

# 加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する研究（第4報）

——試作した自走式選果機とそのほ場作業性能について——

有 馬 博・高 橋 敏 秋

信州大学農学部 蔬菜・花卉研究室

## I 緒 言

加工用トマトには多くの栽培品種があって、それらの草姿、草勢、果型、果重、熟期とその斉一性、裂果発生率、完熟から腐敗までの期間など収穫作業の能率に関係する形質に著しい品種間差異が認められる。そのうえ、栽培地の気象、土壌条件や労働集約度の違いが加わって栽培形態は複雑多岐にわたっている。

前2報<sup>2),3)</sup>においては試作したトマト収穫機（試作名称；SU—73型およびSU—74型）とそれらのほ場実験結果について報告したが、このような、いわゆる“自動型収穫機”においては

- (a) 茎から離脱してほ場に落下している果実も含めて全果をピックアップすること
- (b) 熟度選果を能率的に実施すること

が最も重要であり、かつ、機構的に最も困難であることが明らかになった。先にのべたとおり、品種数が多く栽培形態も複雑な現状で、これら(a), (b)に固執すれば収穫機の機構はさらに複雑化、大型化してわが国の栽培規模には適合させるべくなくなることおよび収穫機駆動のために品種を限定し栽培法を規格化せざるをえなくなることが予想される。前報<sup>3)</sup>にも記したとおり、機械収穫法は、品種——栽培法——収穫機——加工の各分野を協調して総合的に推進し収穫損失を減少させるとともに作業能率の向上をはかるべきであろうが、駆動のための条件整備がすすめられても、自動型収穫機はその規模、性能からみて、将来とも導入可能な地域あるいはほ場が限定されるものと推察される<sup>3)</sup>。

そこで、1975年には、自動型収穫機の開発研究を継続するいっぽう、これまでの研究成果を応用して、品種、栽培法、栽培規模、天候、土質、作業者数等に規制されずに駆動でき、より普遍性にとんだ一挙収穫用作業機を開発しようとして小型の自走式選果機（試作名称；SU—75 F S型）を試作しほ場実験を行なって所期の成果を得たので報告する。

## II 選果機的设计条件

本報の選果機は、前報（第3報，P191）<sup>3)</sup>のSU—74型加工トマト収穫機の作業要素のうち、きょう雑物除去——選果——果実収容をとりあげ、これらを能率化することによって

一挙収穫作業工程の所要時間を短縮しようとしたものである。この視点にもとづき、次の1～4を主な設計条件として選果機を試作した。

1. 茎の切断、果実の振り落としおよびほ場落下果の拾い上げを手作業で行なう一挙収穫用作業機とする。
2. 熟度選果を直立姿勢で能率的に行ないうることを。
3. 小型で取扱容易な自走式にすること。
4. 選果機部分を自走式台車から取り外し代わりに荷台を装着してコンテナ運搬車としての利用を可能にすること。

### Ⅲ 選果機の構造、諸元および操作法

図一1は試作した加工トマト選果機であり、表一1はその諸元である。

選果機部は角錐型ホッパー（一部キャンバス張）①、さん付バーコンベア⑩、平ベルト逆転式選別用コンベア（以下逆転コンベアという）⑪、選果台一(1)⑬、および選果台二(2)⑭、ほかからなり、これがアタッチメントとしてクローラ台車⑤に搭載され台車のエンジン⑥によって駆動される。

路上走行時および収納時にはホッパーと選果台一(2)を折りたたみ全長を縮小する。収納に要する面積は $3\text{ m}^2$ 、容積は $4.1\text{ m}^3$ である。

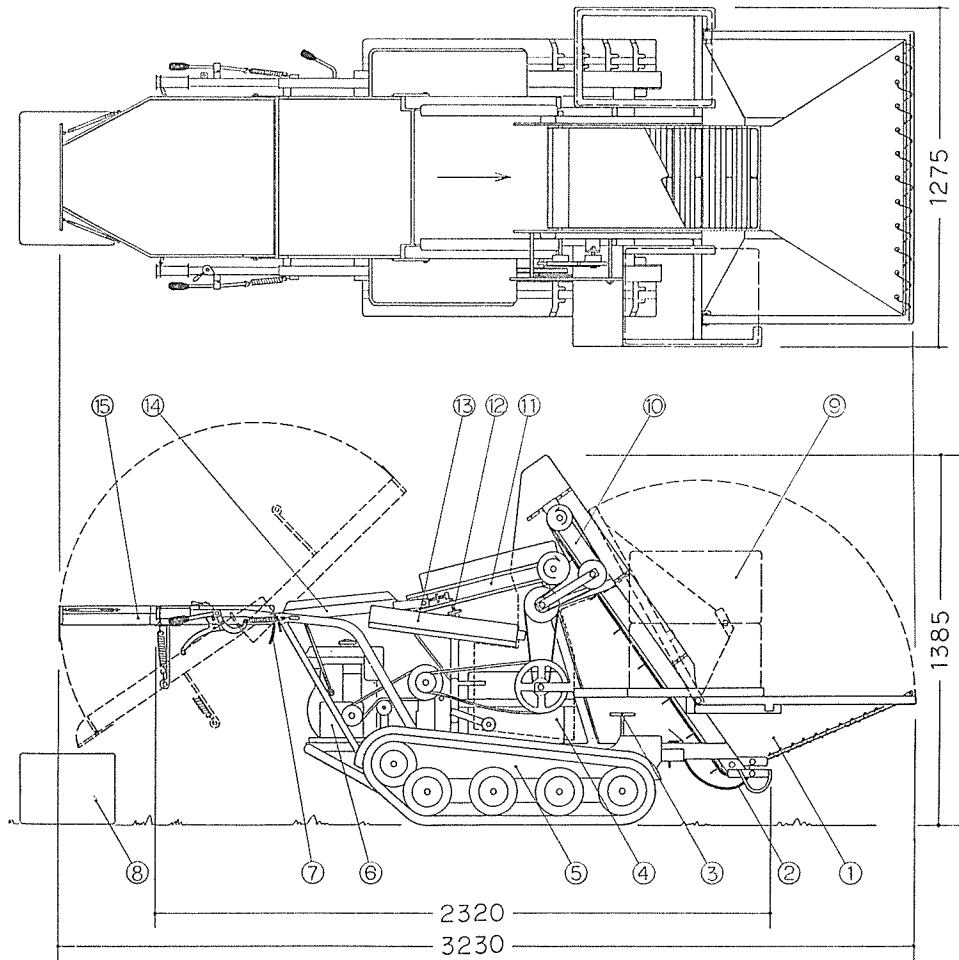
ほ場では、これらを展開し、1速(1.0km/h)で畦方向へ断続的に前進しながら作業を行なう。まず、機体を所定の位置に停車させ、選果機部だけを駆動して作業を開始する。

作業員は2～8名のいずれでもよい。うち1～3名がホッパー附近の株を持ち上げ果実をホッパーに振り落とす。株全体を振動数100～120 c/mm、振幅30cm位で2～3回手振りすればほぼ全果が落下する。このさい、振動を強く与えすぎないように注意し、出荷不能な未熟果はホッパーへ落下させないで茎葉とともに棄却する。

茎は長柄の植木バサミまたはカマなどで前もって切断しておくかあるいは切断しながら果実の振り落としを行なう。茎を持ち上げたときには場に落下した果実のうち、1、2級果<sup>4)</sup>だけは振り落とし作業の間に拾い上げてホッパーに入れるかまたはほ場全株の収穫が終了してから別に拾い上げる。

ホッパーに落とされた果実はさん付バーコンベアでリフトアップされ、逆転コンベアへ落下する。バーコンベアのバーとバーの間隙は26.8mmである。したがって短径が約25mm以下の果実は搬送されずには場へ落下する。このような小型果には出荷可能なものはほとんど含まれていないので、全部落下させることが望ましい。

バーコンベアはJIS50、歯数14のスプロケットへアタッチメント付単列ローラーチェーンをかけ、これへバーとして5φの鉄丸棒を溶接して製作した。このスプロケットのピッチ円は71.35mmφであるが丸棒の中心は96.95mmφの軌跡をとってピッチ円の外側を回転する。したがってバーの中心間距離はバーコンベアの両軸附近において直進部分より約10.3mm拡大される。その結果、ホッパー側の軸附近からはバーコンベアの内部に入りこんだ小型果が地表へ放出され、また、逆転コンベア側の軸附近ではバーにはさまれている果実も容易に逆転コンベアへ放出される。



図一 加工トマト選果機（SU-75FS型）（単位；mm）

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| ① ホッパー（一部キャンバス張、折たたみ可）  | ⑨ 空コンテナ             |
| ② 果実落下防止用ゴム板            | ⑩ さん付バーコンベア         |
| ③ 姿勢調節用ボルト              | ⑪ 平ベルト逆転式選別用コンベア    |
| ④ 2級果収容用コンテナ            | ⑫ 逆転コンベア傾斜調節用ボルト    |
| ⑤ クローラ台車                | ⑬ 2級果投入用ホッパー        |
| ⑥ エンジン（最大2.5ps/1800rpm） | ⑭ 選果台-①（固定部分）       |
| ⑦ 選果台仕切用ゴム板             | ⑮ 選果台-②（傾斜および折たたみ可） |
| ⑧ 1級果用コンテナ              |                     |

1株あたりの果実重量と予想される振り落とし作業の速度からこのバーコンベアは30kg/minの果実搬送能力を必要とするものと考えられたので幅を400mm，搬送速度を200mm/secとし，さんの取付間隔を160mmにした。その結果，さんに乗せられた果実は数果ないし十数果ずつ0.8秒ごとに逆転コンベアへ落下した。

逆転コンベアは図一 平面図の矢印方向へ回転する。バーコンベアからは球状の果実に混ざって折れた枝，枯葉，腐敗や裂傷による変形果，雑草，マルチ片などが落下するが，これ

表一 SU-75FS型 加工トマト選果機諸元表 (1975年8月31日現在)

機 体 寸 法  (mm)	選果用 アタッチメ ント	路上	全 長 2,320	選 果 用 ア タ ッ チ メ ン ト	ホッパー	型 状 角錐ロート型
		走行時	全 幅 1,275			寸法 (mm) 860 L × 1100W
	取付時	収穫 作業時	全 高 1,385		ふちの地上高 (mm) 500	
			全 長 3,230		壁面傾斜 (度) 26~54	
			全 幅 1,275			寸法 (mm) 1310 L × 460W
			全 高 1,385		さん付 バーコン ベア	傾斜角 (度) 55
						バーの間隙 (mm) 26.8
	運搬用 アタッチメント		全 長 2,300			搬送速度 (mm/sec) 200
			全 幅 935			揚程 (mm) 1250
	取付時		全 高 1,100			
機 体 重 量 (kg)	台 車		199		平ベルト 逆転式コ ンベア	寸法 (mm) 605 L × 605W
	選果用アタッチメント		113			傾斜角 (度) 12~22(調節可)
	運搬用アタッチメント		44			搬送速度 (mm/sec) 160.4
ク ロ ー ラ 台 車	エンジン	空冷単気筒 4 サイクル ガソリンエンジン 最大 2.5ps/1800rpm		ン ト	選果台ー (1) (固定式)	寸法 (mm) 500 L × 615W
						面積 (m <sup>2</sup> ) 0.31
	走行速度 (km/h) (エンジン1000rpmに おいて)	前 1	1.00		地上高 (mm) 800	
		前 2	3.02		傾斜角 (度) 5 ~ 7 (調節可)	
		後	0.78			
	履 帯	軸 距 (mm)	865	コンテナ運搬 用アタッチメ ント	選果台ー (2) (傾斜可)	寸法 (mm) 810 L × 615W
		中心間距離 (mm)	880			面積 (m <sup>2</sup> ) 0.40
		履 帯 幅 (mm)	180			地上高 (mm) 760
		接 地 面 積 (cm <sup>2</sup> )	2681			
	接 地 圧 (kg/cm <sup>2</sup> )	選果用アタッチメ ント取付時	0.116		寸法 (mm) 1580 L × 1100W	
運搬用アタッチメ ント取付時 (積載荷重400kgにおいて)		0.240		床面積 (m <sup>2</sup> ) 1.72		
最低地上高 (mm)			130		床面の地上高 (mm) 395 (一部分775)	
				転倒角 (度)	右 57	
				(選果用アタッチメント取付時)	左 50	

らのうち球状の果実だけがベルト面を転がって選果台へ達し、その他は上方へ搬送されて排出される。これらのきょう雑物の選別性能を高めるためには球状果が転落可能な限度内においてベルト面の傾斜をゆるくとり、ベルトスピードも遅くすることが望ましいが傾斜が小さすぎれば、機体全体が前傾したときに果実が転落しにくくなりきょう雑物とともに排出されるおそれがある。また、ベルトスピードが小さすぎると先に落下したきょう雑物の上へ次の果実が落下して果実の転落が阻止される。最も多量に混入するきょう雑物は枯葉であるがそのほとんどは長さ 100mm 以下であるから 125mm/sec 以上の搬送速度を与えておけば果実の転落阻止は回避できるはずである。これらの諸点を考慮してベルト面の傾斜は16~18度を標準にし、果形やば場傾斜に応じて12~22度の範囲で調節可能にした。また、ベルトスピードは 160mm/sec を標準にしたが、エンジン回転数の増減によって 90~290mm/sec に調節することができる。ベルト面には腐敗果の果汁や葉の小片が附着しやすく、これらが果面を汚

すので清掃用スクレップが取り付けられている。

選果者は選果台(1)、(2)の周囲に位置して熟度選果を行ない、選果台(2)が果実で満たされたらこの台を押し下げて傾斜させ畦上に置いたコンテナへ果実を転落させる。緑色果はほ場へ捨てるが2級果はバーコンベアの両側へ設けた角型のホッパーへ投入し2級果用コンテナへ収容する。選果台へ到達する果実が多すぎる場合はコンベア用クラッチを切り果実搬送を一時停止させる。選果台の長さは1335mmでその周囲には選別者5名の作業スペースがある。

バーコンベアの左右には空コンテナ搭載用の枠を2個設けてある。コンテナを“三ツ組”にすれば合計6個を乗せることができる。

振り落とし作業者がホッパーの前方を10～15m<sup>2</sup>位処理し終わったら機体を適宜移動させ作業を続行する。走行速度は約280mm/secであるから走行中でも選果作業を継続できる。

コンベアクラッチ、走行クラッチ、アクセルレバー、ストップボタンなどはすべて選果台の両側にまとめてあり、選別者がこれらを選別作業の間に操作するのでオペレーターは不要である。

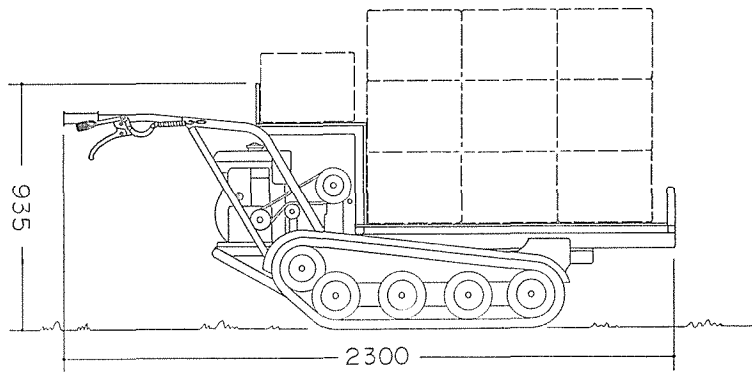


図-2 コンテナ運搬用荷台装着時（単位；mm）

果実の収穫が終わったら選果機部をクローラ台車から取りはずし代わりに図-2のごとく荷台を装着してコンテナ運搬に使用することができる。最大積載量は450kg（20kg入コンテナ約20箱）である。

以上の選果機（SU-75 FS）を試作するに先だって、最初に駆動輪1個、カスタ車輪2個の3輪自走式の小型選果機（1号機）を試作した。その後、これを改良してSU-75 FSとほぼ同じ選果機部を製作し、これを400-7タイヤ1個で駆動し3.00-6タイヤ2個をカスタ車輪とする台車に取りつけた2号機を試作した。2号機の重量は174kgであったが実験の結果、関東ローム層のような膨軟なほ場では車輪のめりこみとスリップがあり駆動性が不十分なうえ、マルチのポリエチレンフィルムを踏圧によって破り、ほ場片付にも不都合を生ずることが明らかになった。そこで、水稻用自走式脱穀機用のクローラ台車を一部分改造し、3号機としてSU-75 FSを製作した。1号機および2号機の駆動性は3号機より劣ったが硬い土質のほ場では駆動が可能であった。

## Ⅳ ほ場実験と考察

### 1. 実験ほ場とトマトの性状

ほ場実験は1975年8月下旬～9月中旬に表一2のほ場で行なった。

表一2 実験ほ場と加工トマトの概要 (1975.9 KG127種)

※ 実験 ほ場	実験 月日 (月/日)	品 種	ほ場 傾斜 (度)	平均 畦高 (mm)	栽植 本数 (本/10a)	実験日 以前の 収量 (kg/10a)	着果数 (果/株)	ほ場落 下果数 率 (%)	出荷不 能果数 率 (%)	1級果 の平均 果重 (g)
A	9/8～11	KG127	0.6	100	2,564	0	121.2	19.7	51.5	34.7
B	9/18	〃	1.2	95	2,222	2,156	107.0	13.7	67.5	29.4
C	9/13	〃	0.4	250	2,469	1,800	76.1	14.8	22.3	36.4

※ ほ場A：長野県上伊那郡南箕輪村 信州大学農学部附属農場

〃 B：長野県諏訪郡富士見町乙事 五味氏ほ場

〃 C：福島県西白河郡西郷村 安藤氏ほ場

実験は一挙収穫適性に富むKG127種を供試して行なった。同一品種でありながらほ場によって栽培法や果実の状態が異なっていた。試作した選果機は、手収穫における、茎の切断——株の持上——果実の振り落とし——きょう雑物除去——熟度選果——果実のコンテナ収容——の諸動作のうち一部を機械作業に置きかえると同時に作業強度を低下させようとするものであるから作業能率はトマトの性状によって変化する。とりわけ、茎を手で持ち上げたときの落下果数率と出荷不能果の果数率に注目すべきであろうと考えられた。実験ほ場3か所における落下果数率は14～20%，出荷不能果の果数率は22～68%であった。ただし、ほ場BおよびCはすでに選果手収穫が行なわれ初期の熟果が採取されていた。

### 2. 作業人数と時間あたり収量および10aあたり所要時間

表一3は実験結果のうち作業人数と時間あたり収量についてまとめたものである。作業者はいずれも試作機の使用経験をもたない農場職員およびトマト栽培者であった。

実験ほ場によって作業能率は異なっているが作業者1名あたりの毎分収量は2.0～6.4kg(果数68～177)であった。

図一3は表一3の結果から選果機1台による10aあたり収穫所要時間を算出してプロットしたものである。

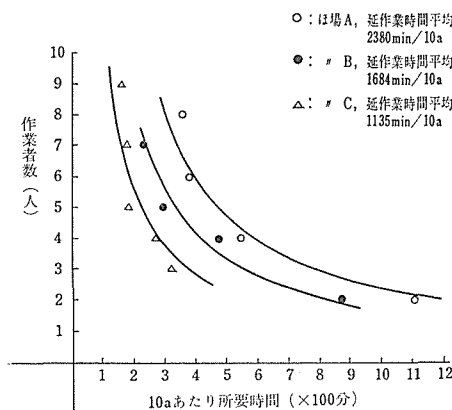
ここで作業人数を $m$ (人)、選果機1台による10aあたり所要時間を $t$ (分)とおいて実験各回の10aあたり延所要時間 $mt$ (分)を求めこれのほ場別平均値 $\overline{mt}$ (分)を算出すれば、ほ場Aが2380、Bが1684、Cが1135となる。図一2の3曲線は各ほ場の $\overline{mt}$ を比例定数とする反比例曲線であるが、実験各回の $mt$ のプロットはそれぞれのほ場の $\overline{mt}$ 曲線に接近してい

表—3 作業者数と収量および除外果量

(1975.9. KG127種)

実験 場	実験 No.	供試 株数 (株)	作業者数		作業 時間 (分)	1級果 収量 (kg)	※ 選別除 外果量 (kg)	毎分1 級果収 量 (kg)	作業者1名 あたり毎分 1級果収量 (kg)
			振落 (人)	選果 (人)					
A	I	50	1	1	21.6	120.8	19.5	5.6	2.8
	II	50	2	2	10.5	111.5	16.5	10.6	2.7
	III	50	3	3	7.4	113.8	16.9	15.4	2.6
	IV	50	4	4	7.0	119.7	17.7	17.1	2.1
B	I	50	1	1	19.3	87.5	23.4	4.5	2.3
	II	50	2	2	10.7	88.6	33.9	8.3	2.1
	III	100	2	3	13.2	155.1	40.8	11.7	2.4
	IV	100	3	4	10.5	147.1	35.4	14.0	2.0
C	I	50	1	2	6.4	104.1	2.4	16.3	5.4
	II	100	1	3	11.1	264.6	10.8	23.9	6.0
	III	100	2	3	7.3	235.2	9.1	32.2	6.4
	IV	378	3	4	27.0	760.2	—	28.2	4.0
	V	378	4	5	25.3	777.2	—	30.7	3.4

※ 手選別によって除外した果実の量。2級果を含む。



図—3 作業者数と10aあたり所要時間

て、実験した人数の範囲内では作業者数と作業量が比例していたことを示している。各実験とも作業者の作業能力は大差なかったと思われる。したがってほ場によるmtの差はトマトの性状が試作した選果機による一挙収穫作業の能率に強く影響したことを示したものとえよう。

### 3. 果実の振り落とし作業速度

選果機を使用した場合の作業能率は、まず振り落とされる果実の量によって規制される。この作業には茎の切断——株の持上——果実の振り落とし——落下果の拾い上

げなどの単位作業 (operation)<sup>5)</sup> を含んでいるがこのうち作業速度に最も関係するのは茎から離れてほ場へ落下した果実の拾い上げである。

表—4 は各ほ場における1株あたり落下果数と1株の振り落としに要した時間である。

振り落とし作業は、選果台上での果実の滞留によって一時休止することがあるので上表の値は連続作業による所要時間とは若干の差があるものと考えられるが、落下果数が少ないほど短時間で処理できることが明らかである。

表—4 ほ場落下果数と振り落とし所要時間

(1975.9. KG127種, 切断直後)

実 験 場	1株平均 落下果数 (果)	振り落とし所要時間 (sec/株) <sup>**</sup>					平 均
		実 験 I	実 験 II	実 験 III	実 験 IV	実 験 V	
A	23.9	25.9	25.2	26.6	33.7	—	27.9
B	14.7	23.2	25.7	15.8	18.6	—	20.8
C	11.3	7.6	6.6	8.8	12.8	16.1	10.4

\* 未熟果を含む。

\*\* ほ場落下果の拾上時間を含む。

茎の切断時間は含まない。

## 4. 茎の切断作業

表—4には茎の切断時間が含まれていない。切断は振り落とし作業と併行することもできるが、予め長柄の植木バサミ、カマなどを用いて済ませておくほうが能率的であった。ただし、切断後長時間経過すると葉が枯れ、振り落としの際、これがホッパーに落下することがあるので切断は収穫当日または前日に行なうのが望ましいと思われた。

切断作業の速度は根元の露出程度、倒伏型と茎の太さ、10aあたり栽植本数および用具によって異なるが実験結果は表—5のごとくであった。

表—5 株 の 切 断 時 間

(1975. 供試株数50~77)

実 験 場	用 具	1株あたり切 断所要時間 (秒)	10aあたり栽 植本数 (株)	10aあたり換 算所要時間 (分)
A	長柄植木バサミ	6.3	2,564	269
	せん定バサミ	7.4	〃	316
B	長柄植木バサミ	4.4	2,222	163
	稲刈ガマ	4.9	〃	181
C	長柄植木バサミ	1.7	2,469	70
D*	長柄植木バサミ	4.0	952	63
	稲刈ガマ	6.9	〃	109

\* 茨城県鹿島郡銚田町 山崎氏は場

A~Cは場: KG127種

D は場: KG129種

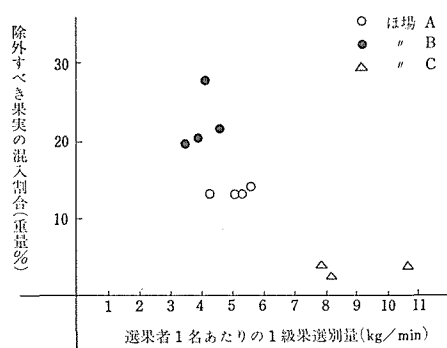
表中、ほ場Aはマルチのポリエチレンフィルムを7月中旬に除去したので不定根が発生し、根元のほか主枝の基部も切断する必要があったため最も長時間を要した。マルチ処理にあたってはこのことも考慮する必要がある。ほ場B, Cはいずれもポリエチレンフィルムがマル



チされたままであったため容易に切断することができた。ことには場Cは畦高が平均250mmあり(図一5参照), 主枝が下垂して根元が完全に露出していたため作業が早かった。使用した3種の用具のうちでは長柄の植木バサミが最も使いやすかった。

## 5. 出荷不能果の混合率と選果作業能率

出荷不能果の混合率も収穫作業の能率を規制する要因として重要である。図一4は選果台に到達した果実のうち, 除外すべき果実の混入割合と選果者1名あたりの1級果の毎分選別量である。除外果には2級果も含まれている。



図一4 除外すべき果実の混入率と1級果選別量 (1975.9. KG127種)

除外果の重量率は最大27.7%, 最小2.3%であった。除外果の重量率が大いほど選果者1名あたりの毎分選別量が低下している。一挙収穫法においては選果機の有無にかかわらず除外果率を低下せうような栽培法をとることが作業能率を向上させるための要件である。

表一6は選別者1名あたりの毎分除外果数である。

除外果数は選果台への果実の到達量と除外すべき果実の混入割合によって異なったが毎分最大約80果を除外することができた。

表一6 選別者1名あたりの毎分除外果数

(1975.9. KG127種)

実 験 場	選果台への果実 到達量 (選果者1名あ たり kg/min)	除外すべき果実 の混入割合 (重量%)	選別者1名あたりの毎分除外果数 (果)			
			実 験 I	実 験 II	実 験 III	平 均
A	6.2	13.2	36.3	31.5	30.6	32.8
B	5.7	24.4	60.8	79.5	—	70.2
C	9.2	3.3	10.6	13.1	18.3	14.0

\* 実験I～IIIの平均値

選果台を図一1に示したように固定部分⑭と傾斜可能な部分⑮とに二分し, ⑮を傾斜させて果実をコンテナ⑧へ収容している間は⑮の前縁⑦を上方に突出させ⑭から選果前の果実が⑮へ達しないようにし, ⑮の傾斜中も選果作業を連続して行なえるようにしたことが選別能率の向上に有効であった。

## 6. きょう雑物の除去性能

きょう雑物の除去は最初にホッパーから逆転コンベアへ果実が搬送される過程で始められ

る。バーコンベアの下端はホッパーに接して設けられていてホッパーの果実を若干攪拌しながらリフトアップするのでこの部分から葉の小片や幼果などバーの間隙より小さいものがは場へ落下する。ゴム板(図一1, ②)はバーコンベアとホッパーの連結部からの大型果の落下を防止するためのものであるが両端は図一1の側面図のごとく開放されているのでゴム板上へ落下したきょう雑物はこの部分からもは場へ放出される。

逆転コンベアはきょう雑物の除去にきわめて有効であった。ほ場Aにおける測定では、10株を手振りした場合、果実に混入して落下する枯葉の量は重量で0.4~0.7kgでその容積は圧縮しない状態で3~5 lであった。このうち10~30%は、バーコンベアから落下し残りは逆転コンベアへ到達したが、このほぼ全部が逆転コンベアによって除去された。ただしベルト面の傾斜が不適當であつたり果実の到達量が著しく多い場合には選果台へ達する枯葉があつたがこれらも逆転コンベアと選果台の間に設けられた二条の間隙からほぼ完全に排出された。このほか腐敗果の果汁によって果皮へ附着したままコンテナに収容される枯葉の小片が見られたが実用上支障にならない程度であった。

逆転コンベアには、最初0.6mm厚の平ベルトを使用したか、果実の落下による振動によって、きょう雑物が選果台へ転落することがあつたので、その後2.7mm厚のベルトと交換したところ上記の性能が保たれるようになった。なお、ベルト面はスクレップで完全に清掃されている。

## 7. 果実の物理的損傷と排出損失

実験に供試したKG 127種は裂果の発生が最も少なく、物理的損傷も受けにくい品種であつたが、試作した選果機を使用することによる外見的な損傷は認められなかつた。ただし、ホッパーへ多量に果実を堆積した場合にはバーコンベアと果実の接触によって軟化した過熟果が裂傷を受けることがあつた。

逆転コンベアからの果実の排出損失はベルト傾斜の調節を誤らないかぎり認められなかつた。バーコンベアで搬送された果実を逆転コンベアのベルト面へ斜めに落下させ、選果台の方向へ反撥して転落させるようにしたことも排出損失の防止に効果があつた。

## 8. 走 行 性 能

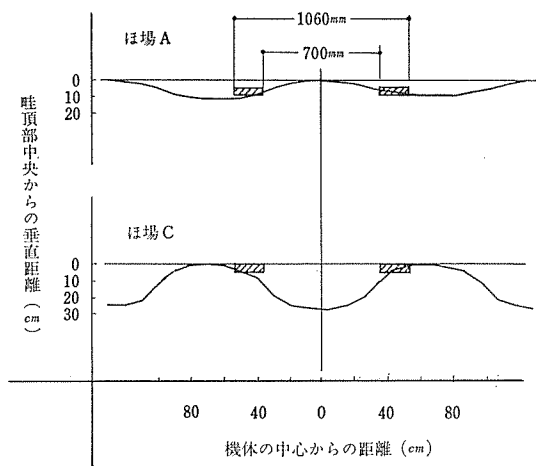
選果機に使用したクローラ台車は自走式脱穀機用に生産されている歩行型のものであつた。履帯の中心間距離は880mm、履帯幅が180mm、接地面積は2680cm<sup>2</sup>で選果機部を装着した場合の接地圧は0.116kg/cm<sup>2</sup>であつた。

表一1の実験は場のうち、ほ場Cは畦の高さが250mmあり、土質は砂を多量に含む膨軟な火山灰土壌であつた。畦の断面はカマボコ型でその曲率半径は約500mmであつた。この畦型は著者が現在までに経験したうち、最も走行が困難であらうと思われたが機体の運転操作が容易であつたため農家の女子中学生によつても走行させることができた。

図一4は各ほ場の畦型とクローラの走行位置である。

ほ場A, Bでは履帯が1畦の床面を走行し1回に3畦を収穫しながら走行した。ほ場Cでは畦間をまたいで走行させ、1回に2畦を収穫した。

いずれのほ場においても、クローラの直進中はポリエチレンフィルムマルチを切断するこ



図—5 畦型とクローラの走行位置

となく走行することができた。ほ場Cでは履帯の側縁とラグの一部でフィルムに穴をあけることがあったがフィルムの除去作業は支障なく行なえるものと思われた。

選果機部装着時の重心は高さ約70 cmに位置し転倒角は右が57度、左が50度であった。

この選果機による収穫時間のうち約95%は機体の走行を停止しバーコンベアと逆転コンベアだけを駆動しているの、エンジンは空冷単気筒2 ps/1500rpmを使用した。ほ場内を1速(1.0 km/h)で走行する場合

は選果機部搭載時にも、また、荷台を装着してコンテナを運搬する際にも余裕馬力があつたが2速(3.0 km/h)で走行させるには4 ps程度が必要であらうと推察された。

選果機を一般的に各地で使用するには緩傾斜地での駆動を可能にすることも必須条件となる。表—1の実験ほ場はいずれもほぼ平坦であつたが、これら以外に傾斜4度のほ場においても駆動することができた。この選果機では機体が前後あるいは左右に傾斜した場合、その影響を受けるのは逆転コンベアである。すなわち、機体が前傾すれば逆転コンベアの傾斜がゆるくなってきょう雑物とともに果実も排出されやすくなり、後傾すれば排出されるべききょう雑物の一部が選果台へ落下するようになる。逆転コンベアの傾斜角は16～18度を標準にして±4度の調節ができるのでこの範囲ではほ場傾斜に合わせて角度を修正して駆動することができた。

機体が左右へ5度以上傾斜すると、果実は逆転コンベアの片側に偏って転落するようになる。その結果、きょう雑物の除去性能が若干低下したほか、選果台の片側に果実が集まり選果作業が行ないにくくなる欠点がみられた。

逆転コンベアには前後の傾斜を調節するためのボルトが取り付けてありなお、このほかに選果機部全体の姿勢を調節するため姿勢調節用ボルト(図—1, ③)を選果機部のフレームに備えつけたが、いずれも敏速な調節をなしえなかった。この点、改良を要すると考えられた。

この選果機は2～3畦おきに走行し、しかもある位置に停車させてその周辺の果実をホッパーへ搬入する作業法をとりながら、常に収穫済の畦上を走行するので通路や枕地を全く必要とせず、ほ場の型や規模にかかわらず駆動させることができる利点があつた。

## 9. 手収穫との作業能率比較

表—7はほ場AおよびCにおける手作業による収穫能率である。

いずれも熟練した男子による短時間の作業能率で、選果機の実験に前後して調査した結果である。参考までに、ほ場Aにおいては中型果の早生ダルマ種についても調査した。

作業者1名の毎分収量は、ほ場Aが平均1.76 kg、ほ場Cでは2.55 kgであつた。

表—7 選択手収穫による収穫量 (1975.9)

実験場	実 験 場	作業者	熟練度	品 種	平 均 重 (g)	露出果 の割合	果 梗 去	1名あ たり毎 分収量 (kg)
A		(A)	熟 練	K G 127	38.5	約 $\frac{1}{2}$	無	2.0
		(B)	"	"				1.8
		(C)	"	"				1.6
		(A)	"	早生ダルマ	62.5	約 $\frac{1}{2}$	無	3.0
		(B)	"	"				2.8
		(C)	"	"				2.5
C		(D), (E)	"	K G 127	35.2	約 $\frac{4}{5}$	無	2.6
		(D), (E)	"	"			有	2.0

本年は手収穫の作業能率と選果機を使用した場合のそれとを長時間の作業結果から比較することはできなかったが、表—3と表—7の結果を比較して推察すれば、選果機を使用した場合の作業能率は手作業の約2～3倍程度であったと考えられる。

K G 127 種では収穫盛期における1名1日あたり収量を600～800kg (20kg コンテナ30～40箱)と見込むことができる。ほ場Cは高畦であったがトマトは一挙収穫に適した状況であった。このほ場で女性2名を含む栽培者の家族5人で実働8時間にわたって選果機を使用して収穫作業を行なった結果、コンテナ440箱 (1人1日あたり1760kg)を収穫することができた。この収穫量も、手収穫のおよそ2～2.5倍であったと推察される。なお、この選果機を使用すれば果実の振り落とし作業を行なう者以外は定位置において直立姿勢で作業することができるので手収穫に比較して労働強度は低いものと考えられた。

#### 10. 果梗の附着率

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ため出荷前に除去<sup>4)</sup>するよう要求されている。実験に供試したK G 127 種は果梗痕が最も小さい品種のひとつで果梗の引張強度も小さいが振り落とされた果実には果梗の附着したものが含まれていた。

表—8は選果機の実験時にK G 127 種10株を手振りして果梗の附着果数率を調べた結果である。

果梗の附着率は収穫時期、草勢、熟度、土壌水分、茎切断後の経過時間等によって異なるようであり、また、これらとの関連もあって年による相違もみられるようであるが、表—8の果梗附着率は1，2級果が30～42%，未熟果では49～54%であった。

Ⅳの2，5，9の作業能率等はいずれも熟度選果に重点をおき、その間にできるだけ果梗除去を行なった場合の結果であるからコンテナに収容した果実にはなお20～30%に果梗が附着していた。果梗を完全に除去しようとするれば選果作業能率はかなり低下したと思われる。K G 127 種のように小型で離脱しやすい果梗は輸送中に他の果実を損傷することが少なく、また、加工工場の洗浄工程で除外することも可能であろうから果梗の附着をある程度許容す

表-8 果 梗 附 着 果 の 割 合

(1975.9. KG127種 10株あたり)

実 験 場	1, 2 級果			未熟果, 緑色果		
	果 数 (果)	左のうち果 梗附着果 (果)	果梗附着果 果数率 (%)	果 数 (果)	左のうち果 梗附着果 (果)	果梗附着果 果数率 (%)
A	770	325	42.2	442	217	49.1
B	723	220	30.4	347	173	49.9
C	625	258	41.3	136	74	54.4

るかあるいは結節 (joint) から離脱しにくい品種を別に作出することが望まれる。

#### 11. コンテナの搬出と機体の運搬

一挙収穫における10aあたり収量は20kg入コンテナ250~300箱である。本報の選果機を使用すれば、これが2~3畦おきに列状に残されるので手収穫によっては場全面に散らばって残された状態より搬出作業は容易であった。

一般に搬出作業にはハンドトラクタまたは乗用型トラクタでけん引したトレーラが使用される。作業者が2名であれば1名がトラクタ運転を行ない、他の1名がコンテナの積込を行なうが1名の場合は頻繁に運転席へ昇降してトレーラを断続的に進行させながら散在するコンテナの積込をするため、かなりの作業強度がある。この点、荷台を装着した試作機(図-2)は歩行型であり、走行速度が遅いうえ直進性がすぐれているのでコンテナの列に沿って手放して走行させながら積込を行なえるため作業員1名でトレーラを使用した場合の2名の作業員と同等の能率をあげることができた。

危険防止のため、荷台の前後へはさんを付けたがその他へは突出物を設けなかったこと、コンテナを持ち上げたとき、ひじを曲げずに荷台に乗せられるよう床面を低くしたことおよび旋回半径が小さかったことも運搬作業に好都合であった。

選果機部の重量は113kgであった。適当な材料を使用すれば100kg以下に製作することが可能であろう。選果機部は上記の荷台に乗せて運搬し、ほ場で荷台と交換してクローラ台車に装着することができた。

また、この試作機はいずれのアタッチメントを取りつけた場合でも中型のトレーラまたは2t積トラックで陸送することが可能であった。

## V 総 合 考 察

本報の選果機(SU-75FS型)は、品種や栽培様式のほか、作業時の天候、作業者の運転技術、体力、人数等になるべく制約されずに国内各地で駆動させうことを目的として試作した小型・自走式の一挙収穫用作業機である。この目的のために一挙収穫工程に含まれるいくつかの単位作業のうち根元の切断・持上と果実の振り落としを手作業で行ない、きょ

う雑物の除去、選果および果実のコンテナ収容を機械によって能率化することとし、手—機械系で収穫工程を処理する方法をとっている。その結果、SU—74型収穫機に比較して機構を著しく単純、小型化することができた。

ほ場実験の結果、この選果機を使用した場合の単位時間あたり収穫量 (kg/人) は従来の手作業による一挙収穫量の2～3倍であり、選果機を使用すること起因する果実損失も認められなかった。また、運転操作が容易で走行性能もよく、一部の傾斜地 (5度以上) を除けば各栽培地で駆動可能であろうと推察された。そのほか、運転操作を選果者が選果作業の間に行なうため、運転専門のオペレーターを必要としないことおよび作業員数は2～8名のいずれでもよいこと等も実用上有利な特長であろうと考えられた。また、自走部に荷台を装着して運搬車として使用することは単にトマトのコンテナ搬出に便利であるばかりでなく、接地圧が低く、直進性にすぐれたクローラ特性を生かして膨軟な火山灰土壌のは場や積雪地における資材運搬にも通年利用できるであろうと思われた。

以上の選果機は本格的な収穫機を駆動するために品種、栽培法等が整備されるまでの過渡期において、または、将来とも収穫機の使用が困難であろうと推測される栽培地において広く利用することが可能であろうと考えられる。ただし、収穫機と同様にこの選果機も一挙収穫に使用するものであるから熟期が斉一で裂果や腐敗が少なく、かつ、果実がある程度茎から離脱しにくい品種を栽培し、収穫時期を適切に判定して作業することが、能率を向上するための必要条件である。今後、収穫作業がこの種の選果機から収穫機へと移行するとしても上記の要件はいずれの機種にも共通するものであるから育種方針や栽培指針を混乱させるおそれはないと思われる。

近年、わが国においても一挙収穫適性にとんだ品種が作出されつつあるが、現状では初期の熟果を1～2回選択収穫した後、本報の選果機を使用して収穫を終了することとし、一挙収穫法そのものに原因する果実の腐敗損失を回避するのが適当であろうと推察された。

## Ⅵ 摘 要

1 前報<sup>3)</sup>のSU—74型加工トマト収穫機試作にひき続き、1975年にSU—75 FS型加工トマト選果機を試作し実験した。

2 この選果機は歩行型クローラ台車にホッパー、さん付きバーコンベア、平ベルト逆転式選別コンベア、選果台その他からなる選果装置を搭載した小型の一挙収穫用作業機である。

3 作業者は2～8名としうち1～3名がホッパーへ果実を振り落とす。果実はバーコンベアで搬送され逆転コンベアできょう雑物を除去されたのち選果台に達する。他の作業者は選果台附近にいて熟度選果を行ない出荷可能果を畦上のコンテナへ収容する。

4 台車から選果装置を取り外し、代わりに荷台を搭載すればコンテナ運搬車として利用できる。

5 ほ場実験の結果、果実収穫作業、コンテナ運搬作業とも従来の作業方法の約2～3倍の作業能率 (kg/人/分または箱/人/分) をあげることができ、果実の損失もなかった。

6 この選果機は単純小型の構造で品種や栽培条件に制約を受けることが少ないので国内

の栽培地へただちに導入できるのであろうと推察された。

## VII 謝 辞

本研究は農場主事土屋敏夫助教授，農場教官中山昌明助教授ほか全農場職員の協力を得てなされたものである。ことに北原英一技官，小林正技官には終始，直接ご協力いただいた。

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 川村登教授から貴重なご意見を賜った。

また，カゴメ株式会社深谷清夫氏以下技術員諸氏には品種，栽培法調査およびほ場実験に多大のご協力をいただいた。

クローラ台車の選定と入手には株式会社飯田製作所飯田長市氏にお力添えいただいた。

以上，記して謝意を表する。

## VIII 参 考 文 献

- 1) 農林省野菜試験場編：加工トマト研究会会議資料，農林省野菜試験場（1975.7）
- 2) 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）
- 3) 有馬 博：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——，信州大学農学部紀要 第11巻 第2号（1974.12）
- 4) 農林省食品流通局長通達：日本加工トマト原料規格，（1965.5）
- 5) 川延謹造：農業機械化技術，養賢堂（1966.3）

**Studies on the Labour Saving Culture of Processing Tomato**  
**IV. On the 1975 Model Compact Tomoto Selector**

**By Hiroshi ARIMA and Toshiaki TAKAHASHI**

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

**Summary**

Recently, the suitable varieties for mechanical harvesting of processing tomato have been developed in Japan. But still many other cultivars of tomato are grown in various areas. Besides, many different field conditions and the rainy weather make the types of cultivation more complex.

As previously reported, the author designed SU-74 model mechanical harvester and it was tested in 1974.

Continuously, the most compact fruit selector (Model SU-75 FS) for once-over harvesting was designed and tested for the needs of many growers cultivating under the unsuitable field conditions for mechanical harvesting.

The results obtained are summarized as follows.

1. Model SU-75 FS processing tomato selector was constructed using a self-propelled small crawler frame. The overall length of the machine was 3,230 mm, width 1,275mm, and height 1,385mm in field operation. The total weight of it was 312kg.

2. By handiwork, fruits were shaken down into the hopper and they were conveyed to a inclined reverse turn cleaning belt. The belt selected out completely dirt, dead leaf and other foreign material. The fruits were rolled down to the sorting table. Two to five manual sorters followed along the table eliminate bad fruits and ripe fruits were transferred to container.

3. From the field test and the observation, it was estimated that the efficiency of the machine was two or three times compared with that of the hand picking. Bruise, skinbrake and any other mechanical damages could not find.

4. It is considered that the simple and compact machine like this model or mechanical harvester ought to be spread for the processing tomato harvesting according to each field condition in Japan.