加工用トマトの収穫作業機械化に関する研究

第3報 小型自走式収穫機について*

伊藤憲弘^{※※}・寺田俊郎^{※※}

Studies on the Mechanization of Harvesting Operation
of Processing Tomato.

III. On the Small Self-Propelled Harvester for Tomato
Fruits.

Norihiro ITO⁺ and Toshiro TERADA⁺

1. 緒 言

わが国における加工用トマト収穫機の開発研究は1972年ごろから着手され、農業機械化研究所、信州大学農学部、福島県農業試験場などの研究機関において実施された。そして現在、全自動、半自動、および大型、小型など数種の収穫機が開発、発表されている。

筆者らも1972年以来、この収穫作業の機械化を手かけ、1975年わが国の栽培規模、経営上の問題点などを考慮し、果実振り落とし方式による1号機の製作を完了した。^{3) 4)}そしてこのSAF48.H(T)-1型機においてトラクター装着型果実ふるい機として実用化の可能性を把握し、前報においてその試験結果を報告した。その結果の概要は次のとおりである。

①果実と茎葉の分離、すなわち果実の振り落とし作業部の基本的構造は良好であった。しかしシフターからの果実の飛びだし防止について考慮する必要がある。

②溝まで伸びている茎のトマト、および株元の刈取り時などに発生する落下果実をあらかじめ処理しないと、トラクターの車輪で踏みつぶしてしまう、したがって後進作業が好ましいこと

から、トラクター運転者の作業姿勢は不自然となり長時間作業に適さない。

③振り落とし後、熟果と未熟果の選別は不可能なまでも、枯れ枝、葉、腐敗果などのきょう雑物を区分する機構は必要であろう。

④この収穫機を利用する場合、微速装置付きトラクターが必要となる。またトラクターの普及実態から考えても収穫機利用に制限をうける。

以上のような機械面からみた問題点があった。そこで今回、これらの点を考慮し自走式小型収穫機、SAF51.H(T)-3を試作した。

ここにその諸元、機構を紹介すると同時にほ場実験によって所期の成果を得たので報告する。

なお本機の製作にあたりM社、およびT. E社の工場関係者に絶大な協力を得たことをここに記し、併せて深甚の謝意を表する。

2. 供試トマト収穫機

1) 設計上の留意点

前報のSAF48型果実ふるい機は果実と茎葉の分離機構、すなわちトマト収穫機としての基本的最少限の機構を具備しているにすぎない。そこで本報のSAF51型機はこれに加えてきょう雑物除去機構を装着し、選別作業の能率化を

※ 昭和53年2月20日

※※ 島根大学農学部付属農場、松江市上本庄町 〒690-11

+ Experiment Farm, Faculty of Agriculture, Shimane University, Kamihonjo-cho, Matsue-shi, Shimane. 〒690-11.

はかることにより、収穫作業工程の所要時間をさらに短縮しようとしたものである。

・SAF48型機と同様条件

①収穫作業は一斉収穫を前提とする。

②トマト株の刈りとり、機上へのピックアップ

などの部分作業を手作業とし、半自動型収穫機とする。

③果実の振り落しは振動台方式を採用する。

・新しく具備する条件

①ほ場走行性をなどを充分考慮し、取扱い容易な

第1表 収穫機の主要諸元

収穫機の名称・型式		小型自走式トマト収穫機 SAF51. H(T)-3	
本機	寸法 <div> 全長 全幅 全高 </div> 車両重量 ホイールベース トレッド <div> 前輪 後輪 </div> 最低地上高 最小回転半径	2,075mm 1,755mm (収穫作業時) 1,395mm (路上走行時) 1,370mm 390kg 1,120mm 1,030mm 750mm 190mm (収穫作業時) 250mm (路上走行時) 1.96m	コンテナ台装備 コンテナ台なし コンテナ台装備 コンテナ台なし
エンジン	名称・型式 排気量 圧縮比 最高出力 最大トルク 連続定格出力 使用燃料 燃料タンク容量 始動方式	M式G3L, 空冷4サイクル 174CC 6.0 4.5ps 1.74/1,500 kg/rpm 3.0/1,800 ps/rpm ガソリン 2.6ℓ ローブスタート	無鉛
動力伝導装置	主クラッチ型式 操向クラッチ型式 変速機 変速比 駐車ブレーキ タイヤ <div> 前輪 後輪 </div>	ベルトテンション ボールスプライン式 M式ミニローターCT301用変速機 前進1段(0.024), 後進1段(0.02) バンドブレーキ 6.00-12 3.50-5	キャスター
振動装置 (シフター)	寸法 <div> 縦 横 高 </div> 材料 振幅	950mm 1,100mm 100mm 径13mm丸パイプ, 20mmゴム管 100mm	
きょう雑物除去装置	寸法(幅×長) 軸距 傾斜角	550W×2800L×8T 1,200mm 18°±2°	逆回転傾斜式 ゴムベルト
雑茎排出装置 (スパー)	方式 材料	水平移動, 払い落とし 径9mm丸鋼	手動式

小型自走式とする。

②きょう雑物の除去機構を装備する。

③シフターからの果実飛びだし防止について考慮する。

④交換用空コンテナの積載について考慮する。

2) 構造と諸元

試作した小型自走式収穫機の主要諸元、機構

は第1表, 第1, 2, 3図に示すとおりである。

本機はホイール型自走小型専用機であり, エンジン, 動力伝達部, および作業部に区分され, 作業部はシフター, 平ベルト逆回転式コンベア, スーパーなどから構成される。

エンジンはM式G 3 L空冷4サイクル4.5psを使用した。

第1図 収穫機の機構(側面)

第2図 収穫機の機構(後面)

動力伝達装置は主クラッチにベルトテンション式, 操向クラッチにボールスプライン式を採用した。なお変速機はM式ミニローターCT301用の変速機を用いたために前進1段, 後進1段である。

前輪は駆動輪としての走行性を考慮し, やや大きめではあるが6.00-12タイヤを用いた。

後輪は操向輪として3.50-5タイヤを用い, キャスター方式を採用したことから最少回転半径1.96mと枕地などでの旋回が容易である。

作業部における果実と茎葉の分離機構は前報のSAF48型機と同様シフターによる振り落し方式を採用した。振り落しは前報の研究結果から100mmとし, 振動数はエンジン出力回転数との関係において100~300cpmと適宜変更しうる。なお材料は外径13mmの丸パイ

- (1) シフター
- (2) 空コンテナ積載台
- (3) コンテナ台
- (4) きょう雑物排出口
- (5) ハンドル
- (6) スロットルレバー
- (7) 主クラッチ
- (8) 走行変速レバー
- (9) ベルトコンベア・クラッチレバー
- (10) シフタークラッチレバー
- (11) 駆動輪（前輪）
- (12) 遊動輪（後輪）
- (13) 操向クラッチレバー
- (14) スイーパー
- (15) 果実とび出し防止板

第3図 収穫機の機構（上面）

ブを用い、さらにその上を20mmのゴム管で被覆することによってシフターの機械的衝撃を緩和し損傷果の発生防止について考慮した。

またシフターからの果実の飛びだしを防ぐため果実飛びだし防止板を装着した。

きょう雑物除去装置は逆回転式傾斜ベルトコンベアを採用し、良品果と折れ枝、枯れ葉などきょう雑物との分離、除去について考慮した。材料は550W×2800L×8Tの平板ゴムベルトを使用したことから振り落された果実の落下衝撃を緩和できた。なおコンベアの傾斜角は $18^{\circ} \pm 2^{\circ}$ に調節が可能であり、速度はエンジン出力回転数との関係において適宜設定しうる。またコンベア面には腐敗果の果汁などにより、枯れ葉などが附着しやすいため下部に清掃用スクレイパーを取り付けた。

残茎排出装置スイーパーは径9mmの丸鋼ティン9本配置し、水平移動による手動払い落とし方式を採用した。

コンテナ積載部の塔載量は通常3ケ組にして12ケの空コンテナの塔載が可能であり、収穫作業時におけるコンテナの交換が容易である。

以上の収穫機を試作するのに先だって、機体重量680Kg、履帯巾260mm、接地圧0.17Kg/cm²のクローラー型収穫機SAF50.HT-2を製作した。この場合車輪のめり込み、スリップなどの点から駆動走行性に利点があるとは言

え、どうしてもコスト高になるのは否めない事実である。そしてこの点がトマト栽培の現状、農家の心情などを考慮すれば無視することのできない大きな問題点であろうと考える。

そこで機体重量の軽減につとめ390Kgとし、さらにクローラー型からホイール型に改め、本機の製作を完了した。

3. 試験材料および方法

試作した収穫機の作業性能について1976年8月、島根大学附属本庄農場、および三瓶山麓農場のトマト栽培ほ場で測定した。

各供試ほ場ともに品種はKG-127を用いた。栽植距離は条間80-100cm、株間30cmであり、栽植本数3700本/10aであった。

調査は試作機利用による収穫作業の解析をはじめ、収穫機の作業性能について、収穫作業所要時間、果梗の附着率、逆回転傾斜コンベアのきょう雑物除去性能、走行性、および室内実験において、良品果と不要な果実との選別作業性能について実施した。

収穫作業所要時間調査はトマト株の切断作業、収穫機による果実と茎葉の分離作業、ほ場落下果実拾い作業について測定した。

逆回転式傾斜ベルトコンベアのきょう雑物除去性能についてはコンベア速度、15, 30, 45cm/秒、コンベアの傾斜角、14, 16, 18度の条

件において実施した。なおこの場合ゴムベルトの質、寸法が同じである上に、速度、および傾斜角度の調節が容易であることから、SAF50. H(T)-2型のコンベアを使用した。

走行性については三瓶で実施した。この場合栽培は畦立をしないで平地状態で定植したものであるが、生育中途におけるカルチ・リッジャー作業によって、収穫時には10 cm強のゆるやかな畦ができていた。なお土質は膨軟な火山土壌である。

室内実験による良品果と不要な果実との選別作業性能については、水平に設置した土木用のベルトコンベアを利用した。なおコンベアの速度は16.5, 23.1, 29.7, 36.3 m/分の4段階において測定し、コンベア上における有効作業巾は作業者の両手の作業範囲から考慮して1 mとした。作業者の反覆は成年男子2名である。

4. 試験結果および考察

1) 供試機による収穫作業の解析

試作機利用による収穫作業は第4図に示すとおりである。

まず収穫機による一斉収穫をおこなう以前に労働力の許す範囲内で1~2回手どり収穫をおこなうのが機械化収穫適性品種の開発されてい

第4図 収穫機利用による作業構成

ない今日としては経営面からみて好しい方法と考える。

一斉収穫期になりはじめて収穫機をほ場へ導入し機械収穫をおこなうのであるが、まず作業順序として機械導入前に鋏、鎌などを用いてトマトの株元、あるいは茎の刈りとり作業を実施する。しかしこの場合、作業人員によっては前作業としておこなわずトマト株を切断しながら逐次機上へピックアップする同時作業も考えられる。

収穫機による作業は1度に2~3畦を対象とし、畦の方向にそって断続的におこなう。なお残茎の排出方向は左側排出一方向であるため、機械の進行方向、前進、後進作業を選択して実施する。

トマト株の機上ピックアップは通常1~2名の作業員によっておこない、ピックアップされたトマト株はシフターの振動によって果実と茎葉の分離がおこなわれる。

果実の離脱した残茎は運転者、あるいは作業員が適時スイーパーを作動し、機外へ排出する。

振り落された果実は傾斜ベルトコンベアの上に落ちるが、同時に折れ枝、枯れ葉、腐敗果なども落下する。これらの果実ときょう雑物はコンベアの逆回転によって分離され、球状の果実はコンベアの傾斜に添って落下しコンテナの中に收容される。コンテナ内の果実量は作業員が逐次判定し、空コンテナと交換しながら作業を続行する。なお分離されたきょう雑物はコンベアで上部に送られ、排出口から機外に排出される。

収穫機による機械収穫の後作業としては落下果実拾い、良品果と不要な果実との選別などの作業がある。

ほ場に落下する果実のほとんどはトマト株の機上ピックアップ時に発生しており、シフター上からの飛びだしは防止板の装着によってみられなくなった。

良品果の選別作業は主として良品果と未熟果の選別である。すなわち今回の供試機はきょう雑物除去がある程度可能なまでも、未熟果の除去機構までは具備していない。

選ばれた良品果は20 Kgに計量され、コンテ

ナに収容して出荷する。

2) 収穫機の作業性能

(1) 収穫作業時間調査

① トマト株の切断

トマト株の切断作業は株の機上ピックアップと併行しておこなう場合も考えられるが、収穫機ほ場導入前にあらかじめ済ませた方が能率的と思われる。

第2表は長柄植木バサミ、剪定鋏、稲刈り鎌など使用用具の差による切断作業能率を調査した結果である。

第2表 トマト株の切断作業時間

(三瓶)

用 具	1株あたりの 切断時間(秒)	10aあたり栽 植本数(株)	10aあたり切断 作業時間(分)
長柄植木バサミ	3.4	3700	210
剪 定 鋏	4.5	3700	278
稲 刈 鎌	4.7	3700	290

なお今回の試験ほ場は無マルチ栽培であったことから不定根の発生がみられ、株元だけではなく主枝の基部も切断する必要があった。したがって全体にいくぶん長時間を要したように思われ、平均10a当り4時間余の所要時間であった。

供試した用具のうちでは長柄植木バサミが1株あたり3.4秒と最も高い作業能率を示した。

さらにこれを作業姿勢からみると、写真の如

写真1. トマト株の刈りとり
(1) 長柄植木バサミ

く、剪定鋏、稲刈り鎌を使用した場合の姿勢は植木バサミの場合よりもはるかに前傾が強い、したがって長時間作業の場合、腰痛の因になるものと考えられ、作業能率もさらに低下するものと思われる。

写真2. トマト株の刈りとり
(2) 稲刈り鎌

写真3. トマト株の刈りとり
(3) 剪定鋏

したがって使用した用具のうちでは長柄植木バサミが最も使いやすく、能率的であり、10aあたりのトマト株切断作業所要時間は3.5時間という結果を示した。

②果実と茎葉の分離作業

収穫機利用によるこの作業はトマト株の機上ピックアップー果実の振り落としー残茎の排出ーコンテナの交換などの部分作業を含む。

収穫作業能率は栽植本数、収量によって規制

されるのはもとより、作業者の数、すなわち作業分担、配置によっても影響される。

第3表は組作業人員の差による果実と茎葉の分離作業所要時間を調査した結果である。

第3表 収穫機利用による果実と茎葉の分離作業時間

(三瓶)

試験 No.	作業 者数 (名)	作業面積 (㎡)	収穫量 (kg)	延作業時間 (秒)	10a あたり 換算 所要時間 (時・分・秒)	1株あたり 振り落 し時間 (秒)	収量1kg あたり 所要時間 (秒)
I	1	27.0	106.5	650	6.41.14	6.5	6.1
II	2	27.0	80.8	624	6.25.11	6.2	7.7
III	3	54.0	190.3	1,941	9.59.04	9.7	10.2
IV	4	72.63	241.2	3,260	12.28.05	12.1	13.5

注) 作業時間は、トマト株の機上へのピックアップから、果実と茎葉の分離、残茎の排出、およびコンテナの交換までの所要時間を意味する。

なおこの収穫機の運転には高度な操作技術が必要としない。したがって個々の部分作業を作業者の専門化とせず、組作業人員が自由に適宜、必要作業を消化する。

そこで作業者数から作業分担など作業状況を見ると、1名の場合、総ての部分作業を1人でおこなうのは当然であるが、2名の場合、1人が株の機上ピックアップを主としておこない、他の1人が収穫機の運転、残茎の排出スィーパーの作動、コンテナの交換などをおこなう。そして収穫機の走行が断続作業であるため、時には株の機上ピックアップをも手伝う。

3～4名組作業の場合、1人が主として収穫機の運転をおこない、時にはスィーパーの作動

もおこなう。そして他の2～3名が株の機上ピックアップ、コンテナの交換、スィーパーの作動を適時おこなう。しかしこれらの場合、何もしていない休止時間がみられ、それが3名よりも4名の場合に多くみられるのは当然であろう。

調査作業時間から1株がシフター上へピックアップされ、シフターの振動によって果実と茎葉の分離がおこなわれ、スィーパーの作動によって残茎が排出されるまでの時間、すなわち1株あたりの振り落し作業時間をみると、作業者数2名の場合6.2秒、1名の場合6.5秒に対して3名で9.7秒、4名で12.1秒を要した。

なお延作業時間から10a換算所要時間をみると、組作業人員1～2名の場合、6時間有余の所要時間であるのに対して3名でおよそ10時間、4名で

12時間半を要し、とくに4名の場合にあっては1～2名の2倍程度の所要時間を示した。

さらにこれを組作業による実作業時間でみると、2～4名の場合、3時間10分前後であり、1名の場合、6時間41分であった。

以上の結果はこの収穫機を利用して果実と茎葉の分離作業をおこなう場合、組作業人員は2名が最も好しく、3名以上においては損失作業時間の増加をきたすことを意味していると考えられる。

したがってこの収穫機を利用することによって10aのトマトを3時間10分余の作業時間で処理できることになり、延作業所要時間は2名で6時間25分となる。

③ほ場落下果実拾い

収穫作業能率に最も関係するのは収穫機の性能であることは当然であるが、ほ場に落下した果実量の多少も、その拾いあげ作業時間において大きく影響する。

このほ場落下果実はトマト株の刈りとり、株のシフター上へのピックアップ時に発生しており、今回の収穫機は飛びだし防止板を装着したことにより、振り落とし時におけるシフターからの飛びだしはほとんどみられなかった。

写真4. 収穫機による作業(2名の組作業)

なお第1報で報告したとおり、この落下量は果実保持力の点から品種、収穫時期などによっても影響される。

写真5. ほ場落下果実拾い

第4表 ほ場落下果実拾い作業時間

実験 No.	実験 ほ場	作業 面積 m^2	作業 者数 名	延作業時間 秒	良品果の 落下量 kg	良品果の 落下密度 kg/m^2	1名、1 kgあたり 所要時間 秒	10aあたり 換算所 要時間 分
I	本庄	64	2	476	98	0.153	49	124
II		96	2	1160	228	0.238	51	201
III	三瓶	144	2	5840	1134	0.788	51	676
IV		144	2	5076	1160	0.806	44	588

第4表はほ場落下果実拾い作業の所要時間調査の結果を示したものである。

2名の作業者による延作業時間から10aあたり換算所要時間をみると、124分から676分と大きなバラつきを生じた。これは実験ほ場による差が大きく、本庄の平均162.5分、三瓶の平均632分である。すなわち前述の如く実験ほ場の差はほ場落下果実量の差であり、果実の落下密度が本庄 $0.196\text{ Kg}/m^2$ に対して、三瓶 $0.797\text{ Kg}/m^2$ であったことに起因するものである。

なお三瓶の場合、収穫時期が遅延ぎみであったことから、いくぶん落下量が多かったものと考えられる。

一方、作業能率を落下果実1Kg拾うのに要する時間でみると、各調査区とも大きなバラつきはみられず、平均48.8秒であった。

そこで拾いあげた果実量の平均から10a当りの落下量を換算して、仮りに 495.9 Kg の落下量があるものとすれば、10aあたりの落下果実拾

い作業は403分、すなわち6時間有余の所要時間となる。

(2) 果梗の附着率

加工用トマトの果梗は加工製品中の硝酸態窒素含量が増えること、および品種によっては輸送中に他の果実を損傷するなどの点から除去しなければならないとされている。

第5表は収穫機の試験時に手どり、手振いによる収穫を同時に実施し、果梗の附着果数率を比較した結果である。

手どり収穫の場合は1果つつ摘みとる際に果梗除去がおこなわれ、当然低い附着率を示した。しかし供試品種のKG-127種のように小果型品種では第1報で報告したように花托面積が小さく

離脱しやすいが、大果型品種で果梗を完全に除去しつつ収穫しようとするれば収穫能率にかなり影響するものと思われる。

一方、試作収穫機の場合、成熟果19.1%、未熟果35.5%に対して、手振り収穫では28.5%、51.7%と高い附着率を示した。

これは収穫機のシフターと手振

いによる振動の相違によるものと思われる。その差は振動の大きさというよりもむしろシフターの振動方向が横であるのに対して、手振り法が縦振動であることから振動の方向の差異に起因するものと考えられる。

昨今、機械収穫用品種の開発途上において、この果梗附着の観点より、結節(joint)から離脱しにくい品種、いわゆるJointless種についての研究もおこなわれつつある。しかしこの場合、振動による振り落し性能など逆の面での問題点を考慮しなければならないと考える。

(3) きょう雑物の除去

折れ枝、枯れ葉、腐敗果などきょう雑物の除去装置として逆回転式傾斜コンベアを装着し、その性能について調査した結果が第6表である。

供試した果実は熟果率70%以上であったが、21.3~42.1%の腐敗果混入率を示し、総きょう雑物混入率43.4~61.7%と非常にきょう雑物の多い状態であった。

まず総供試果実数に対して収穫された果実は

82.3～94.8%であり、なかでも良品果にあっては供試された総良品果に対して93.8～100%と高い収穫率を示した。

これをコンベアの速度、傾斜角度からみると、速度においては一定の傾向がみられないが、傾斜角度において角度の大きいほどトマト果実の転がりも良く、高い収穫率を示す。

コンベア上部の排出口から排出されたきょう雑物を総きょう雑物排出率でみると傾

第5表 収穫果の果梗附着状況

(三瓶)

収穫法	成 熟 果			未 熟 果		
	調査果 実 数	果梗付 着 果	果梗付 着 率	調査果 実 数	果梗付 着 果	果梗付 着 率
	果	果	%	果	果	%
手収穫	429	13	3.0	—	—	—
手振り	435	124	28.5	346	179	51.7
機 械	2,825	540	19.1	1,272	452	35.5

第6表 きょう雑物除去性能

(本庄)

コンベア傾斜角度(度)		14			16			20		
コンベア速度 (cm/秒)		15	30	45	15	30	45	15	30	45
供 試 果	良 品 果 数	個 252	390	326	692	533	309	326	384	469
	未 熟 果 数	個 108	143	165	245	148	162	130	254	230
	腐 敗 果 数	個 117	217	222	253	276	343	304	222	244
	茎 葉 土 量	kg 017	0.64	0.56	1.22	1.41	1.34	0.82	1.02	0.78
	きょう雑物総量	kg 1333	19.04	19.57	29.53	25.67	29.5	26.46	29.11	26.69
収 穫 果	熟 果 率	% 77.4	80.9	76.9	79.4	84.5	80.1	82.9	70.5	75.6
	総 収 穫 果 数	個 428	630	613	1099	853	670	654	777	894
	収 穫 果 率	% 89.7	84.0	86.0	92.4	89.1	82.3	86.1	90.3	94.8
	良 品 果 収 穫 数	個 241	366	317	678	517	305	325	382	469
	良 品 果 収 穫 率	% 95.6	93.8	97.2	98.0	97.0	98.7	99.7	99.5	100
排 出 物	総きょう雑物排出率	% 5.5	15.2	15.4	11.9	12.9	14.8	10.9	8.3	6.3
	未 熟 果 排 出 率	% 1.9	4.9	3.0	2.4	0	0.6	1.5	0	0
	腐 敗 果 排 出 率	% 30.8	41.0	38.7	28.1	31.9	40.5	33.9	36.5	20.1
	良 品 果 排 出 損 失 率	% 4.4	6.2	2.8	2.0	3.0	1.3	0.3	0.5	0

注) 1) 良品果とは健全果で出荷可能な果実、きょう雑物とは未熟果、腐敗果、折れ枝、枯れ葉など

2) 収穫果率=総収穫果/総供試果×100

3) 良品果収穫率=収穫良品果/供試良品果×100

4) 総きょう雑物排出率=排出総きょう雑物/供試総きょう雑物×100

5) 未熟果排出率=排出未熟果/供試未熟果×100

6) 腐敗果排出率=排出腐敗果/供試腐敗果×100

7) 良品果排出損失率=排出された良品果/供試良品果×100

斜角度14°、16°が20°よりも高い数値を示した。なおこれにコンベアの速度を加味してみると、角度14°、16°の場合、速度の増加につれて排出率も増す傾向が認められた。

未熟果の排出率は角度の小さいほど高く、角度が大きくなればコンテナの中へ転がり落ちやすいという当然の結果を示した。しかしこれは逆に良品果の排出損失率とうらはらな結果とな

り、角度が小さいほど良品果をも排出しやすいことになる。このことからこのコンベアにおける未熟果の選別排出効果は期待できないものと考えらる。

腐敗果の排出率はコンベアの速度、傾斜角度別に一定の傾向は認められないものの、20.1～41.0%の排出率を示した。これを排出された腐敗果からみると、そのほとんどが腐敗によ

りトマトの球状を破壊しており、さらに果汁の染み出しによりコンベア上を転がりにくく、ベルトへ附着するなどして上部へ送られ、折れ枝、枯れ葉などといっしょに排出されている。

このことから腐敗の程度によっていくぶん差があるものと思われるが、このコンベアにおける腐敗果排出効果がある程度期待できるものとする。

以上の結果から熟果率、きょう雑物混入状況、腐敗果率などの条件によって多少の差異は考えられるものの、この逆回転式傾斜ベルトコンベアによるきょう雑物除去効果が認められ、速度 $30, 45 \text{ cm/秒}$ 、傾斜角度 $14^\circ, 16^\circ$ 程度に調節するのが好ましいように思われる。

(4) 走行性

試作機の駆動輪に使用した車輪は $600-12$ タイプで耕耘機用に生産されているものであった。

車輪の中心間距離は 1030 mm 、車輪巾 170 mm 、後輪のキャスター車輪も含めて接地面積 778 cm^2 で、接地圧 0.5 Kg/cm^2 であった。

第5図はほ場の畦型と駆動輪の走行位置を示したものである。

第5図 畦型と駆動輪の走行位置(三瓶)

車輪の滑り率をみると溝部走行 23.8% 、畦部走行 29.8% と畦走行におけるスリップ損失が大きい、なお双方ともに高い滑り率を示したのは、調査前日までの1週間に延5日、計 617 mm の降雨があり、さらに土質が火山灰土壌という悪条件での測定結果のためである。

直進性をみると溝部走行の場合、畦をまたい

で溝部を走行することから良好であるが、畦部走行においては畦のくずれなどから車輪が溝へ滑り落ちるなど、いくぶん横ぶれを生ずる。

今回の実験ほ場は平坦地であったが、傾斜地ほ場の場合や走行位置によって生ずる機体の傾きによっては逆回転式コンベアの傾斜角に影響をおよぼす、すなわちきょう雑物除去性能が低下することになるため、コンベアの傾斜角調整範囲 ($18^\circ \pm 2^\circ$) をさらに広くすること、あるいは調節操作を容易にし、適時敏速な調節ができるように改良する必要がある。

3) 選果作業能率

SAF51. H(T)-3型機は選果機構を装着していないため、収納されたコンテナには未熟果を主とした出荷不能果実が混入する。そしてこの排棄すべき出荷不能果実の混入量もまた選果作業時間から収穫作業工程の能率を規制する要因となる。

そこで不要な果実の選別排棄作業性能の測定を室内実験によって実施した。

第7表は水平に設置した土木用ゴムベルトコンベアを利用し、選果作業性能を測定した結果である。

供試果実には排棄すべき不要な果実の混入率 $18.9 \sim 25.6\%$ といくぶんバラつきがあったが、排棄した不要果実量はコンベア速度の増加につれて減少し、当然良品果に混入する不要な果実は増加した。

これを選別率でみるとコンベア速度 16.5 m/分 で、 94.5% と高い選別率を示すが、速度の増加につれて順次低下し、さらに作業員間の差異も目立ってくる。そして 36.3 m/分 の速度では 51.9% と半分程度の量しか排棄しきれない。

作業能率を毎分処理しうる総果実量でみると、コンベア速度 16.5 m/分 で

21.5 Kg 、 36.3 m/分 で 41.3 Kg とコンベアの速度の増加につれて順次処理量は増加した。しかし先きの選別率からみて速度 16.5 m/分 以上では好ましくないように考える。

以上の結果から、仮りに将来この選別用コンベアを収穫機に装着するものとして考えてみると、収穫機の運転、トマト株のピックアップな

第7表 選果作業能率

(本庄:室内)

コンベアの速 度 m/分	作業 者	供 果 実 重 kg	不要な果 実混入率 %	排棄した不要な果実 kg(%)	コンベアの端で収容された果実		選別率 %	作業能率 kg/分
					良品果 kg(%)	混入した不要な果実 kg(%)		
16.5	A	101.8	19.5	18.4 (18.1)	82.0 (80.5)	1.4 (1.4)	92.9	—
	B	99.0	18.9	18.0 (18.2)	80.3 (81.1)	0.7 (0.7)	96.3	21.48
	平均	100.4	19.17	18.2 (18.13)	81.15 (80.83)	1.05 (1.04)	94.5	21.48
23.1	A	105.2	18.8	15.4 (14.6)	85.4 (81.2)	4.4 (4.2)	77.8	26.7
	B	99.3	20.1	16.6 (16.7)	79.3 (79.9)	3.4 (3.4)	83.0	25.92
	平均	102.25	19.46	16.0 (15.65)	82.35 (80.54)	3.9 (3.81)	80.4	26.34
29.7	A	102.4	22.2	12.3 (12.0)	79.7 (77.8)	10.4 (10.2)	54.2	36.6
	B	96.9	19.7	13.9 (14.3)	77.8 (80.3)	5.2 (5.4)	72.8	—
	平均	99.65	20.98	13.1 (13.15)	78.75 (79.02)	7.8 (7.83)	62.7	36.6
36.3	A	100.2	25.6	11.7 (11.7)	74.6 (74.4)	13.9 (13.9)	45.7	42.48
	B	98.1	19.5	11.5 (11.7)	79.0 (80.5)	7.6 (7.8)	60.2	40.08
	平均	99.15	22.54	11.6 (11.7)	76.8 (77.46)	10.75 (10.84)	51.9	41.28

注) 選別率 = $\frac{\text{排棄した不要な果実}}{\text{供試不要果実量}(\text{排棄した不要果実} + \text{良品果に混入した不要果実})} \times 100$

ど2名の組作業で10a当り3時間強の作業時間であったことからコンベア速度16.5 m/分における3時間作業の処理量は3,866 Kgとなる。したがって10a当りの収量を6000~7000 Kgと仮定すれば選別作業者がさらに2名必要となる。

なお今回の実験におけるコンベア上の有効作業巾1 mから考え、この場合のコンベア長は2 mが必要であろう。

5. 結 言

本報の収穫機SAF51. H(T)-3型機は前報の果実ふるい機SAF48. H(T)-1型機における機構上の問題点を考慮し、さらに収穫作業の能率化をはかる目的で試作した小型自走式収穫機である。

収穫作業は一斉作業を前提とし、それを構成する部分作業のうち、トマト株の刈りとり、株の機上ピックアップ、ほ場落下的果実拾いをSAF48型機同様に手作業とした。すなわち収穫作業は、人-機械系の半自動形式を採用した。

ほ場試験の結果、この収穫機利用による収穫

作業所要時間はトマト株の刈りとりから、収穫果実の選別まで全収穫作業工程を処理するのに10a当り延22時間余を要した。なおこの場合組作業人員としては2名が最も好ましいことから、2名で10a当り1日半程度の作業日数となる。

またこの収穫機は高度な運転操作を必要としないことから、株の機上ピックアップをしつつ収穫機の走行、スイーパーの作動などをおこない、特に運転専門のオペレーターを必要としない。この点がトラクター・アタッチメントとして製作した先きのSAF48型機と較べ、実用上さらに有利な特長であると考えらる。

きょう雑物除去装置として装着した逆回転式傾斜ベルトコンベアの性能は高く、折れ枝、枯れ葉などはもとより、腐敗果においても除去効果が認められた。しかし良品果と未熟果の区分は困難であり、このコンベアによる未熟果の選別排出効果は期待できない。

そこで室内において水平に設置したベルトコンベアを利用して実施した選果実験の結果、高い選別精度を示し、将来収穫機に装着しうる可

能性を得た。この場合、コンベアの速度 16.5 m/分 、長さ 2 m とし、選別作業人員 2 名が適当であろう。

また今回の収穫機における果梗附着率は手振り法と較べはるかに低い値を示したが、さらに完全に果梗を除去しようとするれば選果作業能率にも大きく影響するであろう。

以上本報で述べた収穫機は将来本格的な大型全自動収穫機に至るまでの過渡期的な機械と言えるかもしれない。そのためには面積の拡大、平畦、無マルチなど栽培技術の変革が必要となる。しかし小面積、小農具、集約栽培に慣れたわが国のトマト栽培の改革は一足とびには農家の心情から考え、抵抗が多いものと思われる。したがってこの SAF 51. H(T)-3 型は現時点における改革方向として望ましく、また実用化にむいた機種と考える。

今後、このような収穫機の研究と併行して、高畦、マルチング、株間、畦巾など栽培法の改善、あるいは熟期の斉一性、ほ場貯蔵性、果実の茎からの離脱性など一斉機械化収穫適性品種の育成など栽培、育種分野の研究が急務であろう。

また機械収穫果の選果方法、選果基準なども今後検討すべき問題点であり、手収穫果と同様

な選果精度を機械収穫果に要求するならば、さらに高能率な精度の高い選果装置の開発が必要であろう。

しかし果梗附着果の問題もある程度は加工工場の洗浄工程などで除去することも可能であろうし、収穫果のすべてが加工用として出荷される加工原料野菜であることから、果実の出荷、受入れ体制などの面において加工分野からの歩みよりも必要であろうと考える。

6. 引用文献

- 1) 有馬博・土屋敏夫・深谷潔・中村怜之輔 (1973), 加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する研究, 第2報, 信大農学部紀要, 第10巻, 第2号: 75-112。
- 2) 有馬博・高橋敏秋 (1975), 加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する研究, 第4報, 信大農学部紀要, 第12巻, 第2号: 37-52。
- 3) 伊藤憲弘・寺田俊郎 (1973), 加工用トマトの収穫作業機械化に関する研究, 第1報, 農作業研究 17: 6-12。
- 4) 伊藤憲弘・寺田俊郎 (1976), 加工用トマトの収穫作業機械化に関する研究, 第2報, 農作業研究 25: 48-56。