走行距離1mにつき平均6.5kg、毎秒0.56kgの果実が収容された。除去した果数を見込むと第1選別者の位置へは毎秒17～20果が到達したものと推定される。果実の量が少なく、かつ、熟度が斉一であれば塔乗した2名で熟度選別まで済ませることが可能であったが大部分は選果不完全で後に機体外で手選果を要する状況であった。

### 7. 2号機による収穫損失

2号機の収穫損失には、ピックアップロス、シフタによる分離残果、選別コンベアからの排出果および裂果があった。表一9は裂果以外の損失果の重量と割合である。

表中の数値は果実の熟度に関係なく果数と果重を計測したものであるが腐敗果とは場で自然発生した裂果および短径20mm以下の果実は除外してある。

損失果合計の重量率は平均14.4%に達した。このうち、ピックアップロスが最も高率で平均12.4%あった。しかもこの損失率は畦の形による変動が大きかった。シフタの分離残果は約1%であったがその大半が小型の未熟果で、むしろ、残果として排出されるべきものが多かったがここでは一応、損失果として計数した。逆転コンベアからの排出果は約1.1%であった。この損失はコンベアの材質の検討および傾斜角の修正によって減少可能であろうと推定された。

図一14に示したとおり、ピックアップロス果の大部分は畦の谷のクローラが踏圧しない部分へ残された。したがって機械収穫後に熟果のみ手作業で拾い上げることも可能ではあるが、ピックアップロスを10%あまり生じたことは2号機の最大の欠点であって、かきよせ装置その他の改良が必要であり、これにあわせて畦型の検討を要すると考えられた。

表一9 機械収穫による損失果の重量と割合 (KG127種, 1974.9.26)

		実 験 (回)					計	
		1	2	3	4	5		
機 械 収 穫 果	重 量(kg)	51.6	53.3	57.2	58.0	59.1	279.2	
	(比率 %)	( 83.0)	( 87.8)	( 82.3)	( 84.8)	( 90.2)	( 85.6)	
損 失 果	重 量(kg)	10.6	7.4	12.3	10.4	6.4	47.1	
	(比率 %)	( 17.0)	( 12.2)	( 17.7)	( 15.2)	( 9.8)	( 14.4)	
合 計	重 量(kg)	62.2	60.7	69.5	68.4	65.5	326.3	
	(比率 %)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	(100.0)	
損 失 果 の 内 訳	ピ ッ ク ア ッ プ ロ ス 果	重 量 (kg)	9.2	6.3	10.2	8.9	5.7	40.3
		(比率 %)	( 14.7)	( 10.4)	( 14.7)	( 13.0)	( 8.7)	( 12.4)
	シ フ タ の 分 離 残 果	重 量 (kg)	0.6	0.4	0.9	0.8	0.6	3.3
		(比率 %)	( 1.0)	( 0.7)	( 1.3)	( 1.2)	( 0.9)	( 1.0)
	逆 転 式 選 別 コ ン ベ ア か ら の 排 出 果	重 量 (kg)	0.8	0.7	1.2	0.7	0.1	3.5
		(比率 %)	( 1.3)	( 1.2)	( 1.7)	( 1.0)	( 0.2)	( 1.0)

以上の損失に加えて裂果を約4%生じた(表-10参照)。大部分は逆転コンベアー(2)の最後部に達した大型の果実をシフタのパイプに接触させて逆転コンベアーからの排出を防止したことによるものであった。この損失は機構の部分的な改良によって減少させうるものと考えられた。

### 8. 収穫果の状況

#### (1) 出荷不可能果の混入率

表-10は搭乗した2名の作業員の手選別を経てコンテナに収容された果実の出荷可能果と不可能果の割合である。

手選別が加えられたため出荷不可能果は減少しているが、なお、果数率で約35%、重量率で約27%含まれていた。このうち、機械収穫に起因する出荷不可能果として裂果が果数率で3.7%、重量率で4.4%含まれていた。実験時の手選別は腐敗果と未熟果を対象にしたので裂果は除いてない。供試したKG127種のは場における裂果率は6.6%(9月25日)で果実硬度は3.6kgw(マグネステーラー型フルーツプレッシャーテスター、11mmφ貫入部使用、9月25日調)であった。同様に調査した早生だるま種は裂果率21.3%、果実硬度2.6kgwであった。早生ダルマのように裂果率が高く、果実硬度の低い品種ではさらに高率に機械収穫による裂果が発生すると思われる。裂果の原因については前項に記したとおりである。

表-10 機械収穫果中の出荷可能果と不可能果の割合

(選別者2名搭乗, KG127種, 1974.9.20)

調査果の数量 および比率	内訳							
	出荷可能果	過熟果 腐敗果	は場 裂果	収穫機 による 熟果	不可能 裂果 未熟果	損傷のない 未熟果	小計	
果数(果)	1845	1195	214	36	69	13	318	650
比率(%)	100.0	64.8	11.6	2.0	3.7	0.7	17.2	35.2
果重(kg)	57.0	41.8	5.4	1.2	2.5	0.4	5.7	15.2
比率(%)	100.0	73.3	9.5	2.1	4.4	0.7	10.0	26.7

#### (2) 収穫果の果梗附着率

加工トマト果の果梗は果実の輸送中に他の果実を損傷することおよび加工製品中の硝酸態窒素含量を増加することから出荷前に除去すべきものとされている。そこで、手作業による振り落とし一挙収穫果と機械収穫果の果梗附着状況を調査して表-11を得た。

果梗の附着率は手収穫果、機械収穫果とも果実の熟度がすすむにつれて減少する傾向がみられたが収穫方法による差は少なかった。

果梗は引張には強いが曲げモーメントには弱い<sup>3),4)</sup>のでシフタにおいて曲げモーメントを生ずるような振動を与えることができれば果梗の附着率を低下できると思われる。ただし、シフタに到達する以前に茎から分離している果実も多いので、果梗を高率に除去しようとするならばあらたにそのための装置を開発する必要がある。

表-11 果 梗 の 附 着 率 (KG127種, 1974.9.19)

収穫方法	調査果数等	熟		小計	度			小計	合 計
		完熟	完熟直前		着色中期	着色始	緑色		
手作業による振りおとし収穫果	調査果数(果)	544	366	910	173	156	365	694	1604
	果梗附着果数(果)	90	94	184	51	82	135	268	452
	果梗附着果数率(%)	16.5	25.7	20.2	29.5	52.6	37.0	38.6	28.2
機械収穫果	調査果数(果)	648	547	1195	88	143	87	318	1513
	果梗附着果数(果)	118	151	269	38	45	43	126	395
	果梗附着果数率(%)	18.2	27.6	22.5	43.2	31.5	49.4	39.6	26.1

## (3) 果皮に附着した土の量

逆転式選別コンベア上を果実が転落する際、果皮や裂傷へ泥が附着したので収穫果を水洗してその量を測定した。表-12はその結果である。

実験期間中頻繁に降雨があったためほ場の表土の含水率（対乾土率）は比較的高く、63～75%であった。この条件下でコンテナ1箱分の果実（20.4kg）に附着していた土の量はおよそ120～200gで果実に対する重量割合は0.6～1.0%であった。果実が小さいKG127種は果実重量に対する表皮面積の割合が早生だるま種より大きいため附着土量が多かったがその差は予想より少なかった。早生だるま種はほ場裂果が多く、果皮のほか裂傷に土が附着していたことおよび、果梗痕がKG127種より大きく、この部分にも土が附着していたことが原因であろう。

果皮に附着した土は収穫直後であれば水洗によって容易に除去できるが、果汁とともに乾燥し固化するとやや除去しにくくなる。ことに、裂傷に入りこんだ土は除去が困難であった。このことからほ場裂果が少なく、機械損傷を受けにくい品種の作出が望まれる。附着する

表-12 果皮に附着した土の量 (1974)

品 種 (調査月日)	コンテナ No.	内容物 総重量 (kg)	平均果重 (g)	附着土量 (g)	内容物総重量 に対する附着 土量の割合 (%)	土壌水分(対乾土率)	
						畦 頂 部 (%)	畦 間 (%)
K G 127 (9月20日)	1	20.4	35.3	169.5	0.83	74.7	63.4
	2	20.4	34.8	197.4	0.97		
	3	20.4	35.9	129.3	0.63		
	計	61.2	—	496.2	—		
平 均	20.4	35.3	165.4	0.81			
早生だるま (9月24日)	1	20.4	61.1	156.9	0.77	70.5	72.1
	2	20.4	65.0	127.9	0.63		
	3	20.4	68.7	122.8	0.60		
	計	61.2	—	407.6	—		
平 均	20.4	64.9	135.9	0.67			

土の量が果実重量の1%以下であっても多量に果実を取り扱う場合には水洗方法と泥水の処理が問題になろう。果実に泥が付くことも逆転式選別コンベアの短所であるから選別機構そのものについても再検討を加えたい。

### 9. 出荷時の選別法と選別能率

収穫機のコンテナに収容した果実には表-10のような出荷不可能果が混入していた。そこでこれらを選別するために図-14の選果台を試作した。出荷前の最終選別はとりあえずほ場で行なうこととし、運搬、組立、清掃を容易にするため、単純な構造に製作した。

コンテナの果実を選果台①上にあけ、出荷不可能果を除いたあとフットレバー②を踏み選果台を傾斜させてコンテナ③に滑落させる。③はローラーコンベア付きの無錘はかり④で計量される。

果実を平板上へすき間なく1段に並べた場合の所要面積はKG 127種(平均果重38g)が0.99m<sup>2</sup>、早生だるま種(平均果重83g)が0.72m<sup>2</sup>、VF105-2種(平均果重64.6g)が0.80m<sup>2</sup>であった。そこで小型果でも約25kgが並べられるよう選果台の面積を1.25m<sup>2</sup>にした。選果台の最大傾斜は35度であるがこれは最も転落しにくいペアタイプの果実でも転落または滑落可能な角度である。選果台の一部にはスクリーンを設けて土等を除外できる構造にした。表-13はこの選果台を使用した場合の選果・計量作業の能率である。

選果能率は品種、混入物の量、熟度の斉一度等によって異なるが出荷果20kgを得るのに要した選別・計量時間(のべ作業時間)はおよそ7分であった。のべ作業時間に対して除外果の量が比較的少なかったのは除外すべき果実の混入量が減少していること、果実を台上で反転して選果する必要があることおよび計量時間や果実を台に上げおろす時間ののべ作業時間に含まれているためである。

出荷前の選果には図-14のような選果台を用いるのが簡便で能率的であろうと思われるがこの場合でも出荷可能果20kgの選果に約7分を要したことに留意すべきであって、このような人力による小規模な選果方法のほか比量選<sup>5)</sup>その他各種の機械選果方法<sup>6), 7), 8)</sup>について

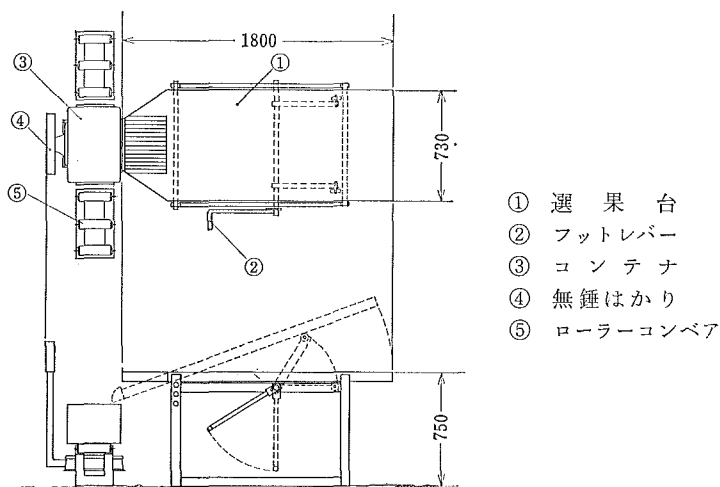


図-14 選果台 (単位: mm)

表-13 選果台による選果・計量作業の能率

(1974, 果実量はコンテナ数(1箱20kg入)で示した)

品 種	作業時間 (分)	作業人数 (人)	(a) 延作 業時 間 (分)	処理した 果実の量 (箱)	内 訳		(a) / (b) (分/箱)
					(b) 出荷果の量 (箱)	除外果の量 (箱)	
K G 127	60	3	180	31	26	5	6.9
	60	3	180	32	28	4	6.4
	60	2	120	18	17	1	7.1
V F 105-2	60	5	300	41.5	39	2.5	7.7
早生だるま	60	3	180	31	26	5	6.9

も収穫機開発にあわせて検討されることが望ましいと考えられた。

#### 10. 作業時に発生したトラブル等

以上のほ場実験中に発生した主なトラブルや機構上の欠陥等を要約して列挙する。

- (1) 高い畦においてはかきよせ装置が土をレーキングすることがあった。
- (2) フィードチェンのスプロケットに小型果や葉が入りこみチェンが外れることがあった。
- (3) 土塊や地表面の石が果実とともにピックアップされた。
- (4) 畦の谷部の果実のピックアップロス率が高かった。
- (5) 多湿なほ場ではシフタの前部に土が附着し、バーコンベアから落下する土のふるい選別性能が低下した。
- (6) 機体の傾斜にもなまって逆転式選別コンベアの傾斜が変わり選別性能が変化した。
- (7) 図-8の逆転式選別コンベアには泥が付きやすいスクレップによる清掃が困難であった。
- (8) 収穫果20kgあたり120~200gの土が附着した。
- (9) 選別用逆転コンベアからの果実の排出損失を防止するため転落しない果実をシフタの後端のパイプに接触させた結果、裂傷を生じた果実があった。
- (10) 機体の全幅、全高とも農作業用小型特殊自動車の規格寸法を約200mm超過した。
- (11) ポリエチレンフィルムがマルチされているほ場では駆動できなかった。

以上のうち(4)が収穫機の機構に関する今後の最大の研究課題であり、その他は2号機の一部改良あるいは栽培方法の改良によっておよそ解決できるものと推察された。

## V 考 察

本報のSU-74型加工用トマト収穫機(2号機)は1973年に試作したSU-73型加工用トマト収穫機(1号機, 実験機)の実験結果<sup>1)</sup>に基づき実用化を目的にして試作した。

すでにアメリカ合衆国とイタリアでは数種の実用機が市販され普及しているが<sup>9)10)</sup>, わが国にはまだ導入されていず, 実用化された国産機もない。外国の著名な収穫機, 例えば U. C.-Blackwelder, FMC, Button-Jhonson, Ditta TANZI ARMAND などはいずれも自走

式の収穫専用機で、手選別者を数名ないし十数名搭乗させ、収穫果を伴走車に収容する規模のものである。これらの収穫機は加工用トマトの大量の需要とこれに対応した大量生産の展開のなかで発達<sup>11),12)</sup>してきたものであるが機械収穫用品種の育成、ほ場の土質の検討、畦型と栽培方法の研究、収穫方法ことに once-over harvest principle の採用、選果方法と運搬手段の研究、さらに最近では bulk truck からのサンプリング方法の研究<sup>13)</sup>までが収穫機の開発研究とともに推進されている。すなわち、加工トマトの収穫作業は栽培体系のなかで独立したひとつの作業工程をなしているものではなく、ほ場の決定、品種選択、施肥設計をも含む多くの作業工程と密接に関連してそれらの影響を強く受ける性格を持っていることに対する配慮がなされているといえよう。

近年、わが国でもトマトの加工品の需要が急増し原料不足をきたしている状況<sup>14)</sup>であるがほとんどがハンドトラクタと自家労働による小規模栽培であるうえ収穫労力の調達が困難なため栽培面積が伸び悩んでいる。著者ら<sup>1)</sup>はこの収穫作業の省力化を目的として収穫機の開発研究に着手したが、前報の1号機および本報の2号機の設計にあたって最も重視したのはわが国における加工トマトの品種、栽培法、集約度、気象条件など機械収穫に関係する各種の制約条件である。具体的に数例をあげれば次のとおりである。

- (1) 機械収穫に適した品種が少なく、その栽培面積も少ない。
- (2) 品種、栽培地、栽培の集約度、気象条件等によって作型が異っている。ことに畦の断面形状が統一されていないためピックアップロスを生じやすい。
- (3) 欧米の生産地より湿度が高いため茎葉が繁茂しやすく、果実硬度が低いうえ裂果を生じやすい。また、熟期が不斉一であるため未熟果の混入比率が高く、一挙収穫が行ないにくい。
- (4) 一般にほ場が小さく、分散している。

以上のような制約条件のもとで機械収穫に対して従来の手作業による選択・逐次収穫と同様な面積あたり収量や格付基準を求められても実現は不可能であろう。諸外国の実用機を導入しても同様であろうと思われる。ただし、なしうるかぎりわが国の栽培の現状あるいは近い将来に予想される栽培法等に注目して収穫機を開発すれば上記の制約条件のうちあるものは収穫機への歩みよりによって解決または緩和されるものと推察される。

以上のような観点から2号機はできるだけ手作業を機械作業におきかえ、収穫作業工程を省力化することを目的にして製作した。

実験の結果、自走式の収穫専用機として全面堀取後方排出型にした基本的な構造、手選別者を2名搭乗させたこと、駆動性と機体の重量バランスおよびシフタ、横出しコンベア、後送りコンベア、コンテナの供給・滑落装置等の機能についてはほぼ満足しうる結果を得ることができたが、反面、211頁に述べたような欠陥も明らかになった。とりわけ、高畦栽培ほ場においてピックアップロスを10%以上生じたことが最大の欠点であった。ピックアップ機構を根本的に再検討すると同時に畦の高低差を縮小するような栽培法等も総合的に検討し、品種——栽培——収穫機の各面からピックアップ損失の軽減方法を研究すべきであろう。

長野県の伊那地方を例にとれば、加工トマト果は7月下旬頃から完熟しはじめ、以後漸増～急増して9月上中旬が一挙収穫の適期となる。したがって面積あたり収量を多くするには完熟初期から何回かにわたって手作業による選択収穫をくり返す必要がある。一挙収穫法

(once-over harvest) は収穫労力を軽減することを目的として検討されている収穫方法であるが、約2ヶ月にわたる熟果の発生期間中の一時点を選んで、その時点における熟果のみを収穫する方法であるから収穫方法そのものによる時期的な収穫損失をとまらう。すなわち初期の熟果を一挙収穫適期まで放置すれば過熟、腐敗して“ほ場内損失”になることは明らかであり、また、一挙収穫によって、その時期以後に完熟することが可能であった果実も廃棄される。このように、一挙収穫法は元来、省力方法のひとつであって、方法そのものに適用の限界があると思われる。したがってピックアップその他の損失が少ない収穫機の開発を続ける一方、収穫機の効用の限界を認識して熟度の斉一化をはかる栽培方法や手収穫と機械収穫の組み合わせ方法についても総合的に研究すべきだと推察される。

収穫作業工程には、根の切断または堀取、ピックアップ、選別、果実収容、計量など、多くの作業要素が含まれている。収穫機または収穫作業用機械には、これらの作業要素のどれとどれを処理させるべきかも議論されなければならない。本報の2号機はレーキングからコンテナのとりおろしまで一連の作業要素を行なう機構を1台に組み込んだ収穫機であるが、品種、栽培方法、収穫労力の有無などの状況によっては特定の作業要素だけを処理する単純な機械あるいは道具が要望される場合もあろう。すでに加工トマトその他の収穫機が普及しているアメリカ合衆国やイタリアにおいても収穫機の発達過程<sup>11),12)</sup>では各種の機械や作業用具が考察され一部では現在も使用されているようである<sup>10)</sup>。

本年は農業機械化研究所が試作したTH-II型加工用トマト収穫機が発表<sup>15)</sup>され、また京都の辻田製作所もこれと異なった機構の収穫機を試作するなど各方面で研究がすすめられているので育種、栽培、加工分野からの研究に期待しつつひき続き収穫機の実用化に関する研究を続行すべきであらうと推察される。

## VI 摘 要

1. 前報のSU-73型実験用加工トマト収穫機（1号機、1973年試作）にひき続きSU-74型加工トマト収穫機（2号機）を試作し実験した。

2. 2号機の作動原理は1号機とおよそ同じであるが、2号機は実用化を目的にして製作した。

3. 2号機はクローラ自走式全面1畦処理後面排出型の乗用型一挙収穫専用機であり、自走部上にかきよせ板、フィードローラ、フィードチェンおよびバーコンベアで構成された堀上・ピックアップ装置とシフタ、排出制御板からなる果実分離・茎葉排出装置、2台の逆転コンベア、スクレpp、横出し用バーコンベア、後送りコンベアからなるきょう雑物除去・果実搬送装置ならびにホイールコンベアで構成された果実収容・コンテナ滑落装置を搭載している。

4. 塔乗する作業員は3名であり、うち1名は運転者で、他の2名は手選別者である。

5. バーコンベアは先端部で畦の頂部を約40mm切削して株を掘りあげ、地表に転落している果実も合わせてピックアップする。

6. シフタは4節回転機構によるだ円振動を行ない、果実を茎から分離するとともに茎葉を移動させ機体の後方に排出する。



7. 逆転コンベアはシフタ直下に装着された傾斜つきの広幅ベルトコンベアでシフタから落下する果実を横出しコンベアに転落させる。ベルトは果実の転落方向と逆の方向に駆動され土その他のきょう雑物を排出する。

8. 加工トマトほ場で各種の実験を行った結果、駆動性、シフタの果実分離性能、果実搬送性能、空コンテナ供給と果実入りコンテナの滑落については良好な結果を得たが、高い畦ではピックアップロス果が多くなる欠点が認められた。

9. 選別者を2名塔乗させた結果、土塊その他果実以外の混入物は完全に除外できた。腐敗果や未熟果も選別したが完全にはなしえなかった。

10. 収穫果の表面には果実20kgあたり約150gの泥が附着していた。

11. 以上の結果、加工用トマト機械収穫のための育種、栽培、加工分野における研究と併行して収穫機の実用化に関する研究を続行すべきであろうと推察された。

## Ⅶ 附 記

本研究は1974年に信州大学農学部附属農場において農場長高橋敏秋教授、農場主事土屋敏夫助教授をはじめ全農場職員の協力のもとになされたものである。ことに農場オペレーター北原英一技官、淵井正文技官、小林正技官には収穫機製作、トマト栽培、ほ場実験を通じて多大なご協力をいただいた。

収穫機の設計にあたっては京都大学農学部農業工学科農用作業機械学研究室 川村登教授にご指導いただいた。

使用したクローラ台車はクボタ鉄工株式会社から、また、堀取用のリンクバーは松山株式会社からそれぞれご寄贈いただいた。

また、カゴメ株式会社富士見工場原料課長深谷清夫氏以下技術員各位からは貴重なご意見をいただき、蟹江隆夫氏には機械製作に直接ご協力いただいた。

本稿をまとめるにあたり高橋敏秋教授にご校閲いただいた。

以上、記して感謝の意を表する。

## Ⅷ 参 考 資 料

- 1) 有馬 博・土屋敏夫・深谷 潔・中村怜之輔： 加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する研究 (第2報) —— 試作した果実搬送機および収穫機について ——, 信州大学農学部紀要 第10巻 第2号 (1973. 12)
- 2) 阿部 勇編： トマトの無支柱栽培, 農文協 (1969. 6)
- 3) 有馬 博： 加工トマトの機械収穫に関する研究——果梗部の引張試験および振動による果実の落下試験——, 農業機械学会第32回総会講演要旨, (1973. 4)
- 4) 伊藤喜三男・上村昭二ほか： トマトのへた離れ難易度の品種間差異, 園芸学会昭和49年度秋季大会研究発表要旨, (1974. 10)
- 5) 中村怜之輔・伊東卓爾： 加工用無支柱トマト果実の比重による熟度選別に関する研究, 岡山大学農学部学術報告, No. 41, (1973. 3)
- 6) William C. Hedick Jr., and Richard C. Fluck : Sand Removal from Tomatoes Using

- Roller Brushes, TRANSACTIONS of the ASAE, Vol. 16, No.1, (1973)
- 7) A. G. Story, G. S. V. Raghavan : Sorting Potatoes from Stones and Soil Clods by Infrared Reflectance, TRANSACTIONS of the ASAE, Vol. 16, No. 2, (1973)
  - 8) C. E. Food, B. K. webb, E. T. Sims, Jr., T. R. Garrett : A Portable Dumper-Sorter for Mechanically Harvested Horticultural Crops, TRANSACTIONS of the ASAE, Vol. 17, No. 2, (1974)
  - 9) CLARENCE M. HANSEN (伊藤信孝ほか訳) : 米国における野菜・果樹の機械収穫, 新農林社・農機産業調査研究所, (1973.10.25)
  - 10) 全国トマト工業会 : イタリアにおける加工用トマト機械収穫機の実態調査報告書, (1973)
  - 11) B. A. Stout and S. K. Ries : Development of a Mechanical Tomato Harvester, Agr. Eng., Vol. 41, No. 10 (1960)
  - 12) Sergio Di Diolo-Massimo Zoli : Raccolta meccanica del pomodoro : realizzazioni e prove 1970, RIVISTA DI INGEGNERIA AGRARIA, (1971)
  - 13) M. O'brien, W. B. Goddard, R. B. Williams : A Sampling System for Bulk Delivery of Tomatoes for Processing, TRANSACTIONS of the ASAE, Vol .16, No. 5, (1973)
  - 14) 農林省食品流通局野菜振興課 : 昭和49年産加工原料用トマト全国需給安定協議会資料, (1974. 6.12)
  - 15) 農業機械化研究所 : 加工用トマト収穫機(試作機)検討会用資料, (1974.7.15)

**Studies on the Labour Saving Culture of Processing Tomato**  
**III. On the 1974 Model Mechanical Tomato Harvester**

**By Hiroshi ARIMA**

Laboratory of Olericulture and Floriculture, Fac. Agric., Shinshu Univ.

**Summary**

As previously reported, the trial mechanical harvester of processing tomato was constructed at the Laboratory of Experimental Farm, Fac. Agric., Shinshu Univ. in 1973.

In order to overcome the deficiencies apparent in the 1973 model, the 1974 model mechanical tomato harvester was continuously designed at the Laboratory of the Olericulture and Floriculture and it was tested in 1974.

The results obtained were summarized as follows.

1. The harvester was constructed using a self-propelled crawler frame of a rice combine harvester. The minimum turning radius of the crawler was 2,300mm.

The overall length of the mechanical tomato harvester was 6,230mm, 2,530mm in width and 2,030mm in height. The total weight of the machine was 1,180kg.

2. Front mounted bar conveyer was able to dig on the top of the bed about 40mm in depth, so that parts for root cutting were not necessary to be set. Roots were drawn out by the bar conveyer and a feed roller. To reduce pickup loss, vines and fallen fruits were raked out by the front mounted attachment from the furrows and were gathered to the center of the beds.

3. Sifter was 820mm in width and 1,520mm in length. Screen of the sifter was made of 12mm $\phi$  stainless pipe on 100mm centers and was shaken by rotate crank and rocker of four-bar linkage system with about 225 cycles per minute. The horizontal stroke of the sifter was 70mm, while the values of vertical stroke and locus were varied with the position of the screen.

4. Two cleaning belts were placed beneath the sifter at the 20~22 deg. incline. As the belts moved up, dirt and foreign materials were discharged at the top of these belts while the fruits roll down onto a sorting conveyer. The sorting conveyer was set on the left side of the harvester and two sorters got on near it. Matured fruits were stored in plastic containers and then those were unloaded to field using the rear mounted wheel conveyer.

5. The field tests were conducted mainly for dwarf varieties at the Experimental

Farm of Shinshu Univ. Some deficiencies were encountered during the tests. The main problem was the rate of the pickup loss. In flat, wide, clodfree and weedfree beds, fruits could be picked up completely. On the contrary, in the worst field condition, the rate reached to 18.6 percent.

Another deficiencies should be eliminate in the next model.

6. It will be considered that the practical use of mechanical tomato harvester is possible even under such field conditions as intensive culture and the high humidity like in Japan.

As the suitable varieties for mechanical harvesting were developed recently, its effect was quite considerable.