

トマトの促成および夏秋栽培におけるつる下ろし装置が 地上部の成長，収量および誘引の作業性に及ぼす影響

中嶋悠太・上藤満宏・川口岳芳・伊藤栄治

Effect of the new training system on growth, yield and
workability in forcing and summer-autumn tomato cultivation.

Yuta NAKASHIMA, Mitsuhiro UEFUJI, Takeyoshi KAWAGUCHI and Eiji ITO

広島県立総合技術研究所農業技術センター
研究報告 第94号別刷

令和元年8月

Reprinted from

Bulletin of the Hiroshima Prefectural Technology Research Institute

Agricultural Technology Research Center No.94

August 2019

トマトの促成および夏秋栽培におけるつる下ろし装置が地上部の成長，収量および誘引の作業性に及ぼす影響

中嶋悠太・上藤満宏・川口岳芳・伊藤栄治

キーワード：作業時間，省力化，つる下ろし誘引

広島県のトマト栽培は，産地ごとに北部の冷涼および南部の温暖な気候を利用した作型で行われている。神石高原町，北広島町および庄原市の標高400m以上の地域では，5月に定植して7～11月に収穫する夏秋栽培が行われ，呉市の瀬戸内海沿岸および大崎上島町の島嶼部地域では，10月に定植して1～6月に収穫する促成栽培が行われている。広島県は「2020広島県農林水産業チャレンジプラン」を策定し（広島県農林水産局，2015a），2020年の県内トマトの販売量9300tおよび販売額34億円の目標を掲げ，産地拡大や生産量増加を推進しているが，トマト栽培における膨大な作業時間や労力が目標達成の阻害要因の一つとなっている。特に，誘引作業は栽培期間中の全作業時間の11%を占め，適期での実施を必要とする重要な作業である（広島県農林水産局，2015b）。しかし，収穫時には収穫作業との競合による作業の遅延が問題となっている。

誘引作業は栽培期間の長期化や栽培圃場の立体的空間の有効利用のために行われ，誘引方法としてはつる下ろし誘引，斜め誘引およびUターン誘引等がある。広島県におけるトマト栽培では，つる下ろし誘引（青木，1997）が多く利用されている。本法は，主枝1本仕立てとして，ビニルハウス内上部からつるした紐に主茎を沿わせるようにクリップ等で固定して栽培を行う。主茎が伸長して栽培管理が困難になる前に，作業台車を利用しない場合では茎頂が地表面から約180cmに達した時点で，茎頂を降下させつつ主茎を隣の紐へと移動し，クリップ等で固定して誘引する。作業内容は単純であり，かつ長期多段取りに適した誘引方法であるが，1kg以上となる株を約10日に1回，1株ずつ誘引する必要がある，作業時間は5.0時間・10a⁻¹・10日⁻¹と多大な時間と労力を要する。これらの問題を解決するため，これまでに様々なつる下ろし装置が開発されてきた（金井ら，2001；黒崎ら，2012）

が，装置のコストや複雑な構造が課題となり普及には至っていない。従って，誘引作業の省力化を目的とした装置の普及には，装置のコスト削減や簡素化が重要と考えられる。

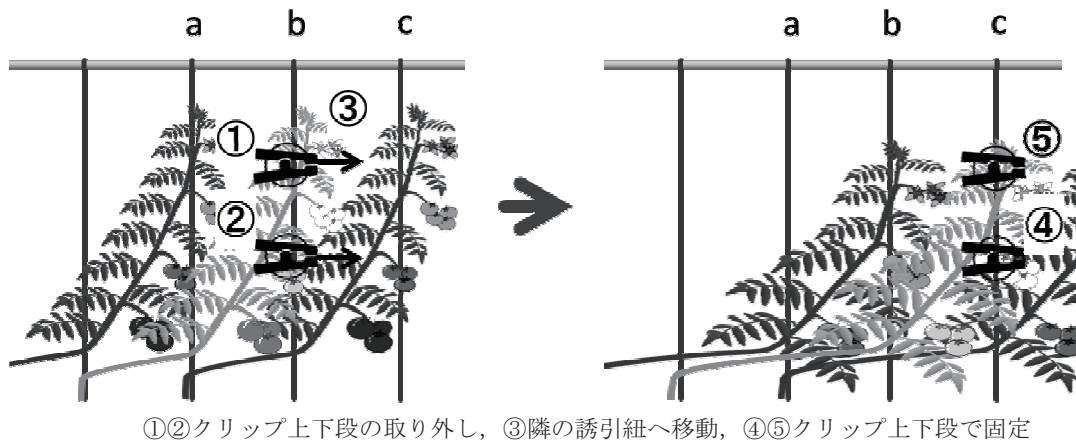
近年，静岡県の一部のトマト産地で，安価な部材を用いて自家施工したつる下ろし装置が利用されている（窪田，2014）。本装置は，簡素な構造であり，広島県内のトマト栽培の既存施設への導入が可能と考えられる。しかし，このつる下ろし装置を用いたトマト栽培における地上部の成長，収量，誘引の作業性および装置のコストについての詳細は不明である。そこで，これらの点を明らかにするための実験を行ったので，その結果を報告する。

材料および方法

1. 促成栽培における誘引方法が地上部の成長，収量および作業性に及ぼす影響（実験1）

促成栽培において，慣行のつる下ろし誘引を行う区（以下，対照区）およびつる下ろし装置を利用したつる下ろし誘引を行う区（以下，つる下ろし装置区）を設け，地上部の成長，収量および誘引にかかる作業時間を比較した。

実験は広島県立総合技術研究所農業技術センター（広島県東広島市八本松町）において実施した。対照区は，地表面から200cmの高さで水平に固定した直径22mmの直管パイプに誘引紐（つりっ子紐，ナスニックス（株））を吊るした。誘引紐には，1株当たりクリップ（クキロック，タキゲン製造（株））を2個使用し，主茎を固定した。概ね10日に1回，主茎が約40cm伸長した時点を目安とし，主茎を約40cm降下させ隣の誘引紐へ移動した（図1，b→c）。つる下ろし装置区は，図2に示したつる下ろし装置を用い，つる下ろし誘引を行った。本装置は，駆動軸（図2，a）とハンドル（図2，b）で構成され，300cm間隔



①②クリップ上下段の取り外し，③隣の誘引紐へ移動，④⑤クリップ上下段で固定

図1 対照区の作業工程

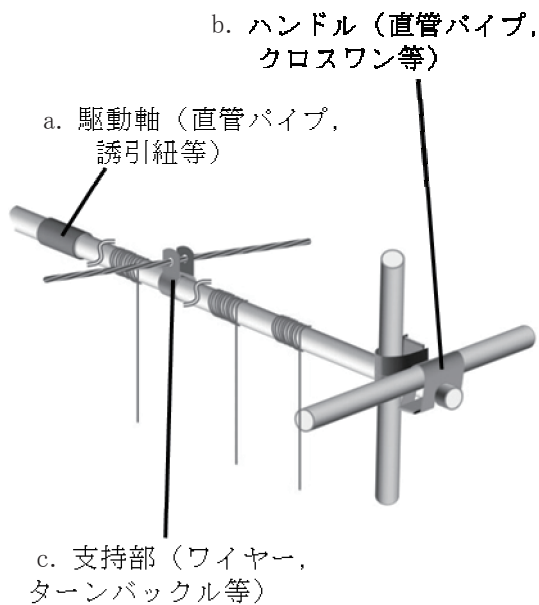


図2 つる下ろし装置の概略図

に設置した支持部（図2，c）で固定した。駆動軸は、直径22mmの直管パイプとし、本パイプに5mの誘引紐を50cm間隔で巻きつけた。さらに、誘引作業の改善のため、6月25日に25cm間隔になるように誘引紐を追加した。ハンドルは、長さ50cm、直径22mmの直管パイプを駆動軸の端にパイプ結合部材（NEWクロスワン、渡辺パイプ（株））を用いて直交となるよう結合した。誘引紐には、1株あたりクリップを3個使用し、主茎を固定した。駆動軸に巻きつけた全ての誘引紐は、ハンドルを回転させる事で一斉に繰り出し、複数の株を同時に降下させることが可能である。つる下ろし装置を稼働させない時は、駆動軸が株の自重で回転しないよう、太さ3mmのワイヤーを環状としたストッパーを、ハンドルと平行に設置した直管

パイプをはめ込み固定した。

2017年9月1日に熱融着性繊維を用いた植物栽培用固化培地（直径55mm、高さ50mm、エクセルソイル32、みのる産業（株））に‘りんか409’（（株）サカタのタネ）を播種し、南北棟のビニルハウス（間口6m、奥行き15m、軒高3.8m）内で育苗した。育苗中の灌水は、1日0～3回、1回当たり30分間鉢底が1cm浸水するように底面給水で行った。第1段花房が開花し始めた10月10日に株間50cmで本圃に定植した。本圃での栽培は、天井に厚さ0.1mmのPOフィルム（スカイコート5、シーアイ化成（株））を被覆し、防草シート（JPシート 白、日祥（株））を敷設した南北棟のビニルハウス（間口6m、奥行き15m、軒高3.8m）で行った。高温期のビニルハウス内の昇温抑制を目的として、ビニルハウス内に遮光率33%の保温兼用の遮光資材（ハーモニー-3345、（株）誠和）、カーテン装置（SHハンディ、（株）誠和）、三相AC200Vモーター（原動機、（株）誠和）および遮光指令装置（日射操作くん、大信産業（株））を設置し、川口ら（2017）の方法に基づき、日射量に応じて遮光資材を自動で開閉した。ビニルハウス内に深さ20、幅27および長さ900cmの溝を掘り、ビニルハウス中央から110および150cmに栽培ベンチを各2本、計4本埋設した。栽培ベンチは、高さ20、幅27および長さ900cmに改良した広島型高設ベンチ（岡田ら、2013；山本ら、2001）とし、マサ土、ピートモス（カナダブランド6cu細粒、三省物産（株））およびパーライト（ネニサンソ1号、三井金属鉱業（株））を容積比でそれぞれ5：4：1に配合して1株当たり12L充填した。整枝法は主枝1本仕立てとし、栽培期間中は、収穫が終了した果房より下の本葉を全て切除した。2018年8月23日に開花花房の上に3葉を残し摘心した。養水分管理は國田ら（2005）の指標に基づき、灌水同時施肥とした。灌水は畝表面か

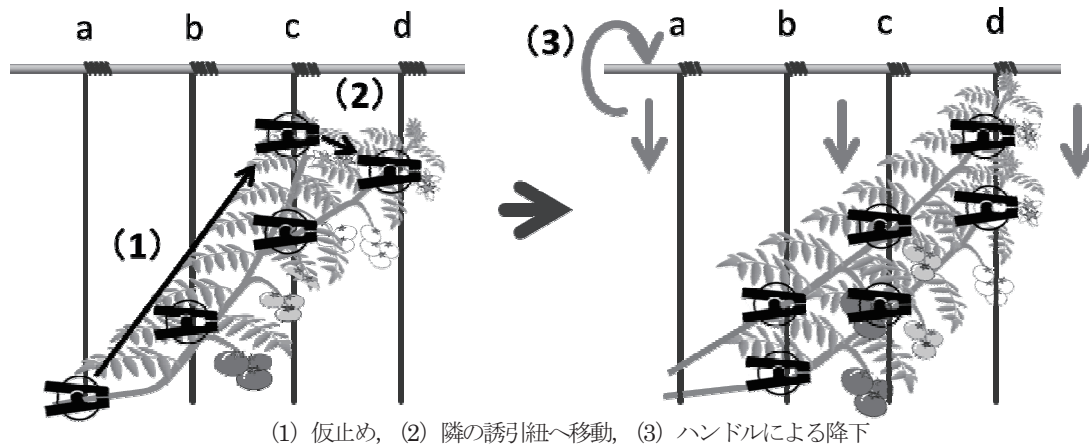


図3 つる下ろし装置区の作業工程

らの深さ10cmの土壌水分張力がpF1.8に達した時に、畝面に敷設した点滴チューブ（ストリームライン80，ネタフィルムジャパン（株））で1株当たり1.0Lとした。1区面積は2.0㎡とし、1区9～10株の1反復とした。着果および果実肥大を促すため、パラクロロフェノキシ酢酸（トマトーン，石原バイオサイエンス（株））およびジベレリン（ジベレリン明治液剤，Meiji Seika ファルマ（株））をそれぞれ15および10ppmに希釈した溶液を、週2回ハンドスプレーを用いて開花した花に0.5ml散布した。1果房当たりの着果数は、着果を確認した後に2～3果に摘果した。4月9日から週2回、白熟期に達した果実を収穫し、重量および障害果の発生状況を調査した。誘引の作業性調査については、作業経験年数が5年以上および1年未満の作業員（以下、作業員AおよびB）の誘引作業をデジタルカメラ（Power shot D30，キヤノン（株））で動画撮影し、作業内容および工程を分類し、各作業時間を計測した。1株当たりの総作業時間は、連続5株の作業時間の平均値とした。9月6日に栽培を打ち切り、地上部の成長量として、茎長、節数、節間長および茎径を調査した。なお、数値の統計処理はt検定を用いて行った。

2. 夏秋栽培における誘引方法が地上部の成長、収量および作業性に及ぼす影響（実験2）

夏秋栽培において、慣行のつる下ろし誘引を行う区（以下、対照区）およびつる下ろし装置を利用したつる下ろし誘引を行う区（以下、つる下ろし装置区）を設け、地上部の成長、収量および誘引にかかる作業時間を比較した。

対照区のつる下ろし誘引は、実験1と同様の方法とした。つる下ろし装置区は、実験1と同様の構造の装置（図2）を用い、5mの誘引紐を40cm間隔で巻きつけた。

2018年5月11日にセル成型苗用培地（与作N-150，ジェイカムアグリ（株））を充填した200穴セルトレーに‘りんか409’（同社）を播種した。5月25日に直径10.5cmポリポットへ鉢上げし、南北棟のビニルハウス（間口6m，奥行き15m，軒高3.8m）内で育苗した。育苗中の灌水は、実験1と同様の方法で行った。第1段花房が開花し始めた6月18日に株間40cmで定植した。本圃での栽培は、天井に厚さ0.1mmのP0フィルム（クリンテートSK，サンテラ（株））を被覆し、防草シート（JPシート 緑，日祥（株））を敷設した南北棟のビニルハウス（間口6m，奥行き15m，軒高3.8m）で行った。高温期のビニルハウス内の昇温抑制を目的として、駆動部は側窓換気用のDC24Vモーター（くるくるAce，（株）誠和），遮光率35%の遮光資材（らくらくスーパーホワイト，日本ワイドクロス（株））を使用し、実験1と同様の方法で日射量に応じて遮光資材を自動で開閉した。栽培ベンチは高さ40，幅35および長さ1050cmに改良した広島型高設ベンチ（岡田ら，2013；山本ら，2001）を使用し、ビニルハウス内の東側半分に130cm間隔で2本配置した。栽培ベンチには、マサ土，パーク堆肥，ピートモスおよびパーライトを容積比でそれぞれ2：1：3：1に配合して1株当たり23L充填した。第13段花房の上に3葉を残し摘心した。1区面積は2.6㎡とし、1区5株の1反復とした。1果房当たりの着果数は、着果を確認した後に3果に摘果した。7月30日から週2～3回、白熟期に達した果実を収穫し、重量，障害果の発生状況および果実糖度を調査した。果実糖度はデジタル屈折糖度計（PR-101，（株）アタゴ）により測定した。誘引の作業性調査については、作業経験年数が1年未満および5年以上の作業員（以下、作業員BおよびC）の誘引作業を実験1と同様に調査した。

誘引作業時に作業員の腕にかかる荷重を評価するため、

9月6日に誘引作業を行う株の重量を測定した。対照区およびつる下ろし装置区において、誘引作業時に主茎を固定していたクリップをはずし、隣の誘引紐へ移動するまでの間、作業者が株を把持している状態を仮定して測定した。デジタル手ばかり（デジタル手ばかり、シンワ測定（株））に誘引紐をつるし、その誘引紐に主茎をクリップで固定した。対照区は2個のクリップ、つる下ろし装置区は最上段のクリップをデジタル手ばかりにつるされた誘引紐に固定し、株が静止した状態で測定した。11月26日に栽培を打ち切った。なお、実験場所、仕立て法、摘葉方法、着果促進処理、施肥、灌水および栽培打ち切り時の成長量の調査方法は実験1と同様とした。

さらに、栽植密度を2050株10a⁻¹として、慣行のつる下ろし誘引の設備およびつる下ろし装置のコストを算出した。

結 果

1. 促成栽培における誘引方法が地上部の成長、収量および作業性に及ぼす影響（実験1）

茎長、節数、節間長および茎径は処理区間で有意な差はみられなかった（表1）。また、つる下ろし装置を利用することによって、果実に損傷を与えることはなかった（データ省略）。

総収量、可販果重量、可販果果実数、可販果1果重、障害果重量および未熟果重量は処理区間で有意な差はみられなかった（表2）。

作業内容については、対照区では、主茎を隣の誘引紐に移動する作業のみで、①上段のクリップを取り外す、②下段のクリップを取り外す、③主茎を降下させながら主茎を隣の紐に移動する、④下段のクリップで固定する、⑤上段のクリップで固定する、の5つの工程で構成された（図1）。1株当たりの総作業時間は作業者AおよびBが、それぞれ29.6および23.6秒であった（表3）。つる下ろし装置区は、（1）伸長する主茎を隣の誘引紐に移動するま

表1 トマトの促成栽培における誘引方法が地上部の成長に及ぼす影響

誘引方法	茎長 ^{a)}	節数 ^{b)}	節間長 ^{c)}	茎径 ^{d)}
	(cm)	(節)	(cm)	(mm)
対照	614	97.2	6.3	15.6
つる下ろし装置	602	94.7	6.4	16.8
有意性	NS ^{e)}	NS	NS	NS

^{a)}子葉節から摘心部位までの長さ

^{b)}子葉節から摘心部位までの節数

^{c)}子葉節から摘心部位までの茎長を節数で除した値

^{d)}第3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27および30段花房直下の茎径の平均値

^{e)}t検定において*は5%、**は1%水準で有意、NSは有意差がないことを示す

表2 トマトの促成栽培における誘引方法が収量に及ぼす影響

誘引方法	総収量 ^{a)}	可販果 ^{b)}			障害果 ^{c)}	未熟果 ^{d)}
		重量	果実数	1果重		
	(kg/株)	(kg/株)	(個/株)	(g/個)	(kg/株)	(kg/株)
対照	12.5	6.6	26.1	251.8	5.6	0.3
つる下ろし装置	12.1	6.2	25.8	234.7	5.7	0.2
有意性	NS ^{e)}	NS	NS	NS	NS	NS

^{a)}可販果、障害果および未熟果の合計重量

^{b)}2S (80~100g) 以上の正常果

^{c)}尻腐れ果、乱形果、チャック果、窓空き果、つやなし果、空洞果および裂果

^{d)}栽培打ち切り時に白熟期に達しなかった果実の重量

^{e)}t検定において*は5%、**は1%水準で有意、NSは有意差がないことを示す

表3 トマトの促成栽培における誘引の作業内容、工程数および作業時間

誘引方法	作業内容	工程	工程数 (工程)	作業時間	
				作業者 A ^{a)} (秒/株)	作業者 B ^{b)} (秒/株)
対照	(1) 隣の誘引紐へ移動	①クリップ上段の取り外し	5	29.6	23.6
		②クリップ下段の取り外し			
		③主茎を隣の誘引紐へ移動			
		④クリップ下段で固定			
		⑤クリップ上段で固定			
つる下ろし装置	(1) 仮止め	①最下段クリップの取り外し	2	15.8	14.2
		②最上段クリップで固定			
	(2) 隣の誘引紐へ移動	①最上段クリップの取り外し	3	46.2	18.0
		②主茎を傾け隣の誘引紐へ移動			
		③最上段クリップで固定			
	(3) ハンドル操作による降下	①ハンドルのストッパーの取り外し	3	2.3 ^{c)}	1.4
②ハンドルの回転					
③ハンドルのストッパーの固定					

^{a)}作業経験年数5年以上

^{b)}作業経験年数1年未満

^{c)}1畝当たり18株を一斉に降下させた作業時間を株数で除した値

表4 トマトの促成栽培における誘引の総作業回数、総工程数および総作業時間

誘引方法	作業者	回数	工程数	総作業時間 ^{a)}
		(回)	(工程)	(秒/株)
対照	A ^{b)}	7	35	207.2
	B ^{c)}	7	35	165.2
つる下ろし装置	A	10	27	195.0
	B	10	27	102.2

^{a)}6~8月の誘引作業

^{b)}作業経験年数5年以上

^{c)}作業経験年数1年未満

で補助的にクリップで固定する作業、(2) 伸ばした主茎を隣の誘引紐に移動する作業、(3) 一定の高さまで伸ばした主茎（地表面から約200cm）を、ハンドルを回転させ主茎を一斉につる下ろす作業、の3種類の作業内容に分類された（図3）。さらに各作業について、(1) の作業は、①最下段のクリップを取り外す、②クリップを茎頂付近で固定する、の2工程、(2) の作業は、①最上段のクリップを取り外す、②主茎を傾けながら隣の誘引紐（図3, d）に移動させる、③クリップを茎頂付近で固定する、の3工程、および(3) の作業は、①つる下ろし装置のハンドルのストッパーを取り外す、②ハンドルを回転させ、茎頂を約40cm一斉に降下させる、③ハンドルをストッパーで固定する、の3工程で構成された。1株当たりの作業時間は、作業者Aでは(1)、(2) および(3) が

それぞれ15.8、46.2および2.3秒、ならびに作業者Bは(1)、(2) および(3) がそれぞれ14.2、18.0および1.4秒であった（表4）。両者ともに、作業時間は(2) が最も長く、(3) が最も短かった。対照区の総作業工程数は35工程であり、1株当たりの総作業時間は、作業者AおよびBが、それぞれ207.2および165.2秒であった（表4）。つる下ろし装置区の総作業工程数は27工程であり、1株当たりの総作業時間は、作業者AおよびBが、それぞれ195.0および102.2秒であった。総作業工程数はつる下ろし装置区が対照区と比較して、少なかった。1株当たりの総作業時間はつる下ろし装置区が対照区と比較して、作業者AおよびBがそれぞれ12.2および63.0秒短かった。

2. 夏秋栽培における誘引方法が地上部の成長、収量および作業性に及ぼす影響（実験2）

茎長および節数はつる下ろし装置区が対照区と比較して、多かった（表5）。節間長および茎径は処理区間で有意な差はみられなかった。

総収量、可販果重量、可販果実数、可販果1果重、障害果重量、未熟果重量および果実糖度は処理区間で有意な差はみられなかった（表6）。

対照区の作業内容および工程数は、実験1と同様であった。1株当たりの作業時間は作業者BおよびCが、それぞれ33.8および25.4秒であった（表7）。つる下ろし装置区の作業内容および工程数は、実験1と同様であった。1株当たりの作業時間は、作業者Bでは(1)、(2) および(3) がそれぞれ12.8、22.6および0.9秒、ならびに作業者Cは

表5 トマトの夏秋栽培における誘引方法が地上部の成長に及ぼす影響

誘引方法	茎長 ^{a)}	節数 ^{b)}	節間長 ^{c)}	茎径 ^{d)}
	(cm)	(節)	(cm)	(mm)
対照	305	45.2	6.8	12.9
つる下ろし装置	333	47.8	7.0	12.6
有意性	** ^{e)}	*	NS	NS

^{a)}子葉節から摘心部位までの高さ

^{b)}子葉節から摘心部位までの節数

^{c)}子葉節から摘心部位までの茎長を節数で除した値

^{d)}第3, 6, 9, 12 および 13 段果花房直下の茎径の平均値

^{e)} 検定において*は5%, **は1%水準で有意, NSは有意差がないことを示す

表6 トマトの夏秋栽培における誘引方法が収量に及ぼす影響

誘引方法	総収量 ^{a)} (kg/株)	可販果 ^{b)}			障害果 ^{c)} (kg/株)	未熟果 ^{d)} (kg/株)	果実糖度 (Brix%)
		重量 (kg/株)	果実数 (果/株)	1果重 (g/果)			
対照	7.3	3.4	19.2	180.1	3.5	0.4	5.6
つる下ろし装置	6.9	2.7	15.6	176.6	3.9	0.4	5.5
有意性	NS ^{e)}	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{a)}可販果, 障害果および未熟果の合計重量

^{b)}2S(80~100g)以上の正常果

^{c)}尻腐れ果, 乱形果, チャック果, 窓空き果, つやなし果, および裂果

^{d)}栽培打ち切り時に白熟期に達しなかった果実の重量

^{e)} 検定において*は5%, **は1%水準で有意, NSは有意差がないことを示す

表7 トマトの夏秋栽培における誘引の作業内容, 工程数および作業時間

誘引方法	作業内容	工程	工程数 (工程)	作業時間	
				作業者B ^{a)} (秒/株)	作業者C ^{b)} (秒/株)
対照	(1)隣の誘引紐へ移動	①クリップ上段の取り外し	5	33.8	25.4
		②クリップ下段の取り外し			
		③主茎を隣の誘引紐へ移動			
		④クリップ下段で固定			
		⑤クリップ上段で固定			
つる下ろし装置	(1)仮止め	①最下段クリップの取り外し	2	12.8	13.2
		②最上段クリップで固定			
	(2)隣の誘引紐へ移動	①最上段クリップの取り外し	3	22.6	21.6
		②主茎を傾け隣の誘引紐へ移動			
(3)ハンドル操作による降下	③最上段クリップで固定	①ハンドルのストッパーの取り外し	3	0.9 ^{c)}	1.2
		②ハンドルの回転			
		③ハンドルのストッパーの固定			

^{a)}作業経験年数1年未満

^{b)}作業経験年数5年以上

^{c)}1畝当たり25株を一斉に降下させた作業時間を株数で除した値

表8 トマトの夏秋栽培における誘引の総作業回数、総工程数および総作業時間

誘引方法	作業者	回数	工程数	総作業時間 ^{a)}
		(回)	(工程)	(秒/株)
対照	B ^{b)}	7	35	236.6
	C ^{c)}	7	35	177.8
つる下ろし装置	B	11	27	134.5
	C	11	27	134.4

^{a)}7~9月の誘引作業

^{b)}作業経験年数1年未満

^{c)}作業経験年数5年以上

表9 トマトの誘引方法が誘引作業時の腕にかかる荷重に及ぼす影響

誘引方法	荷重
	(kg/株)
対照	1.47
つる下ろし装置	0.04
有意性	** ^{d)}

^{d)}t検定において*は5%、**は1%水準で有意、NSは有意差がないことを示す

(1), (2) および (3) がそれぞれ13.2, 21.6および1.2秒であった。両者ともに、作業に要した時間は(2)が最も長く、(3)が最も短かった。対照区の作業工程数は計35工程であり、1株当たりの総作業時間は、作業BおよびCが、それぞれ236.6および177.8秒であった(表8)。つる下ろし装置区の作業工程数は計27工程であり、1株当たりの総作業時間は、作業BおよびCがそれぞれ134.5および134.4秒であった。総作業工程数はつる下ろし装置区が対照区と比較して、少なかった。1株当たりの総作業時間はつる下ろし装置区が対照区と比較して、作業BおよびCが、102.1および43.4秒短かった。

誘引作業時の腕にかかる荷重はつる下ろし装置区が対照区と比較して、有意に小さかった(表9)。

つる下ろし誘引の設備のコストは、栽植密度を2050株10a⁻¹とした場合、10a当たり総額で32.2万円と試算された。また、つる下ろし装置のコストは、10a当たり装置本体(図2, a, b)が28.6万円、装置の支持部(図2, c)が13.8万円、総額で42.4万円と試算された。

考 察

誘引方法による地上部の成長への影響については、促成栽培では有意な差はみられなかったが、夏秋栽培ではつる下ろし装置区の茎長が対照区と比較して大きかった

(表1, 5)。高尾ら(1987)は、斜め誘引法は葉が重なり、受光量が減少しやすく、品質が低下すると指摘している。本実験において、対照区では株が直立の状態ですり引されるのに対し、つる下ろし装置区は斜めに誘引されていたため、つる下ろし装置では群落内の受光量が減少し、徒長傾向となり、茎長が大きくなったと推察された。また、夏秋栽培ではつる下ろし装置区の節数が対照区と比較して多かった。節数の増加は成長量の増加ではなく、成長速度に寄与するものであり、誘引方法が成長速度に及ぼす影響については、今後さらなる検討が必要である。

収量については、促成および夏秋栽培いずれも有意な差はみられなかった(表2, 6)。このことから、つる下ろし装置の利用は、収量に影響を及ぼさないと考えられた。

誘引の作業時間については、実験1においてつる下ろし装置を利用することにより削減できた(表4)。促成栽培において、つる下ろし装置区の総作業時間は、作業Bでは62%に短縮された。しかし、作業Aでは誘引方法による総作業時間の大きな差はみられなかった。このことは、作業Aが作業Bと比較して、作業(2)に大幅な時間を要しており、主茎を傾ける際に折損を防ぐため、丁寧に作業を行ったためと考えられた。

誘引の作業性については、実験1において、つる下ろし装置区で2つの問題点を抽出した。1点目は、誘引紐の間隔が広いと隣の誘引紐(図3, c→d)に株の移動が困難であった(図3, (2))。主茎を隣の誘引紐に移動するためには、主茎の伸長量が誘引紐の間隔の2倍以上必要であった。従って、実験1では誘引紐の間隔が50cmであったため、主茎を隣の誘引紐に移動するには主茎の伸長量は100cm以上必要であった。また、100cm以上の主茎を誘引紐に垂直に固定するためのクリップの間隔は約40cmが適正であった。このため、隣の誘引紐に主茎を移動するまで、主茎の折損を防ぐためのクリップを1株当たり2個追加する必要があると考えられた。これらの対策として、誘引紐の間隔を狭めることが有効と考え、実験途中で誘引紐を追加し、誘引紐の間隔を50cmから25cmとした。これにより、主茎を隣の誘引紐に移動する際に扱うクリップは1個に削減された。2点目は、隣り合う2本の誘引紐の間に位置する収穫直前の果実の果重が負荷となり、主茎のクリップを固定した部分の折損がみられた(図4)。折損しやすい条件として、誘引する主茎の地表面に対する角度が水平に近い、または、誘引紐の間隔が広いことが考えられた。これらの対策として、主茎を斜めに誘引する際、地表面に対する角度が45度以上になるようにし、か



図4 果実の果重の負荷により生じた茎の折損

つる下ろし装置の間隔を50cmより狭めることが有効と考えられた。そこで、実験2において、株および誘引紐の間隔を40cmとして検証を行った。その結果、実験2では、隣の誘引紐への主茎の移動および果重の負荷による主茎の折損は解消された。つる下ろし装置を利用する栽培に適した株間および誘引紐の間隔は40cm以下であると判断した。

また、実験2においても、つる下ろし装置の利用による作業時間の削減がみられた。つる下ろし装置区の総作業時間は、対照区と比較して作業員BおよびCでそれぞれ57および76%に削減できた(表8)。その要因として、対照区では、主茎を固定しているクリップ2個を取り外す必要があるのに対して、つる下ろし装置区では、1個、あるいは取り外す必要がないため、クリップを取り外す作業工程数が削減されたと考えられた。また、つる下ろし装置区の総作業時間は作業員の経験年数に関わらず同等であった。従って、つる下ろし装置の利用は新規就農者、熟練者等の作業の習熟度の違いに関わらず、つる下ろし作業時間の削減が可能となると考えられた。

さらに、誘引作業時の腕にかかる荷重は、つる下ろし装置区が対照区と比較して、小さかった(表9)。このことは対照区では、主茎を固定しているクリップを全て外して、主茎を隣の誘引紐に移動するまでの間、株の全重量を片腕で支える必要があった。これに対して、つる下ろし装置区では、主茎を固定しているクリップ全てを取り外し、株の全重量を片腕で支える必要がなく、作業負担の削減に寄与したと考えられた。

なお、本装置の償却期間を3年とした場合、導入コストは促成および夏秋栽培の年間売上高のそれぞれ2.4および3.9%となった(広島県農林水産局, 2015b)。また、本装置は入手が容易な市販部品のみで構成され、構造も簡素で自家施工が可能であることから、既存の施設への

導入が容易であると考えられた。

摘 要

トマト栽培において多大な時間と労力を要する誘引作業の省力化のため、安価な部材からなる自家施工が可能となるつる下ろし装置を用いた誘引が慣行のつる下ろし誘引と比較して、トマトの地上部の成長、収量および誘引の作業性に及ぼす影響を検討した。その結果、成長については、つる下ろし装置を用いた誘引の栽培では、慣行のつる下ろし誘引と比較して、促成栽培では差がなかったが、夏秋栽培では受光量の違いによるものと推察される茎長の増加がみられた。収量については、差がみられなかった。作業性については、誘引の作業時間は慣行と比較して、57~76%に削減できた。さらに、作業時の腕にかかる荷重も軽減され、本実験で用いたつる下ろし装置による省力効果が認められた。

引用文献

- 青木宏史. 1997. つる下ろし整枝法. 農業技術大系野菜編2. 農文協. 基485-486.
- 広島県農林水産局. 2015a. 「2020広島県農林水産業チャレンジプランアクションプログラム」策定について. 広島県. <<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/79/nourinnsuisangyouapap.html>>. 2019年6月20日参照.
- 広島県農林水産局. 2015b. pp.135-142. 農業経営指標. 広島県.
- 金井幸男・阿部晴夫・飯塚浩・清水穂. 2001. 群馬園試型ハイワイヤー誘引システムの開発による施設トマトの省力軽作業化. 群馬園試研報. 6:1-6.
- 川口岳芳・上藤満宏・伊藤榮治. 2017. ハウス栽培制御装置及び方法. 特許第6252959号.
- 窪田正昭. 2014. 数日間の作業がわずか30分 トマトの吊り下ろし誘引. 現代農業. 農文協. 5:170-172.
- 國田 丙午・宮地勝正・伊藤純樹. 2005. 養液土耕栽培における夏秋トマトの窒素の栄養と土壌診断に基づいた養水分管理法. 広島農技セ研報. 76:75-84.
- 黒崎秀仁・大森弘美・河野真人・畠山敏夫. 2012. 植物栽培用誘引装置. 特許第4900774号.
- 岡田牧恵・房尾一宏・川口岳芳・山本真之. 2013. 夏秋トマト低段密植栽培における栽植密度、作型、収穫果房数および培地量が生長と収量に及ぼす影響. 広島農技セ研報. 89:9-17.

高尾宗明・田中幸考・林三徳. 1987. 促成トマトの接ぎ木栽培に関する研究. 第2報 整枝・誘引法について. 福岡農総試研報. B-6: 45-50.

山本哲靖・房尾一宏・岡田牧恵. 2001. 簡易で安価なイチゴの本圃高設栽培技術. 第33回広島農技セ成果発表会要旨集. 73-78.

Effect of the new training system on growth, yield and workability in forcing and summer-autumn tomato cultivation.

Yuta NAKASHIMA, Mitsuhiro UEFUJI, Takeyoshi KAWAGUCHI and Eiji ITO

Summary

To improve efficiency of the tomato training system which is labor intensive and time consuming, this study investigated the effect of the new training system utilizing apparatus configured with inexpensive parts on growth, yield and workability, compared with the conventional training method. Consequently, on forcing tomato growth, there were no significant differences between the new training system and the conventional training method. On the other hand, the new training system significantly increased stem length, due to interception of radiation in summer-autumn cultivation. Moreover, there were no significant difference on yield, between the new training system and the conventional training method. In addition, the new training system improved workability by reducing training time to 57-76%, in comparison with the conventional training time. Also, the new training system was considered labor-saving since arm muscle loads were considerably alleviated by the new training system.

Key words : labor-saving, wire-training, working hours