

加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する研究

有馬 博・中村怜之輔*

信州大学農学部 農場研究室

I 緒 言

加工用トマトは早くから畑作地帯の換金作物として注目され、省力化と栽培規模の拡大による労働生産性の向上が望まれていた。

当初は加工用にも生食用有支柱品種が栽培されたが、有支柱栽培では省力化がすすみにくく、栽培規模の拡大は困難であった。

1960年ころから長野県の一部で無支柱品種ローマが加工専用種として試作されはじめ、さらに1965年ころからジュース用としてすぐれた形質をもつ丸型大果の無支柱品種H1370が導入されて以来、長野県下の加工用トマト栽培面積は急激に増加した。

無支柱トマトの利点は、いうまでもなく、栽培の省力性にある。すなわち、誘引、摘芽作業が不要であるほか、栽培工程のすべてにわたって、有支柱トマトよりも労力を軽減することが可能であり、一定労力での栽培可能面積は有支柱トマトの3～4倍に拡大することができると考えられた。

無支柱トマトの栽培方法、および省力栽培に関する報告^{2,3,4,7,8)}は、これまでも出されているが、栽培条件を明らかにしたうえでの栽培労力に関する報告^{1,5,6)}は非常に少ない。

信州大学農学部附属農場においては、1963年に加工用無支柱トマトを導入し、以来、栽培の大規模化と省力化を目標に調査を行ってきた。すなわち、1963年および1964年の2年間は有支柱トマトと無支柱トマトの栽培労力の比較を行ない、無支柱トマトの省力性を確認した。1965年以後は育苗法の改良と大型機械の導入による各栽培工程の省力化について試行を反覆し、1968年には育苗および収穫以外の工程をすべて大型機械化することができた。これらは、いずれも大学附属農場という特殊な条件下での結果であり、ただちに普遍化するには問題があるが、加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する基礎資料として信州大学農学部附属農場における省力化の過程を報告する。

II 栽培条件の概要

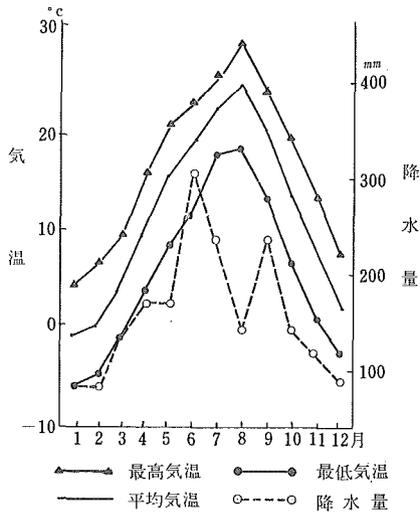
1 立地条件

海拔標高約770mの信州大学農学部附属農場構内ほ場で栽培を行なった。ほ場は天竜川の河岸段丘の最上段にあって西北から南東にかけてゆるい傾斜をもち、黒色火山灰土の、れきをほとんど含まない軽しょうな土壌である。

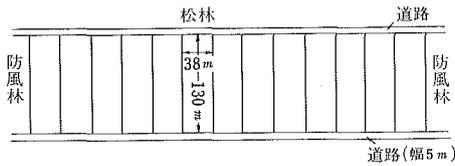
2 気象条件

附属農場内の気象観測所の記録により、1947年から1966年まで20年間の月平均最高、最低

*現在；岡山大学農学部



図一 気温および降水量
(信州大学農学部付属農場内気象観測所)
1947~1966年, 20年間平均



図二 トマト栽培ほ場の区画

および平均気温, 月平均降水量を示すと図一1のとおりである。

冬期間の土壌は地表下約30cmまで凍結し, 4月上旬以前の耕起作業は不可能である。平均最終晩霜日は5月12日であるが, 年によって5月末まで降霜の危険がある。初霜は10月10日前後であり, 無霜期間は約150日である。

年間降水量は約1900mmであるが, 6月下旬から7月上旬までと9月に集中することが多く, 4月下旬から6月中旬までと7月中旬から8月中旬までは乾燥するのが普通である。とくに前者の乾燥期はトマトの定植期と合致するので年によって活着と初期生育が妨げられる。

3 ほ場条件

付属農場のほ場のうち, 飼料作物を栽培している500m×130mのほ場の一部を加工用トマト栽培に供した。図二はその概略図である。

ほ場の長辺はいづれも道路とし, それに直角にほ場を分割して130m×38mの小区画を13作り, 1小区画50aを単位にして作付を行った。

ほ場全体は長辺方向にゆるく傾斜しているが小区画についてみればほとんど平坦地とみなせる程度であり, 大型機械の運行にはまったく支障を認めなかった。

うねは小区画の長辺方向と平行にとり, 直進距離130mの機械運行が可能な状態にした。

輪作体系は原則としてトマト→ツルマメ混ばトウモロコシ(サイレージ用)→マメ科作物混ばライムギ(青刈用)または飼料用葉菜類→トマトとした。

4 栽培面積および主要品種

栽培面積は, 無支柱トマト導入初年の1963年には30aであったが, その後しだいに増加し1966年には大規模栽培の見通しがほぼ確立したため150aにした。これ以上に増加すれば輪作体系に支障をきたすため, 以後も150aで栽培した。

品種は初期にはローマを, 1965年以後はH1370を主体に栽培した。その他, 毎年10種以上の品種を栽培したが, この面積は各年とも10a以下であった。以上の栽培面積および品種の年次別推移を一括して示すと表一のとおりである。

5 栽培に関与した人員

トマトの栽培はおもにそ菜担当の農場職員が行なったが, 定植, 収穫など労働ピークが形成される時期には必要に応じてその他の農場職員の応援を求めたり臨時作業員を雇ったりし

表一 加工用無支柱トマトの栽培面積と品種の推移

(信州大学農学部附属農場)

年	面積	主な品種	その他の品種
1963	30 a	ローマ	H1350, H1370, H1409, E S24, E S58, ファイアーボール
1964	60	ローマ, H1370	同上
1965	100	H1370	同上
1966	150	H1370	東北6号, H1350, H1409, E S24, E S58, ローマ, ファイアーボール
1967	150	H1370	東北6号, ファイアーボール, 桔交404, V F 6 系統, H1350, H1409, E S24, E S58
1968	150	H1370	V F 6 系統, くりこま, ファイアーボール, 桔交404, 桔交413, H1350, H1409, E S24, E S58, ローマ

表二 加工用トマト栽培に関与した人員の構成

年	栽培面積	学生	付属農場職員***		季節的臨時雇作業員****							
			専従人員 (年令**)	非専従員 (平均年令)	定植作業				収穫作業			
					人員	延日数	年令	農業経験	人員	延日数	年令	農業経験
1963	30	30	1(30*)	10 (37.2)	0	0	—	—	0	0	—	—
1964	60	30	2(31, 19*)	10 (38.2)	0	0	—	—	4	24	30代2 40代2	全員あり
1965	100	30	2(32, 20*)	10 (39.2)	5	15	30代1 40代1 50代3	全員あり	12	53	30代5, 40代3, 50代2, 20代2	10名あり
1966	150	30	3(54, 27, 22*)	10 (37.5)	9	16	30代3 40代3 50代3	全員あり	9	90	20代1, 30代3, 40代4, 50代1	全員あり
1967	150	30	3(55, 28, 23*)	9 (36.0)	5	8	30代2 40代2 50代1	全員あり	5	78	20代1, 30代1, 40代1, 50代1, 60代1	4名あり
1968	150	30	3(56, 30, 24*)	11 (33.0)	3	10	30代2 50代1	全員あり	6	104	30代3 40代1 50代2	全員あり

* オペレーター

** それぞれの年における9月1日現在の満年令

*** 全員男性

**** 性別を記入したものを以外は全員女性

た。これらの人員を年次別に示すと表二のとおりである。

そ業担当の職員は無支柱トマトの導入当初は1名であったが栽培面積の増加にもなってしだいに増員し、1966年以後150aにしてからは3名にした。このうち、1名は専従オペレーターとし、機械の操作はおもにこの職員が担当した。トマト栽培に関するほとんどすべての工程は、これらのそ業担当職員がおこない、なお、時期的に生ずる余剰労力は生食用果菜栽培や水稲、畜産にもふりむけた。定植、収穫作業時の臨時雇作業員はそのほとんどが農業

経験をもった女性であり、軽労働の作業能率は成人男子と同等に評価することができた。

以上のほか、定植、収穫作業には学生実習が1回ずつ加わっている。

Ⅲ 栽培労力の調査方法

1 栽培工程の区分とその定義

各栽培工程の所要労力を正確に調査するには各作業者とも同一の基準によって作業記録が作れるよう、工程名を統一し、さらにその工程にはどのような作業が含まれるかを定義づけなければならない。そのため、育苗から収穫、整理までを表一3に示したように13工程に区分し、各工程の内容をできるだけ詳細に定義づけた。例えば、“定植”工程は、苗床から苗を採取し、それをほ場に運搬して一定間隔に配布し、植えつけ、必要に応じて灌水し、土を寄せ整地するまでの各操作を含んでいる。すなわち、定植のために行動をおこしてから作業が完了するまでに含まれるすべての操作の集合を“定植”と呼ぶことにした。その他の工程についても同様である。

表一3 栽培工程の区分およびその内容

栽培工程	作 業 内 容
育 苗	温床作製、床土作製、は種、間引、移植、日常管理作業、整理
耕 起	耕起
整 地	砕土、均平、区割、うね立て、うねくずし
定 植	苗採取、運搬、植付、灌水、土寄
薬剤散布	調剤、薬液調製、散布
除 草	除草
中 耕	中耕
施 肥	石灰散布、堆肥運搬および散布、基肥および追肥施用、肥料配合
誘 引	支柱立て、誘引
摘 心	摘心、摘芽
敷 わ ら	わら運搬、敷わら
収 穫	容器運搬、収穫、集荷、計量、運搬、集積
整 理	収穫終了後の茎葉かたづけ、支柱かたづけ

このように各栽培工程を定義づけたものを一覧表にし、すべての作業員に配付して徹底をはかり、なお不明な点は教官と相談のうえ記録することにし作業者各人の判断と記録に相違が生じないように注意した。

2 栽培工程の開始点と終点

各栽培工程の所要時間を調査するには上記のような工程の内容にあわせて作業の開始点と終点を明らかにしておく必要がある。

植物体に直接影響を与えるような栽培行為は作業者や作業機がほ場に到着してから開始される。手除草のように、ことさら準備を必要とせず、長時間継続されるような手労働については、ほ場で作業を始めた時刻を作業の開始点とし、ほ場を去る時刻を終点とみなすことも可能である。しかし、高能率なトラクター作業では、ほ場における実際の作業時間に対して

実際には表—3の工程以外に加工工場への出荷, 採種, 試験・調査補助, 見学者の案内などが含まれたが, これらは大学付属農場に特有のものであるため栽培労力から除外した。

Ⅳ 有支柱トマトと無支柱トマトの栽培労力の比較

1963年と1964年の2か年間, 有支柱トマトと無支柱トマトの各栽培工程の所要労力を比較した。いずれも耕起・整地作業にのみ28馬力トラクターを使用し, その他はほとんど手作業で行なった。このころの栽培法は機械の使用程度, 作業方法とも当時の伊那地方における加工用トマトの栽培法に準じたものであった。

1 有支柱トマト

有支柱品種として, 1963年には大豊および大型福寿を, 1964年には大型福寿を用いたがそれぞれの年における各栽培工程の所要労力は表—4のとおりであった。なお, 備考らには兩年の栽培法の概略を付記した。

1963年における10aあたりの栽培労力は育苗を含めて約960時間であった。そのうち, もっとも多くの労力を必要としたのは誘引と摘芽を加えた有支柱トマト特有の工程であり, 所要労力240時間におよび全栽培労力の約25%をしめていた。その他100時間以上の労力を要した工程は, 収穫167時間(約17%), 育苗131時間(約14%), 薬剤散布111時間(約11%)であった。

表—4 有支柱トマトの栽培労働時間(10aあたり)

栽培工程	1963年			1964年		
	労働時間 時間分 (%)	内機械 使用時間 時間分	使用機械	労働時間 時間分 (%)	内機械 使用時間 時間分	使用機械
育苗	131.15 (13.7)	—	人力	109.59 (13.0)	—	人力
耕起	1.30 (0.2)	1.30	Ⓔ*ディスクプラウ	1.33 (0.2)	1.33	Ⓔリバーシブルプラウ
整地	18.00 (1.9)	0.20	Ⓔディスクハロー	18.38 (2.2)	0.45	Ⓔディスクハロー
定植	63.50 (6.6)	0.30	Ⓔリッチャー	73.08 (8.6)	8.20	3輪トラック, 人力
薬剤散布	110.53 (11.5)	2.00	3輪トラック, 人力	126.31 (14.9)	29.32	移動式動噴, 人力
除草	14.28 (1.5)	—	移動式動噴, 人力	19.33 (2.3)	—	人力
中耕	11.42 (1.2)	—	人力	11.49 (1.4)	3.25	ハンドトラクター, 人力
施肥	98.45 (10.3)	3.30	ハンドトラクター	80.18 (9.5)	4.33	Ⓔトレーラー, 人力
誘引	178.42 (18.6)	8.00	Ⓔトレーラー, 人力	146.12 (17.2)	—	人力
摘心	63.50 (6.6)	—	人力	81.49 (9.6)	—	人力
敷わら	34.28 (3.6)	—	人力	27.39 (3.3)	1.54	3輪トラック, 人力
収穫	167.00 (17.4)	2.20	3輪トラック, 人力	125.45 (14.8)	3.47	Ⓔトレーラー, 人力
整理	65.57 (6.9)	3.00	3輪トラック, 人力	25.00 (3.0)	—	人力
合計	960.20 (100.0)	—	—	847.54 (100.0)	—	—
備考	面積: 5 a, 品種: 大豊および大型福寿, 株間×うね間: 45cm×90cm, 栽植本数: 約2,500本, 施肥量(kg): N:P:K=20:24:25, 単肥配合使用, 苦土石灰150kg, 堆肥2,000kg, 耕起2回, 薬剤散布: 16回, 収穫: 17回			面積: 5 a, 品種: 大型福寿, 株間×うね間: 45cm×90cm, 栽植本数: 約2,500本, 施肥量(kg): N:P:K=20:22:24, 化成肥料(11—11—11)使用, 苦土石灰150kg, 堆肥2,000kg, 耕起: 2回, 薬剤散布: 14回, 収穫: 14回		

*: Ⓔはトラクター(ファーガソン, 28ps)でけん引したことを示す。

1964年は前年とほぼ同一条件で栽培を行なったが、前年の実績をもとに各工程の省力化につとめた。その結果、育苗、施肥、誘引、収穫、整理については、かなり、所要労力を減少することができたが、天候不良により、薬剤散布および摘芽では所要労力が多くなった。結局、10aあたりの全栽培労力は約850時間であった。このうち、もっとも多くの労力を要した工程は、前年と同様に誘引、摘芽を含めた有支柱トマト特有の作業であり228時間(全労力の約27%)をしめていた。その他100時間以上の労力を要した工程は薬剤散布126時間(約15%)、収穫126時間(約15%)、育苗110時間(約13%)であった。

以上、2年間の調査から、有支柱トマトの栽培労力は、耕起および整地工程にのみ機械力を使用した程度の栽培方法では10aあたり約900時間であることが知られた。

農林統計⁹⁾による有支柱トマトの10aあたり栽培労力は、1960年1094時間、1961年906時間、1962年856時間、1963年973時間である。また長野県の統計⁷⁾によると944時間である。東京大学付属農場⁶⁾における、かなり機械化水準の高い栽培でも525時間(1963年)を要している。したがって、当農場における1963年、1964年の有支柱トマト栽培労力10aあたり約900時間という結果は当時の一般的な栽培労力所要量とほぼ類似した程度であると推定された。このうち、支柱立、誘引、摘芽など有支柱トマトに特有な作業に要する労力が、全労力の約1/4をしめ、これが有支柱トマトの栽培面積拡大の制限因子のひとつとなっていることが

表一5 無支柱トマトの栽培労働時間(10aあたり)

栽培工程	1963年			1964年		
	労働時間 時間分 (%)	内機械 使用時間 時間分	使用機械	労働時間 時間分 (%)	内機械 使用時間 時間分	使用機械
育苗	131.15 (35.7)	—	人力	109.59 (34.8)	—	人力
耕起	1.15 (0.3)	1.15	⑩**ディスクプラウ	1.47 (0.6)	1.47	⑩リバーシブルプラウ
整地	2.30 (0.7)	0.50	⑩ディスクプラウ	2.18 (0.7)	1.15	⑩ディスクハロー
定植	24.57 (6.8)	0.40	3輪トラック, 人力	34.29 (10.9)	1.01	3輪トラック, 人力
薬剤散布	37.38 (10.2)	15.30	移動式動噴, 人力	40.06 (12.6)	10.02	移動式動噴, 人力
除草	11.37 (3.2)	—	人力	13.01 (4.1)	—	人力
中耕	3.00 (0.8)	3.00	農機車, 人力	2.36 (0.8)	0.40	ハンドトラクター, 人力
施肥	16.16 (4.4)	3.00	⑩トレーラー, 人力	17.09 (5.4)	3.51	⑩トレーラー, 人力
誘引*	19.21 (5.3)	—	人力	6.55 (2.2)	—	人力
敷わら	17.28 (4.7)	1.10	3輪トラック, 人力	—	—	—
収穫	92.45 (25.2)	1.20	3輪トラック, 人力	83.29 (26.4)	1.26	⑩トレーラー, 人力
整理	9.53 (2.7)	0.30	3輪トラック, 人力	4.40 (1.5)	—	人力
合計	368.31 (100.0)	—	—	316.29 (100.0)	—	—
備考	面積: 30a, 主品種: ローマ, 株間×うね間 60cm×130cm, 栽植本数: 1,300本, 施肥量(kg): N:P:K=16:12:17, 単肥配合使用, 苦土石灰150kg, 堆肥1,500kg, 耕起: 2回, 薬剤散布: 18回, 収穫: 9回			面積: 60a, 主品種ローマおよびH1370, 株間×うね間60cm×120cm, 栽植本数: 1,400本, 施肥料(kg): N:P:K=15:13:15, 化成肥(11-11-11)使用, 苦土石灰150kg, 堆肥1,500kg, 耕起: 2回, 薬剤散布: 16回, 収穫: 10回		

* : 1963年はうねの両側に、また1964年はうねの片側(風下側)に高さ約30cmの位置へ側線
を張ったので一応この項目に記入した。

** : ⑩はトラクター(ファーガソン, 28ps) でけん引したことを示す。

うかがわれた。

2 無支柱トマト

有支柱トマトとほぼ同様な栽培方法における無支柱トマトの10aあたり栽培労力を表一5に示した。栽培品種は1963年にはローマを、また1964年にはローマおよびH1370をそれぞれ主体にした。なお各々の栽培概要は備考らんに記入した。誘引および摘芽は行なわなかったが、繁茂する茎葉を支えるため、1963年にはうねの両側に、また1964年には風下側に、地上30cmの位置へ鉄線を張ったので、これに要した労力を一応、誘引の項に記入した。

1963年には、無支柱トマトの栽培にはまったく未経験であったため、有支柱トマトの栽培に準じた方法で各栽培工程の省力化につとめながら栽培をすすめた。その結果、10aあたりの栽培労力は約368時間であった。栽培工程のうち育苗は有支柱トマトとまったく同一の方法で行なったため131時間を要し、全栽培労力の約 $\frac{1}{8}$ をしめた。その他、収穫が約93時間(25%)、薬剤散布が約38時間(10%)であった。

1964年には前年と同様な条件で栽培したが、各栽培工程の省力化につとめた結果、10aあたりの栽培労力は316時間となった。これを工程別にみると、育苗が約110時間(35%)、収穫が83時間(26%)、薬剤散布が40時間(13%)をしめ、前年とほぼ同様の比率で経過した。

以上、2年間の調査結果を総合すると、当農場での、機械化のそれほどすすんでいない栽培方法における無支柱トマト10aあたりの栽培労力は約350時間程度であり、このうち育苗に約35%、収穫に約25%を要したが、誘引、摘芽あるいはこれに類する整枝作業は不要であることが明らかになった。

無支柱トマトの栽培労力に関する調査は比較的少ないが、長野県の統計⁷⁾によると352時間、また、東京大学付属農場⁶⁾での、比較的機械化のすすんだ栽培で260時間を要したことが報告されている。当農場における栽培は、当時の一般的な水準であったと考えられる。

3 有支柱トマトと無支柱トマトの比較

1963年および1964年の調査によって無支柱トマトは有支柱トマトの約 $\frac{1}{8}$ 程度の労力で栽培できることが明らかになった。有支柱トマト栽培では整枝作業に200時間以上の労力を必要とするが、無支柱トマト栽培には全く不要であることが、栽培労力に差を生じた主因である。また、有支柱トマトは立体的であるのに対し無支柱トマトはより平面的で、薬剤散布、収穫その他あらゆる作業が容易に行なえ、歩行距離も短くなること、無支柱トマトは栽植密度が低いこと、収穫回数が少なくともよいこと、苗の取り扱いが容易であること、果実の調整、出荷が簡便であることなどの理由により所要労力が減少している。

一般に、有支柱トマトの栽培規模はかなり小さい。有支柱トマト栽培には多くの労力を要すること、機械化がすすみにくいことが、おもな原因であろう。無支柱トマトを導入すれば機械化水準の低い栽培でも有支柱トマトの3倍に栽培面積を拡大することが可能であろうと考えられる。

V 無支柱トマトの省力栽培

1963年および1964年の栽培結果から、無支柱トマトの栽培工程には、なお、改良の余地があり、栽培労力もさらに減少させることが推察された。そこで1965年以後、育苗方法の改良および管理作業への大型農機具の導入を行ない、各栽培工程別に所要労力の縮少を試みた。

表一六 無支柱トマト育苗作業の省力化の過程
(10 a 分所要苗床あたり労働時間)

年	育苗方式	育苗期間 日	作 業 項 目						労働時間 合 計 時間 分
			床作製 時間 分	は 種 時間 分	移 植 時間 分	間 引 時間 分	管 理 時間 分	整 理 時間 分	
1963	温床は種 1回移植	50	75.55	14.05	22.48	—	17.07	1.20	131.15
1964	同 上	56	68.40	4.53	11.27	—	22.22	2.37	109.59
1965	同 上	60	27.47	6.36	14.09	—	30.19	5.40	84.31
1966	冷床無移植	52	6.16	6.43	—	13.56	11.40	—	38.35
1967	同 上	47	6.55	6.02	—	6.18	3.50	—	23.05
1968	同 上	40	4.17	5.06	—	2.22	8.55	—	20.40

1 冷床無移植方式による育苗の省力化

育苗工程を、さらに詳細に床作製、は種、移植、間引、管理および整理の6項目に分け、それぞれに要した労力について1963年から1968年までの6年間に調査した結果を一括して示すと表一六のとおりである。

1963年には無支柱トマトも有支柱トマトと同様に温床は種1回移植方式で育苗した。すなわち、4月上旬に電熱温床には種し、約20日後にポリエチレン・トンネル内の冷床に移植して定植まで育苗する慣行的な方法を準用した。その結果、育苗労働時間は10 aあたりの苗床につき130時間に達し、全栽培労力の36%をしめた。1964年には、育苗方式は前年と同様に温床は種1回移植方式によったが、各工程を極力省力化しよう心がけた。すなわち、床土の調製と温床作製を簡素化するとともに、は種、移植をやや粗放化することによって作業時間の短縮をはかり約110時間に減少することができた。しかし、全栽培労力に対する育苗労力の比率は、前年同様、約35%をしめていた。

1965年にはさらに、床土の調製、切り返しに機械力を使用すること、床土をふるいにかける作業を省略することなどにより、育苗労力を84時間に減少させることができた。しかし、この程度が温床は種1回移植方式の省力化の限界であろうと考えられた。

すでに1965年当初には、先の2年間の試作結果から、有支柱トマトの慣行的育苗方法を準用するかぎり育苗労力を著しく低下させることは困難であることを知り、無支柱トマトの育苗方法を根本的に改める必要が痛感された。すなわち、無支柱トマトは加工専用種であるため、生食用トマトほど早期収穫にとらわれる必要がないから、温度管理が困難な早い時期には種する必要もなく、苗床日数の長い、苗令のすすんだ苗を作る必要もないこと、定植時の粗放な扱いに耐えさせ、乾燥にも耐えさせるため、大形苗よりも節間の短い小形苗の方が好都合であることなどから無支柱トマト用の育苗方式を開発する必要があると考えられた。

そこで1965年には従来の育苗方式で育苗する一方、冷床は種無移植方式によって小面積の試作をおこない、この方式の可能性を検討したところ、良好な結果を得ることができた。この方式では、温床を使用することなく、はじめからポリエチレン・トンネル内の冷床に10cm×10cm位の間隔で3～5粒ずつ点ばし、その後、間引をおこなうのみで移植することなく定植時まで育苗する。したがって、は種温床が不要となり、これに要する労力を軽減できること、移植労力が不要であることなどから著しい省力化が期待された。

表一 無支柱トマト栽培の省力化の

栽培工程	1965年			1966年		
	労働時間 時間分(%)	内機械 使用時間 時間分	使用機械	労働時間 時間分(%)	内機械 使用時間 時間分	使用機械
育苗	84.30 (39.6)	—	人力	38.35 (21.6)	0.12 0.14	①ディスクプラウ ディスクハロー, 人力
耕起	1.50 (0.9)	1.35	①*ディスクプラウ	1.26 (0.8)	1.26	①ディスクプラウ
整地	1.04 (0.5)	0.40	①ディスクハロー	1.45 (1.0)	1.20 0.20	①ディスクハロー リッジャー
定植	19.30 (9.2)	1.43	小型4輪トラック, 人力	14.18 (8.0)	1.04	小型4輪トラック, 人力
薬剤散布	18.11 (8.5)	2.53 3.21	移動式動噴 カーベ ット・スプレーヤー	11.59 (6.7)	4.29	①カーベットスプレー ヤー
除草	4.48 (2.2)	—	人力	6.58 (3.9)	—	人力
中耕	5.23 (2.5)	0.44	ハンドトラクター	0.30 (0.3)	0.22	①カルチベーター
施肥	10.36 (5.0)	0.33	①トレーラー, 人力	12.38 (7.1)	0.38	①トレーラー, 人力
収穫	66.01 (31.0)	3.21	小型4輪トラック, 人力	89.13 (49.9)	4.31	小型4輪トラック, 人力
整理	1.16 (0.6)	—	人力	1.19 (0.7)	—	人力
合計	213.09 (100.0)	—	—	178.41 (100.0)	—	—
備考	面積100 a, 主品種H1370, 株間×うね間45 cm×120cm, 栽植本数1,850本, 施肥量(kg): N: P: K=10:20:20, 化成肥料(10-14-12) 使用, 苦土石灰100kg, 堆肥1,000kg, 耕起2 回薬剤散布19回, 収穫10回			面積150 a, 主品種H1370, 株間×うね間45cm ×120cm, 栽植本数1,850本, 施肥量(kg): N:P: K=10:20:20, 化成肥料(10-14-12)使用, 苦土石灰100kg, 堆肥1,000kg, 耕起2回, 薬剤 散布12回, 収穫9回		

*:①はトラクター (ファーガソン, 28ps) でけん引したことを示す。

** :①はトラクター (コマツインター, 39ps) でけん引したことを示す。

そこで1966年には無支柱トマトの育苗を全部、冷床無移植方式に改めた。その結果育苗労力は、本ほ10 a につき約38時間に減少した。その後、1967, 1968年もこの方式により育苗労力の減少につとめ、1968年には約21時間に短縮することができた。すなわち、無支柱トマトを導入した1963年に比べて、育苗労力は約1/6に短縮された。そして、これ以上の省力化は育苗→定植の栽培法を行なうかぎり困難が多く、以後は直は栽培技術の実用化に期待すべきであろうと推察された。

これについては当農場でも数年前から試作を続けているが、寒さと乾燥など気象条件がきびしいこと、整地作業に精度を要すること、薬剤散布労力が増加すること、雑草防除対策が充分でないことなど、なお検討を要する問題が残っている。

2 大型機械の導入による管理、運搬作業の省力化の過程と今後の問題点

1964年以前には耕起と整地にのみ大型機械を使用し、その他は主に手作業によって栽培を行なったが、1965年以後はそれ以外の栽培工程にも逐次、大型機械を導入した。その経過は以下のとおりである。

過程 (10 a あたり労働時間)

1967年			1968年		
労働時間	内機械 使用時間	使用機械	労働時間	内機械 使用時間	使用機械
時間分 (%)	時間分		時間分 (%)	時間分	
23.05 (16.7)	0.12	①**リバーシブルプラウ, 人力	20.40 (16.8)	0.14	人力, ①ディスクプラウ
1.25 (1.0)	1.25	①ロータリー	1.26 (1.0)	1.26	①ディスクプラウ
1.24 (1.0)	1.05	①ディスクハロー	1.39 (1.1)	1.14 0.25	①ディスクハロー ①リッチャー
14.32 (10.5)	1.12 0.54	小型4輪トラック, 人力 ①トランスplanター	11.04 (9.1)	0.25 0.43	①トランスplanター 小型4輪トラック
9.23 (6.8)	2.03 1.19	⑥カーペットスプレーヤー ①スピードスプレーヤー	9.29 (7.7)	0.45 2.56	⑥カーペットスプレーヤー ①スピードスプレーヤー
6.49 (4.9)	0.34	①ステアレージホー	8.19 (6.8)	0.27	①ステアレージホー
0.26 (0.3)	0.09	①カルチベーター	2.35 (1.9)	1.36	⑥カルチベーター
11.07 (8.0)	0.28 0.57 0.37	⑥ライムソワー ⑥トレーラー ①フロントローダー	9.47 (7.8)	0.25 1.22 1.00	①ライムソワー ①フロントローダー ①トレーラー
62.13 (45.2)	1.23 3.50	①トランスポートボックス 小型4輪トラック, 人力	53.56 (44.2)	1.14 2.27	①トランスポートボックス 人力, 小型4輪トラック
7.42 (5.6)	—	人力	4.34 (3.6)	—	人力
138.06 (100.0)	—	—	123.29 (100.0)	—	—
面積150 a, 主品種H1370, 株間×うね間45cm×120cm, 栽植本数1,850本, 施肥量(kg): N:P:K=12:20:20, 高度化成(6-20-20)使用, 苦土石灰100kg, 堆肥1,000kg, 耕起2回, 薬剤散布10回, 収穫10回			面積150 a, 主品種H1370, 株間×うね間45cm×120cm, 栽植本数1,850本, 施肥量(kg): N:P:K=12:20:20, 高度化成(6-20-20)使用, 苦土石灰100kg, 堆肥1,000kg, 耕起2回, 薬剤散布14回, 収穫10回		

1965年; 育苗, 収穫について多くの労力を必要とする薬剤散布に, けん引型広巾散布機を導入し移動式動力噴霧機と併用した。

1966年; は種床作製にディスクハロー, ディスクプラウを使用し, 育苗を冷床無移植方式に変更した。移動式動力噴霧機の使用を廃止し, けん引型広巾散布機のみで薬剤散布を行なった。中耕には大型カルチベーターを使用し手作業を中止した。

1967年; 耕起前の苦土石灰散布にはライムソワーを使用した。堆肥の積みこみ, 搬出にはフロントローダーを使用した。堆肥その他基肥は肥効効率を高めるためうね施用にしたため, 手作業で施した。この作業はブロードキャスターやマニユアスプレッダーで処理することが可能である。除草にはステアレージホーを用い, 定植後1か月目に作業したがその後はトマトが生長して使用不可能になった。薬剤散布には畑作用水平噴頭つきの中型スピードスプレーヤーを導入した。ただし, 初期は薬液の節約をはかるためけん引型広巾散布機に通常の噴霧口を装着して使用した。

この年には多くの機械を導入したが, 一般に経験不足のため能力を充分発揮できなかった。

1968年; 前年に導入した機械の使用方法を検討し, 効率よく使用するよう注意した。定植にはトランスplanterを導入した。しかし, これは2条植であることと事前には場の整地を入念におこなう必要があることにより十分に能率をあげえなかった。また, 栽培労力中最も多くを占める収穫作業にはリヤーマウントトランスポートボックスを使用した。油圧装置によりボックスが上下するので積みこみ, 荷おろしに便利であり, 機敏に活動でき, 運搬時間を短縮した。このほか, 2 t積トレーラーに長さ6 mのベルトコンベアーを装着し, 手で採取した果実をトレーラーに落下させ計量, 箱詰をしながら進行するコンベアー式トマト収穫機(仮称)を試作し運転した。この収穫機は作業員6~7名で運転し, 一時に約7 m巾に収穫を済ませることが可能であったが, コンベアー, ホッパーなどに改造を要する場所があり, 手作業よりややすぐれた程度の能率しか得られなかった。

以上のように, 大型機械の導入と作業方法の改良によって栽培労力は毎年減少した。表-7はその推移状態をまとめたものである。

育苗を含めた全栽培労力は1965年には213時間, 1966年には179時間, 1967年には138時間, 1968年には123時間となった。

1968年の栽培工程のうち, もっとも多くの労力を要したのは収穫であって, 全栽培労力の約44%をしめ, ついで育苗が約17%をしめた。これら2工程で栽培労力の約60%を費したことになるが, いずれも現段階では人力を主体にする以外に方法のない操作を含む工程であって, 著しく省力化することは困難である。すでに, このことに関して, 育苗, 定植作業の省力化のための直は栽培の研究, 収穫作業の省力化のための一挙収穫*の研究などが各方面でおこなわれつつあるがまだ問題点が多い。直はおよび一挙収穫用品種の育成, 収穫機の開発, 加工工場の選果施設などが併行して研究される必要がある。直は栽培法と一挙機械収穫が実用化されれば10 aあたりの栽培労力は70~80時間程度に減少しうると思われる。

VI 省力栽培の経済性に関する考察

これまでのべてきた無支柱トマト栽培の省力化については, 当然, その経済効果が論じられなければならないがこれには経営学的に扱うべき複雑な要素を含んでいる。

本研究は大学という特殊環境下でなされたものであり, 生産費などを一般化して論ずるには問題が多いが, 以下では教育・研究的要素をできるだけ排除し, 一方, 必要に応じて補正推定を加えながら著者らがこれまでおこなってきた無支柱トマト栽培の経済性などについて概括的な考察を試みた。

一般に作物の生産費としては種苗費, 肥料費, 薬剤費, 諸材料費, 機械費, 労力費などの直接経費のほか建物費, 地代などの間接経費, さらに租税, 利子などを考慮すべきものとされているが, ここでは直接経費だけをとりあげた。肥料費, 薬剤費, 諸材料費は原則として購入価格をそのまま計上したが耐久性の材料については1年あたりの経費を算出して計上した。機械費の算出は困難であるため使用単価の計算例⁶⁾や民間の機械使用料を参考にして10 aあたりの機械費を推定した。労力費は生産費から除外しておき, 別に労働1時間あたりの純収益額を求めた。

収穫果はすべて民間の加工工場に出荷したので工場からの国庫納金をそのまま粗収益とし

* 比較的斉一に熟する品種を用いて適当な時期に全部の果実を一挙に収穫する方法の仮称。

て計上した。なお、1965年以降は栽培面積のほとんどを使用して各種の試験を行なったため収量が著しく減少した区があった。また、1967年には梅雨あけ後に記録的な乾燥にあい部分的に収量が激減した。このような試験あるいは不時の災害による収量の低下はそれぞれの年の平均的な作柄の区を基準にして補正し、それを“見込収量”として表わし、同時にこれに対応させるため“見込労働時間”を算出した。すなわち、各栽培工程に要する労力のうち収穫労力だけが収穫量にほぼ比例して増減することから、各年ごとに、その年の収穫能率にしたがって実収量と見込収量の差に対応する収穫時間を求め、実労働時間に加算して“見込労働時間”とした。

以上の方法で算出した経費などを1963～1964年に比較栽培した有支柱トマトと無支柱トマトについて示すと表—8のとおりである。

表—8 有支柱トマトと無支柱トマトの経済性の比較（10 aあたり）

	有 支 柱 ト マ ト		無 支 柱 ト マ ト	
	1963年	1964年	1963年	1964年
肥 料 費 (円)	7,699	7,893	4,238	4,005
薬 剤 費 (円)	10,128	15,918	3,939	6,618
諸 資 材 費 其 他 (円)	5,106	3,050	4,014	3,197
機 械 費 (円)	18,995	20,130	10,055	10,938
合 計 (円)	41,928	46,991	22,246	24,758
収 量 (kg)	6,277	6,745	5,012	5,741
粗 収 益 (円)	113,694	105,601	65,850	67,435
純 収 益 (円)	71,766	58,610	43,604	42,677
栽 培 労 働 時 間 (時間)	960	848	368	316
労働1時間あたりの純収益 (円)	75	69	118	135

10 aあたりの純収益は両年とも有支柱トマトの方が高かったが無支柱トマトの栽培労力は有支柱トマトのそれより著しく少なかったため労働1時間あたりの純収益は両年とも無支柱トマトのほうが高かった。このことから無支柱トマトは栽培面積の拡大と栽培の省力化によって、より経済性を高めうる作物であろうと推察された。1963～1964年ごろのような手作業主体の栽培方法における作業員1名の栽培可能面積は有支柱トマトでは約10～15 a、無支柱トマトでは30～50 aと見込まれ、ほ場面積の制約などがなければ無支柱トマトは有支柱トマトに劣らない経済効果をあげうるものと推定された。

1965年以後無支柱トマトの管理作業に大型機械を導入し栽培の省力化をはかったが、表—9はその過程における各年の経費などを表—8と同様の算出方法によってまとめたものである。

機械の導入にともなって栽培経費は増加したが栽培労力はしだいに減少した。先にものべたように1967年は干ばつによって収益が低下したが、通常の気象条件下での栽培なら労働1時間あたり200円以上の純収益を見込むことができたと思われるので、1965年以来、機械の

表一9 大型機械の導入による無支柱トマトの経済性の推移 (10aあたり)

	1965年	1966年	1967年	1968年	到達目標
肥料費 (円)	4,414	5,927	5,963	4,560	5,000
薬剤費 (円)	4,673	5,167	4,622	4,608	5,000
諸材料費その他 (円)	3,262	2,697	4,769	4,797	5,000
機械費 (円)	13,551	17,263	20,000	24,862	25,000
合計 (円)	25,900	31,054	35,354	38,827	40,000
実収量 (kg)	3,726	4,143	2,548	5,312	—
見込収量 (kg)	5,200	5,800	5,100	5,800	7,000
粗収益 (円)	42,849	59,539	33,846	69,118	—
見込粗収益 (円)	59,800	71,920	66,300	75,980	91,000
純収益 (円)	18,949	28,485	-1,508	30,291	—
見込純収益 (円)	33,900	40,866	30,946	37,153	51,000
実栽培労働時間(時間)	213	179	138	121	—
見込栽培労働時間(時間)	239	214	178*	126	100
実労働1時間あたり純収益 (円)	80	159	-11	250	—
見込労働1時間あたり見込純収益(円)	142	191	173	295	510

* 異常干ばつにより日焼果、小型果が多く、収穫能率が低かったので1人1時間あたり収穫量を50kgとして補正してある。

導入による省力化によって労働1時間あたりの見込純収益はしだいに増加したとみられる。各年とも収量目標を10aあたり6,000kgとして栽培を続けてきたがほぼ目標を達成できた。今後はなお収量増加による労働生産性の増大について研究をすすめたい。

現在、無支柱栽培されているトマトは、そのすべてが加工用契約栽培であって、最初から販路と価格が保証されている。また、収穫果の調整、出荷は生食用トマトに比べて著しく簡便であり、作業精度によって商品価値が低下する危険もほとんどないという特徴がある。ただし、用途が加工用であることから、生食用果実ほど価格変動がない反面、単価は1kg13円程度にとどまっている。表一8にも示したとおり、無支柱トマトの土地生産性は有支柱トマトのそれより低い、労働生産性はかなり高いものであり、労働時間の短縮と収量増加によって、なお、労働生産性を高めうる余地を含んでいる。すなわち、加工用無支柱トマトは生食用有支柱トマトあるいは加工用有支柱トマトと比較して、より、一般作物的な粗放性を持ち、従来の概念からする、園芸的な集約作物とは異っている。したがって、一般作物的な栽培規模を確保し、労働受容力と労働生産性に注目することによって、はじめて経済的な安定性、収益性を発揮しうる作物であるといえよう。

生産費のほとんどをしめる肥料費、薬剤費、諸材料費その他、および機械費のうち、機械費以外はおよそ栽培面積に比例して増加する性格のものであって栽培規模拡大による減少はほとんど期待できない。これに対して機械費は栽培面積(負担面積)の多少によって著しく変化すること、著者らが目標としてきたような大型機械化省力栽培においては生産費中、機械費がしめる割合は相当に高いものであり、これの多少が収益性に大きな影響をおよぼ

す。

機械費低減の方法は主に次の二点に要約される。一点は、無支柱トマト栽培に適合した簡便な機械の選択であり、他の一点は負担面積の増加である。著者らが、これまで使用したトラクターは28～45.5馬力のものであった。また、作業機は多くが通常の畑作用作業機で、その他はトランスポートボックス、薬剤散布機などであった。いずれも大型農機具であったが20馬力級の小型トラクターとそれに適合した作業機で十分に能率をあげうる作業内容が多かった。

収穫果の運搬にはトラクターのほか、トラックを使用したこともあって、1968年における10aあたりのトラクター延駆動時間は約13時間であった。このうち、時期的に制約をうける定植前のほ場作業に約6時間を要している。石灰散布、耕起、堆肥施用などは時期を繰りあげることも可能であるから、これらを除外すると、定植直前ごろに行ないたい作業は碎土、うね立てなど約2～2.5時間である。面積拡大による作業能率の向上を考慮すれば20馬力級のトラクターでも7～8haを負担面積として定植直前の作業ピークを処理することが可能であろう。ほ場が適当な形状で集合していれば10haを負担することも可能だと考えられる。この規模における労働1時間あたりの純収益は500円程度に達しうると推察されるが、栽培規模の拡大にともなう機械費の減少割合、労働受容力と労働生産性等については経営学的な見地からの研究に期待する。

VII 摘 要

1963～1968年まで6年間にわたって信州大学農学部付属農場で加工用無支柱トマト栽培の省力化に関する研究を行ない、大型機械化省力栽培の経済性についても考察した。

1. 加工用無支柱トマトの導入初期(1963～1964年)に主に手労働によって無支柱トマトと有支柱トマトを栽培し両者を比較した結果、前者は後者より面積あたりの収量は低かったが単位労働あたりの収量は多かった。また、無支柱トマト栽培はさらに省力化の可能性が高いことが確認された。

2. 無支柱トマトの育苗に無移植冷床方式を採用して省力化をはかった結果、1968年には育苗所要労力を1963年の約 $\frac{1}{6}$ に減少することができた。

3. 大型機械を導入して栽培の省力化をすすめ、1968年には10aあたりの栽培労力を1963年の約 $\frac{1}{6}$ に減少した。

4. 育苗および収穫以外の栽培工程をすべて機械化した場合のトラクター1台の負担面積は7～10haが適当であろうと推察された。

本研究は信州大学農学部付属農場において、直接、トマト栽培を担当された細田門美氏、原 巖氏、北原英一氏、滝沢秀成氏、矢沢修氏、有賀広志氏のほか、全農場職員の協力のものとなされたものである。また、栽培技術検討にはカゴメ株式会社小林光治氏ほか技術員諸氏にお力添えをいただいた。なお、資料の整理にあたっては宮下美喜子氏、赤羽恭子氏および高畑順子氏の協力を得た。記して厚くお礼申しあげる。

さらに、本報告をまとめるにあたり、ご校閲を賜った農場長高橋敏秋教授に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

1. 阿部勇 (1964) : 無支柱トマトの加工適性について, 園芸学会シンポジウム要旨.
2. 阿部勇 (1969) : 加工用トマトの機械化栽培, 農及園, 44(5) : 821.
3. 阿部勇・上村昭二・施山紀男 (1965) : 加工用トマトの無支柱栽培に関する研究, 園試報告C—3 : 73—87.
4. 飯島隆志・中村怜之輔・村瀬史朗・堀俊夫 (1965) : 無支柱栽培トマトの加工適性に関する研究, (第1報)園学雑, 34(2) : 140.
5. 飯島隆志 (1965) : 加工用トマトの具備条件と無支柱栽培トマトの適性, 食工誌12(5) : 192—205.
6. 川延謹造 (1966) : 農業機械化技術, 養覽堂.
7. 長野県経済連 (1966) : 蔬菜花卉栽培要説, 長野県.
8. 長野県他 (1969) : 蔬菜花卉栽培技術, 長野県.
9. 農林省 (1966) : 園芸統計要覧, 地球版.
10. 小野公二 (1967) : 蔬菜の機械化栽培法, 農及園, 42(4) : 641.
11. 上村昭二・阿部勇 (1964) : 加工用トマトの省力栽培とその問題点, 農及園, 39 : 816.
12. 大和茂八・小林忠和・芹沢暢明 (1962) : トマト無支柱栽培に関する研究, 長野農試研究集報, 4 : 36.

Studies on the Laborsaving Culture of Processing Tomato

By Hiroshi ARIMA And Reinosuke NAKAMURA*

Laboratory of Experimental Farm, Fac. Agric., Shinshu Univ.

Summary

The experimental cultures of the determinate varieties of processing tomato, including Heinz 1370 as the main variety, were carried out from 1963 to 1968, at the Experimental Farm of Shinshu University to dispense with labor of the management for nursery and other processes of the cultivation.

The labor of cultivation per unit area in the determinate tomato varieties was about one third of that in the indeterminate tomato varieties under the same conditions. A modified method of nursery management for the determinate tomato varieties was tested and the fruitful results were obtained. In this method, the labor of nursery management was reduced to about one sixth in comparison with that in the indeterminate tomato varieties.

The saving of labor was examined by using of machinery into each process of cultivation in the determinate varieties. In 1968, all processes of cultivation except the nursery management and the harvest were mechanized, and the labor of cultivation per 10a was reduced to about 120 hours.

From the results obtained here, the optimum scale of mechanized culture for the determinate tomato varieties was discussed from the economical point of view.