

省力樹形 樹種別栽培事例集



A I (機械化樹形) コンソーシアム
農研機構果樹茶業研究部門 編

はじめに

現在、日本の果樹生産者の年齢構成は 60 歳代が最多となっており、今後さらなる高齢化や人手不足が危惧されています。このような状況を打破するため、少ない人手で産地を維持・発展可能な画期的な省力生産技術、また、若い生産者の関心を引く魅力ある果樹生産技術の開発が強く求められています。

そのためには、作業の機械化が必須となりますが、果樹は樹形が立体的（3次元）で複雑であり、受粉、摘果、収穫、整枝・せん定など多くの作業が手作業に頼らざるを得ないことから、機械化が非常に遅れているのが現状です。

しかし、近年は自動車の自動走行や各種ロボット、AI 技術の開発と低価格化など関連技術の進歩が著しく、果実収穫といった複雑な作業でも革新的技術を取り入れた機械開発の可能性が見えてきました。

そこで、農研機構が代表を務める AI（機械化樹形）コンソーシアムでは、「革新的技術開発・緊急展開事業（先導プロジェクト：平成 28 年度）（人工知能未来農業創造プロジェクト：平成 29～令和 2 年度）」において、（1）樹形を可能な限り平面（2次元）に近づける列状密植樹形の開発、（2）省力樹形を前提に様々な作業に利用できる自動走行車両、自動薬剤散布システム、自動草刈りシステム、さらに収穫ロボットの開発、を両輪として研究を進めてきました（p.1）。

本栽培事例集では、プロジェクト研究で開発した省力樹形の導入法や効果、導入経費などを取りまとめました。省力樹形では、開発機械が利用しやすくなるとともに、人手による従来の管理作業も省力的に実施可能です。一方、開発機械はまだ市販化されておらず、研究成果の紹介としています。

省力樹形の普及拡大とともに、将来的には開発機械の市販化と利用などにより、果樹産地の維持・発展が図られることを期待しています。

AI（機械化樹形）コンソーシアム研究代表

農研機構果樹茶業研究部門生産・流通研究領域長

草場 新之助

令和 3 年 3 月

免責事項

- A I（機械化樹形）コンソーシアム構成員は、利用者が本事例集に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手順書に記載された栽培特性は試験地における例であり、地域や気候条件等より変動することにご留意ください。本事例集に記載の技術の利用により、この通りの効果が得られることを保証したものではありません。

目 次

プロジェクト研究紹介

【研究概要】 果実生産の大幅な省力化に向けた作業用機械の 自動化・ロボット化と機械化樹形の開発	-----	1
【研究成果】 果樹園自動走行車両の開発と薬剤散布、草刈自動化	-----	2
【研究成果】 果実収穫ロボットプロトタイプの開発	-----	3
AI（機械化樹形）コンソーシアム 構成員一覧	-----	4

栽培事例集

(ウンシュウミカン) 双幹形仕立て	-----	5
【コラム】 自動化機械適性と省力効果	-----	11
(中晩生かんきつ) 双幹形への樹形改造	-----	12
【コラム】 かんきつの樹形改造と植調剤・着果負担による長大枝抑制	-----	18
(リンゴ) ジョイントV字トレリス樹形	-----	19
(リンゴ) トールスピンドルシステム	-----	26
(リンゴ) 同一樹種による異なる機械化樹形の適用場面	-----	35
(ニホンナシ) ジョイントV字トレリス樹形	-----	36
【コラム】 自動化栽培活用による省力効果	-----	44
【コラム】 機械化樹形における果樹棚（支柱）の設置	-----	45
(セイウナシ) 「ルレクチェ」ジョイントV字トレリス樹形	-----	46
(ブドウ) Y字樹形	-----	54
【コラム】 新梢管理装置の開発	-----	60
(カキ) ジョイントV字トレリス樹形	-----	61
(カキ) わい性台木主幹形仕立て	-----	69
(カキ) 同一樹種による異なる機械化樹形の適用場面	-----	78
(オウトウ) ジョイントV字トレリス樹形	-----	79
(モモ) ジョイントV字トレリス樹形	-----	85
(モモ) V字仕立て（高樹高）	-----	91
(モモ) 同一樹種による異なる機械化樹形の適用場面	-----	97
(クリ) 超低樹高Y字樹形	-----	98
【コラム】 クリの大規模栽培の可能性	-----	104
執筆機関一覧・問い合わせ先	-----	105

「革新的技術開発・緊急展開事業（うち人工知能未来農業創造プロジェクト）」

果実生産の大幅な省力化に向けた作業用機械の 自動化・ロボット化と機械化樹形の開発

機械化樹形による省力栽培体系と樹種共通で使用できる自動走行車両・収穫ロボットを開発する

1. 機械化樹形による生産システムの開発

双幹形、Y字形
カンキツ



主幹形
リンゴ、カキ



ジョイントV字樹形
モモ、オウトウ、ナシ、
リンゴ、セイウナシ、カキ



V字形
ブドウ、モモ



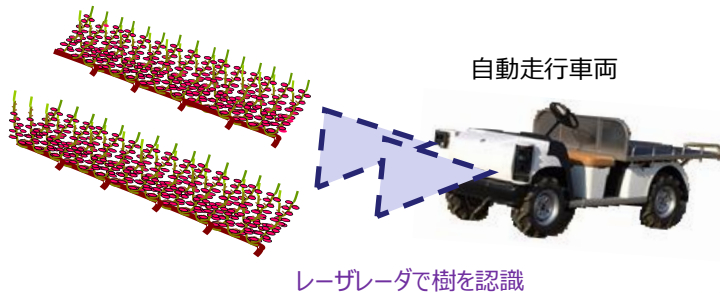
超低樹高栽培
クリ



2. 果樹園用機械の開発

自動走行防除・草刈機 自動走行車両の開発

レーザーレーダで樹を認識し、自動走行可能な自動走行車両と、
けん引型草刈機 および けん引型薬剤散布機の開発



自動収穫ロボットの開発

自動走行車両に搭載し、ナシ、リンゴ、セイウナシの
ジョイントV字樹形や低樹高V字樹形の果実を収穫
するロボットの開発



3. 省力大規模生産体系の経営評価

開発技術導入対象となる果樹担い手経営体像の解明
開発技術導入による経営効果の評価と導入条件の解明

システム化しやすい平面的な新樹形と樹種共通で使用できる
自動走行車両、収穫ロボットにより
労働時間を30%以上削減

果樹園自動走行車両の開発と薬剤散布、草刈自動化

列状密植の機械化樹形をターゲットとし、レーザレーダによる自己位置推定と列推定を切替えながら圃場内を巡回させる自動走行技術と、当該技術を市販のゴルフカートに搭載した自動走行車両を開発しました。また、その車両に牽引させ、自動でコック操作等が可能な散布機と、ナイフ操作が可能な草刈機を開発するとともに、それらの自動作業設定を行うためのアプリケーションを開発しました。さらに、ディープラーニングとLiDAR等から得られる距離情報を用いることによって、樹体そのものを認識し、より高精度な自律走行が可能となるアルゴリズムを開発しました。

防除作業の自動化、および除草作業の無人化により、目標とする作業時間短縮を可能にするとともに、軽労化や、薬剤被爆被害、運転操作ミスによる転倒事故被害の軽減が可能となります。また量産されている車両やコンポーネントをベースに開発したことで、短期間で目標コストでの実用化が可能です。



自動走行車と作業設定アプリケーション



牽引散布機および草刈機

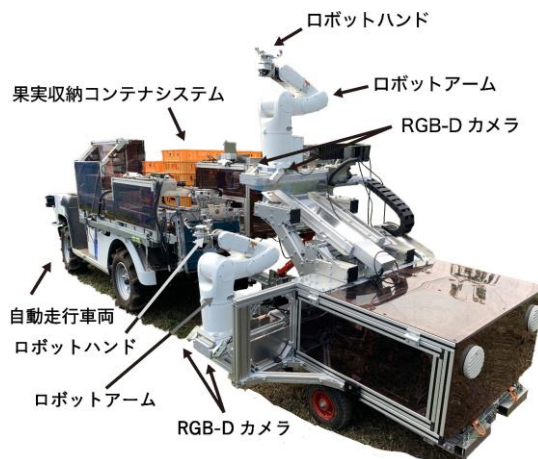
果実収穫ロボットプロトタイプの開発

自動走行車両に牽引されながら、2本のアームにより果実の自動収穫を行います。収穫した果実は車両の荷台に設置した果実収納コンテナシステムに送られ、果実収納コンテナシステムでは、コンテナに果実が一杯になると、空コンテナと自動で交換しながら自動収穫を続けます。ほぼ、人による収穫と同じ速度で収穫が可能です。

ジョイントV字樹形等のリンゴ、ナシ、セイヨウナシに利用可能です。また価格に関しては、現状では350万円以下にはなりません。特に費用がかかっているアームを多用途に利用可能なように展開することで価格低減を図ることが出来ると考えています。



収穫中の収穫ロボット



収穫ロボットの概要

AI（機械化樹形）コンソーシアム 構成員一覧

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門

国立大学法人 名古屋大学

国立大学法人 弘前大学

学校法人立命館 立命館大学

ヤマハ発動機株式会社

株式会社 オーレック

株式会社 デンソー

株式会社 農林中金総合研究所

宮城県農業・園芸総合研究所

福島県農業総合センター果樹研究所

茨城県農業総合センター園芸研究所

群馬県農業技術センター

神奈川県農業技術センター

新潟県農業総合研究所園芸研究センター

長野県果樹試験場

静岡県農林技術研究所果樹研究センター

愛媛県農林水産研究所果樹研究センター

福岡県農林業総合試験場

佐賀県果樹試験場

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究部門

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センター

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構西日本農業研究センター

**省力樹形
栽培事例集**

樹形の概要



双幹形2年生大苗(定植時)



双幹形9年生

ウンシュウミカンの双幹形仕立ては植栽時から主枝を2本に仕立てる樹形です。従来の開心自然形と比較して、骨格が明確で樹を平面的に維持できることから作業性が良い樹形です。

双幹形大苗の導入や密植により、早期成園化も期待されます。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ 双幹形仕立ての特徴・主要成果
- ・ 栽培の基本
- ・ 年間労働時間の削減と経営試算
- ・ 機械化樹形の具体的な効果

「(ウンシュウミカン) 双幹形仕立て」

樹形の特徴・主要成果

早期多収

定植2～3年目に着果開始

定植8年目までの累積収量 21 t /10aと慣行比 +12% (極早生)

樹形による省力化

年間作業時間 慣行比12%削減

樹列に対して平行に作業ができる

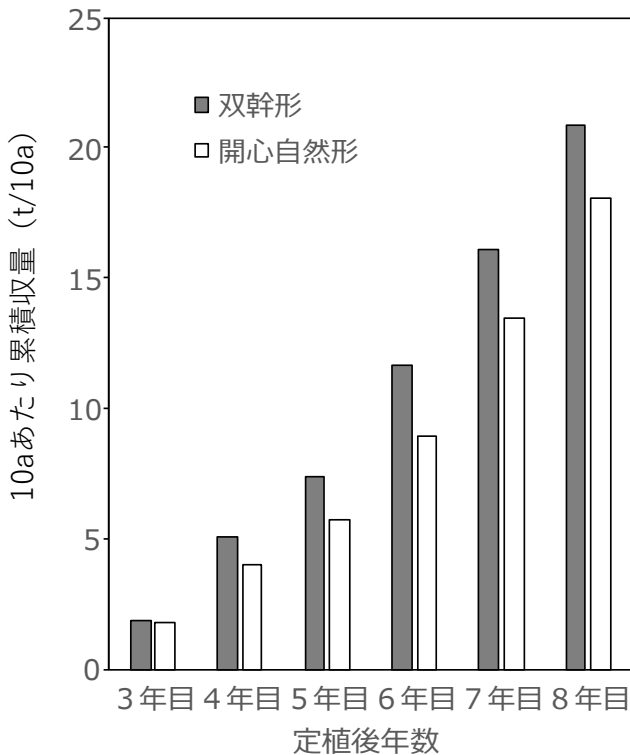
樹が平面で奥行がないため果実や枝に手が届き作業性が良い

樹形をコンパクトに維持

樹幅を小さく維持することで、密植による早期多収が可能

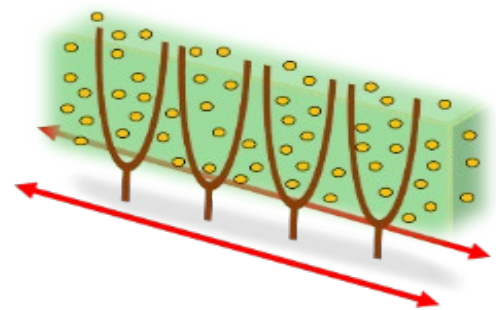
防除効率の向上

樹冠内に薬液が到達しやすく、防除効率が良い

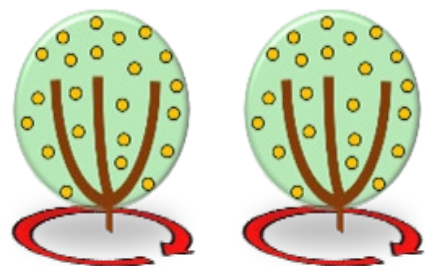


※双幹形は125樹/10a、開心自然形は111樹/10aとして試算

双幹形の収量の推移



双幹形の作業動線



開心自然形の作業動線

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

苗木の調達（注意点）

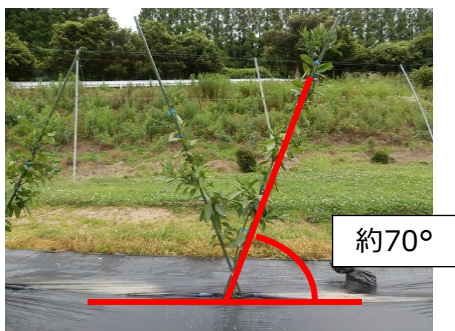
- ・ 2年生の大苗が望ましい
- ・ 2年生双幹苗は樹高が高く、慣行の2年生大苗より早期多収が期待（開発中）

圃場の整備（支持施設）

- ・ 主枝誘引のための支柱（高さ2m程度）を1樹あたり2本使用する
- ・ 主枝を列方向（畝に平行）に誘引することで列間は慣行よりも狭くすることができる

植栽方法

- ・ 植栽距離（2m×4m、125本/10a）
- ・ 2本の主枝を畝に平行方向に誘引する
- ・ 地面と主枝との角度を約70°とする



②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

- ・ 主枝と競合する枝は切除する
- ・ 主枝を育成する定植後1～2年は競合する芽は全て取り除く
- ・ 主枝先端の芽は予備のために2芽伸ばし、緑化後に1本に整理する
- ・ 主枝は随時テープナーやひもで支柱に誘引する
- ・ 主枝先端は花芽抑制するために、前年の冬期にジベレリンの散布を行う
- ・ 主枝伸長時は、アゲハ類、アブラムシ、ハモグリガに食害されやすいため随時防除を行う
- ・ 樹高が目標の2mに近づいたら主枝から発生した落ち着いた枝を側枝として残す



③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

定植後1～2年目は着果させずに樹体の育成を行う

目標収量は、葉数に応じて決定する

定植3年目 2 t/10a

定植4年目 3 t/10a

定植5年目以降 4 t/10a

着果管理について

葉果比の基準は慣行と同等とし、樹勢に応じて加減する

④せん定管理

冬季せん定

目的
時期
除去する枝

樹形の維持と側枝の更新
厳寒期後（慣行と同時期）
主枝から発生した徒長枝
主枝と競合する側枝
樹高2 m以上の枝
基部が太い側枝（主枝の太さの1/2以上）
込み合う部分

切返しと誘引

主枝先端は2 m程度で切り返す
主枝先端部分が弱り近くに側枝に更新できる枝がある場合は入れ替える
長くなった側枝は切り返し、主枝から70cm程度に維持する



内向枝、徒長枝は切除



太い側枝は更新



元の主枝

主枝が弱くなった場合、強い側枝に主枝を更新する



基部より発生した強勢な側枝、通路方向に伸びる側枝は更新する

年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間の慣行樹形との比較

ウンシュウミカンの省力化試算（新樹形+自動走行車等）

ウンシュウミカン	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形+機械 労働時間(h)	樹形+機械 削減率(%)
年間作業合計	172.7	151.9	12.0	120.3	30.3
整枝・せん定	36.0	24.8	31.0	22.0 (注)	39.0 (注)
施肥	9.3	9.3	0.0	3.7 (注)	60.0 (注)
除草・除草剤散布	6.0	6.0	0.0	1.4 (注)	76.0 (注)
摘蕾・摘果	39.0	32.8	16.0	32.8	16.0
病虫害防除	4.5	4.5	0.0	1.9 (注)	58.0 (注)
マルチ設置・除去	26.0	26.0	0.0	11.4 (注)	56.0 (注)
収穫調製出荷	51.9	48.5	7.0	47.1 (注)	9.0 (注)

(注)自動走行車を利用した場合の労働時間および削減率を記載

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支(10aあたり)）

ウンシュウミカン 双幹形

(福岡県 作成)

年次	支出			収入				
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要	
1年目	肥料費、農薬費、資材費他		651,260	0		0		
	(内訳)	支柱	325,000					2本/樹
	種苗費	250,000	125本/10a双幹大苗使用					
	肥料費	11,220						
	農薬費	28,840						
	諸材料	14,950						
	小農具	1,250						
	その他	20,000						
2年目	肥料費、農薬費、資材費他		152,000	0		0		
3年目	肥料費、農薬費、資材費他		442,000	2,000	280	560,000		
4年目	肥料費、農薬費、資材費他		442,000	3,000	280	840,000		
5年目	肥料費、農薬費、資材費他		442,000	3,000	280	840,000		
6年目	肥料費、農薬費、資材費他		442,000	4,000	280	1,120,000		
累計		2,571,260		12,000		3,360,000		

z 双幹大苗は販売未定のため2000円/樹で試算

y 試験結果に基づく試算

x 福岡県果樹振興計画に基づく単価（暫定値）

機械化樹形の具体的な効果

①作業の省力化（H30～R2年平均）

- ・着果管理、枝梢管理の各作業において、慣行樹形に対して作業時間が削減されます
- ・省力効果が特に大きいのは摘果、収穫、せん定です
- ・双幹形は樹形の奥行がないため、手が届きやすく作業効率が高い
- ・せん定作業は、結実までに主枝が完成しており、主枝育成にかかる時間がほぼありません
- ・せん定作業は、骨格が明確であるため考える時間が少なくなります

「早味かん」双幹形の作業時間（H30～R2）

樹形	作業時間（時間/10a）		
	摘果	収穫	せん定
双幹形	21.1	45.0	17.6
開心自然形	25.3	53.1	29.8
削減率（%）	16.7	15.2	40.9

②早期多収と果実品質

- ・双幹形は125樹/10a、開心自然形は111樹/10aで植栽
- ・結実初期は双幹形の方が収量が多く、累積収量も双幹形の方が多くなります
- ・開心自然形の収量は徐々に増加し、定植7年目頃から両樹形の収量は同等となります

「早味かん」双幹形の累積収量

樹形	累積収量(t/10a)					
	定植3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
双幹形	1.9	5.0	7.4	11.6	16.1	20.9
開心自然形	1.7	4.0	5.7	8.9	13.4	18.1

- ・樹形による品質の差はほとんどありません

「早味かん」双幹形の果実品質（R2）

樹形	着色歩合 (0-10分)	果皮色 (カラーチャート)	浮皮 (0-2)	横径 (mm)	果重 (g)	糖度 (%)	クエン酸濃度 (%)
双幹形	6.5	3.9	0.1	58.3	86.1	9.9	0.93
開心自然形	5.9	3.5	0.0	57.6	86.7	10.1	0.80

自動化機械適性と省力効果

A1プロジェクトでは、機械化樹形で適用可能ないくつかの機械を開発しました。それらの機械、ロボットを利用した場合、以下のような省力効果が認められました。ただし、各機械の市販化は現時点では未定です。



自動走行車による運搬車としての活用（収穫・せん定・資材運搬等）

自動走行車（機械）を収穫コンテナ、せん定枝、各種資材の運搬作業などの人による管理作業の支援に用いることができます。

自動防除機により防除作業は58%、自動草刈機により除草作業は76%の作業時間の削減が期待されます。



自動防除機による薬液散布



自動草刈機による下草管理

福岡県農林業総合試験場

「(中晩生かんきつ) 双幹形への樹形改造」

愛媛県農林水産研究所果樹研究センター

樹形の概要



樹形改造 5 年目

成木の中晩生かんきつの主枝を 1 本切除して双幹形へと改造を行います。従来の開心自然形と比較して、樹冠内部まで陽が入るようになり樹冠内部にも果実を着果させることが出来るようになります。また、樹幅が約半分になるため収穫等の作業性が良くなり、収穫量も翌年には従来と同程度に回復します。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ 双幹形への樹形改造の特徴、主要成果
- ・ 栽培の基本
- ・ 年間労働時間の削減と経営試算
- ・ 機械化樹形の具体的な効果

「(中晩生かんきつ) 双幹形への樹形改造」

樹形の特徴・主要成果

多収性

樹形改造当初は収量が減少するが、翌年には元の収量と同程度に戻ります。

樹形による省力化

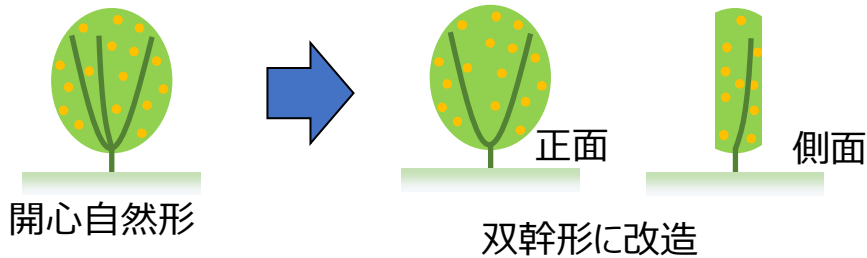
年間作業時間が慣行比38.4%の削減になります。

樹幅が短くなるため果実や枝に手が届きやすく作業性が良くなります。

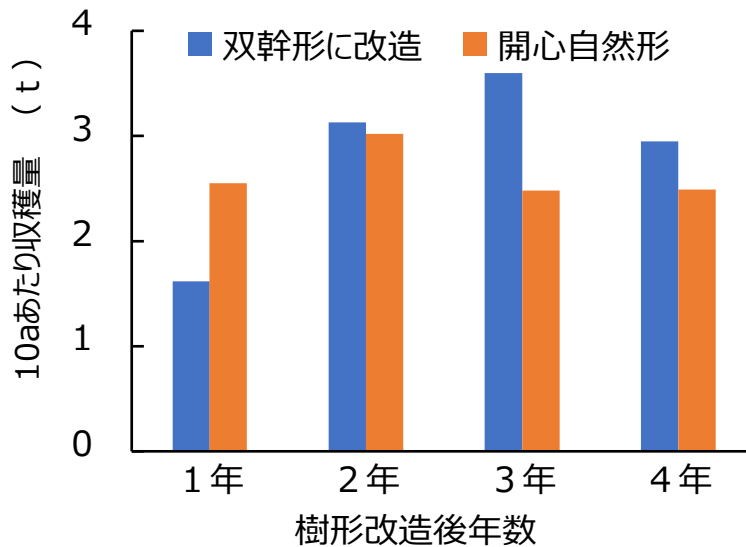
運搬車等がほ場内に入るため運搬作業が楽になります。

防除効率の向上

樹冠内に薬液が到達しやすく、防除効果が高く作業も早くなります。



開心自然形から双幹形への樹形改造



樹形改造後の収量の推移

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

- ・開心自然形から通路側にある主枝1本を切除し、主幹部から通路側にはみ出している側枝等も切除。



成木の樹形改造

②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

- ・主枝を除く強せん定を行うため、長大な新梢が発生する場合がありますが、植物調整剤を散布することでその発生を抑制。
- ・ミカンハモグリガによる新葉の食害は、かいよう病の発生を助長する可能性があるので注意します。
- ・主枝先端の徒長枝、主枝競合枝、内向枝、樹冠内部の太い立枝を切除し、樹形の調整や受光環境の改善を図ります。



③成園化までの目標収量と着果管理

樹形改造後年数と目標収量

	不知火	せとか
改造後1年目	2.0t/10a	1.5t/10a
改造後2年目	2.5t/10a	3.0t/10a
改造後3年目	4.0t/10a	3.5t/10a

着果管理について

それぞれの品種にあった摘果時期、摘果量で行います。着花が多いの場合は植物調整剤を有効に利用して省力化を図ります。



④せん定管理

- ・ 樹形改造では各品種にあったせん定を行うが、通路側にはみ出してきた枝は切除します。
- ・ 主枝の切り下げは内向きの枝を残して切除します。また、立枝、下垂枝、弱小枝は切除して樹の若返りを図ります。
- ・ 前年着果量が多く着花が心配な場合は、出蕾後にせん定を行うようにします。



通路側にはみ出た
枝は切除

年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間の慣行樹形との比較

中晩性カンキツの省力化試算（新樹形+植調剤+自動走行車等）

「不知火」	慣行樹形	機械化樹形 +植調剤	機械化樹形 +植調剤	樹形+植調剤 +機械	樹形+植調剤 +機械
	労働時間(h)	労働時間(h)	削減率(%)	労働時間(h)	削減率(%)
年間作業合計	268.0	206.0	23.1	178.5	33.4
基肥	5.0	5.0	0.0	5.0	0.0
整枝・せん定	40.0	27.0	32.5	27.0	32.5
追肥	10.0	10.0	0.0	10.0	0.0
除草・防除	29.0	26.0	10.3	1.5(注)	94.8(注)
摘果	40.0	10.0	75.0	10.0	75.0
袋掛け	64.0	58.0	9.4	58.0	9.4
収穫・調整・出荷	80.0	70.0	12.5	67.0(注)	16.3(注)

(注)自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間及び削減率を記載

「せとか」	慣行樹形	機械化樹形 +植調剤	機械化樹形 +植調剤	樹形+植調剤 +機械	樹形+植調剤 +機械
	労働時間(h)	労働時間(h)	削減率(%)	労働時間(h)	削減率(%)
年間作業合計	269.0	210.0	21.9	176.4	34.4
基肥	5.0	5.0	0.0	5.0	0.0
整枝・せん定	35.0	30.0	14.3	30.0	14.3
追肥	4.0	4.0	0.0	4.0	0.0
除草・防除	29.0	25.0	13.8	1.4(注)	95.2(注)
摘果	40.0	11.0	72.5	11.0	72.5
袋掛け	76.0	65.0	14.5	65.0	14.5
収穫・調整・出荷	80.0	70.0	12.5	60.0(注)	25.0(注)

(注)自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間及び削減率を記載

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支(10aあたり)）

「不知火」 樹形改造

(愛媛県作成)

年次	支出			収入			
	項目	金額 (円)	摘要	収量 ^Y (kg/10a)	単価 ^Z (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	475,691		2,110	333	702,630	
	(内訳) 肥料費	66,237					
	農薬費	31,940					
	諸材料費	34,605					
	光熱水費	3,008					
	販売経費	214,620					
	その他	125,281					
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	478,674	肥料、農薬等	2,500	333	832,500	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	480,905	肥料、農薬等	2,800	333	932,400	
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	485,368	肥料、農薬等	2,900	333	965,700	
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	485,368	肥料、農薬等	2,900	333	965,700	
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	485,368	肥料、農薬等	2,900	333	965,700	
累計		2,891,374		16,110		5,364,630	

^Z 試験結果に基づき試算

^Y 愛媛県標準の販売価格

機械化樹形の具体的な効果

① 植物調整剤利用

植物調整剤散布による新梢の伸長抑制効果(高接ぎ18年生「せとか」)

樹形改造方法	せん除 程度	植物 調整剤	春枝 (%)			夏枝 (%)			秋枝 (%)		
			~10	10~30	30~	~10	10~30	30~	~10	10~30	30~
開心形→双幹形	強	散布	3	90	7	10	66	25	17	83	0
		無処理	0	44	56	3	51	47	10	61	29
開心形→双幹形	弱	散布	0	81	19	9	57	34	100	0	0
		無処理	4	63	33	3	54	43	0	38	62
無	慣行	散布	0	36	64	8	62	30	0	100	0
		無処理	0	46	55	3	54	43	63	38	0

植物調整剤利用と摘果数、摘果時間

品種	摘果剤	樹形改造方法	1樹あたり 摘果数(個)	10aあたり 摘果時間(分)
せとか	散布	開心形→双幹形	25	307
		無	15	280
(高接ぎ18年生)	無散布	開心形→双幹形	69	512
		無	91	667

- ・ 2019年6月10日にターム水和剤1,500倍を散布
- ・ 30cmを超える長大な新梢の発生を抑制することができます。
- ・ 摘果剤としても併用できるため、摘果作業の省力化にもつながります。

② 樹形改造後の収穫量

「せとか」の樹形改造後の収穫量の推移

品 種	改造方法	収穫量(kg/10a)			
		H28	H29	H30	R1
せとか	開心形→双幹形	1,620	3,130	3,600	2,950
	無	2,550	3,020	3,480	2,490

- ・ 100本/10aで植栽
- ・ 強せん定を行うと樹形改造当年の収穫量は減少するが、すぐに開心自然形と同等以上の収穫量となります。

③ 果実品質

「不知火」「せとか」の果実品質(2019年)

品種	改造方法	せん定 強度	果実の横径(mm)		糖度(°Brix)		クエン酸(g/100ml)	
			7月10日	12月19日	9月6日	1月14日	9月6日	1月14日
不知火 (19年生)	開心形→双幹形	強	28.4	81.6	7.4	12.4	5.39	1.21
	開心形→双幹形	弱	25.9	82.6	8.0	12.6	2.80	1.35
	無	慣行	26.9	83.0	8.4	13.1	3.60	1.84
せとか (18年生)	開心形→双幹形	強	22.2	76.2	7.4	13.2	4.92	1.58
	開心形→双幹形	弱	20.7	75.8	7.2	12.2	5.05	1.71
	無	慣行	21.0	79.3	6.8	12.1	4.87	1.47

- ・ 樹形改造が果実品質に及ぼす影響は明らかではありません。

カンキツの樹形改造と植調剤・着果負担による長大枝抑制

A Iプロジェクトで開発した機械化樹形は、一般的な樹形からは強せん定を伴う樹形改造が必要になります。強せん定を行うと強い新梢が多く発生して樹形を大きく乱した生産性の低い樹形となる場合があります。そこで強い新梢の発生を抑制して、スムーズに機械化樹形へ改造する技術が必要です。



開心自然系

作業道に向かって発生している
主枝と亜主枝の一部をせん除

樹形改造



植調剤(ターム水溶剤)を5月と7月に1000倍で樹形改造樹に散布すると、長大枝の発生を抑止する従来の管理法(芽かき)に比べて作業時間で35%削減が、粗摘果時に葉果比10程度の着果負担をかけると作業時間で59%削減が期待されます。



機械化樹形(双幹形)

植調剤無し

植調剤有り



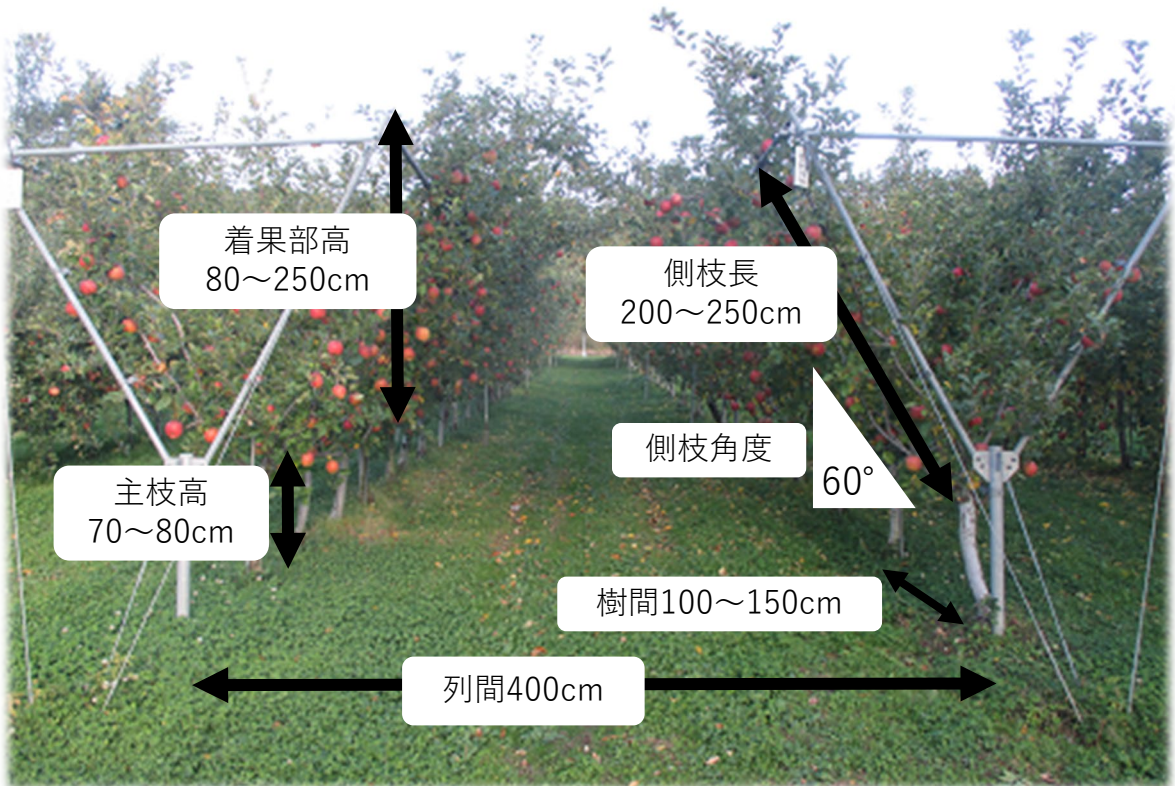
- ・ 長大な新梢が多発生
- ・ ほぼ収穫不能



- ・ 長大な新梢発生をほぼ抑制
- ・ 収穫可能

農研機構果樹茶業研究部門

樹形の概要



「樹と樹をつなげる」発想から生まれたニホンナシのジョイント栽培（平棚）は、適用樹種拡大研究の中で、主枝高を70～80cmの高さとし、側枝を仰角60°で斜立させる「ジョイントV字トレリス樹形（以下、図表中ではJVと表記）」（写真）としてリンゴへも応用されました。

この樹形は早期成園化や省力・軽労化だけでなく、機械化やロボット化についても、その可能性を高めると考えられます。

本事例集では、「ふじ」/JM7のジョイントV字トレリス樹形の栽培特性等について以下の内容を掲載しました。

- ・ 樹形の特徴・主要成果
- ・ 栽培の基本
- ・ 年間労働時間の削減と経営試算
- ・ 機械化樹形の具体的な効果

「（リンゴ） ジョイントV字トレリス樹形」

樹形の特徴・主要成果

早期多収（慣行樹形（立木樹）との比較）

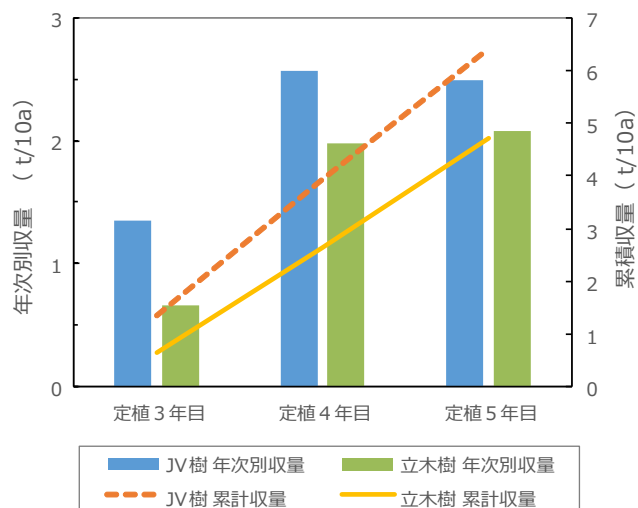
定植3年目に着果開始 5年目までの累積収量 6.4t/10a

樹形による省力効果

薬剤散布量の30%削減
年間作業時間の削減（26%（試算値））

機械導入による省力・軽労化

自動走行車による作業支援、自動防除と自動除草による省力化
年間作業時間で50%程度削減（試算値）



「ふじ」ジョイントV字トレリス樹の年次別収量および累積収量



定植6年目の着果状況



低樹高と直線的な動線による作業の省力化



薬剤散布量の30%削減が可能

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

苗木の調達と管理

- ・ジョイントV字樹形の主枝高を80cm、樹間1.5mでジョイントする場合、苗木長を2.5m以上確保する必要がある。土壤条件により異なるが、樹間1.5mの場合、JM7程度のわい化度の台木がよい。
- ・必要苗木に満たない場合、不織布ポットに植付け、1～2L/日程度のかん水とN3g/月(4～9月)の肥料を与え管理する。
- ・先端が伸長したら湾曲しないように支柱を立てテープナー等で結束し、副梢が発生した場合、8月までは基部を2～3節残して随時摘心し、9月以降は放任する。



圃場の整備（支持施設）

- ・畑の形状、起伏、排水等を考慮し、植栽方向、列間、枕地の距離を決定して植栽図を作成し、植栽図に基づいてジョイントV字樹用の支持棚を設計し、施工する。

植栽方法

- ・必要苗木長に達したものを3～4月に定植し、ジョイント作業前に主枝を水平近くまで誘引してクセをつけておく。
- ・同一品種を複数列植栽する場合は、結実確保のためユニット(連結したジョイントのグループ)間に受粉専用品種を植えてもよい。
- ・予定した樹間距離を植えるの苗木の長さが足りないときは、間に橋渡し用の苗木を植え付けて不足した長さをカバーすることもできる。



ジョイントの接ぎ木方法・接ぎ木部の管理等

- ・接木ジョイントは、切り接ぎナイフとリピータイまたはビニールテープ、癒合剤を使って行い、水平主枝を完成させる。
- ・リピータイを用いた場合、主枝の肥大に合わせた調整が年3回程度必要になるが、ビニールテープは調整作業が不要となる。



②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

生育初期の管理

- ・水平誘引した主枝から発生する全ての枝は果実を成らせる枝（側枝）として、使用可能なものを選んで育成する。
側枝候補の新梢は架線にまっすぐに誘引する。
- ・側枝先端の生育を妨げる強い枝は適宜摘心する。
- ・側枝候補とならないような弱い枝については主枝の太りを促すため生育期間中は切らずに残しておく。
- ・側枝数は、主枝1mあたり8本（片側4本）程度とする。



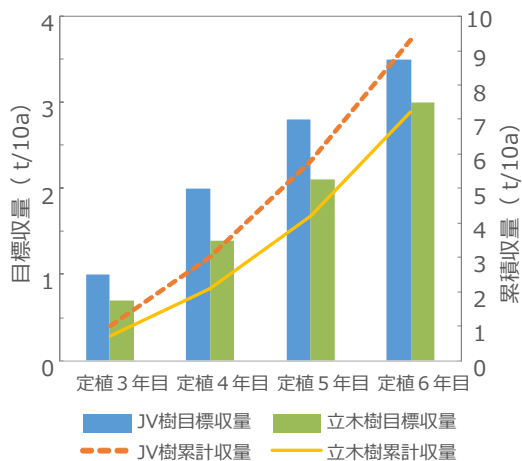
③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

- ・定植後2年目までは着果させずに樹体の育成を行う。
- ・わい化栽培並みの3.5 t/10aの収量は定植6年目に確保することを目標とする（成園化）。

着果管理

- ・定植3年目には、主枝1mあたり8本程度の側枝を育成する。
- ・側枝長は定植後年数に応じて必要な長さを確保する。
- ・「ふじ」の1果重を330gとすると、定植3年目に1側枝当たり2個の着果数が得られれば1,000kg/10a程度の収量となる。
- ・定植6年目には、1側枝に7果程度着果させれば3.5 t/10a以上の収量を得ることができる。



「ふじ」ジョイントV字トリス樹
成木までの目標収量

目標収量を確保するための定植後年数の着果基準

	JV樹		立木樹
	着果数 (個)	側枝長 (cm)	着果数
定植3年目	2	100	26
定植4年目	4	150	52
定植5年目	5	200	79
定植6年目	7	250	112



定植3年目(左)と定植6年目(右)の着果状況

④せん定管理

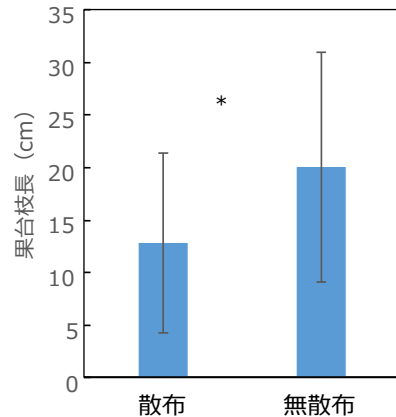
夏季せん定

- ・「ふじ」のジョイントV字トレリス樹形では、8本/mの側枝間隔を適正に維持し、枝葉の過繁茂と薬剤透過の低下を防ぐため6月下旬に側枝上に発生した20cm以上の新梢を約5cm残してピンチする夏季摘心を行う。



夏季摘心処理(左)と無処理(右)の側枝の冬期の状態

- ・夏季摘心作業は年間主要作業時間の約23%と大きな割合を占めるが、有機酸カルシウム剤300倍液を落花直後から約10日間隔で5回散布することで夏季摘心作業の省略が可能となる。



有機酸カルシウム300倍の散布が果台枝長に与える影響

着色期せん定

- ・9月下旬から10月上旬にかけて着色管理の一環として不要徒長枝をせん除する。
- ・せん除するのは主枝から発生した強い枝や側枝から発生した徒長的な枝を対象とする。



冬季せん定

- ・主枝径の1/2を超えるような太い側枝は根元からせん除し、更新する。特に成木に達するまでの期間は太い側枝をつくらないように心掛ける。
- ・側枝から発生する結果枝（結果母枝）は、元に近い充実した花芽まで切り返す。

年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間の慣行樹形との比較

リンゴジョイントV字トレリス樹形の省力化試算（新樹形+機械）

リンゴ	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形+機械 ^z 労働時間(h)	樹形+機械 ^z 削減率(%)
年間作業合計	176.3	130.3	26.1	91.5	48.1
整枝・せん定	39.7	20.9	47.4	15.4	61.2
除草	7.9	5.0	36.7	0.0	100.0
薬剤防除	4.4	2.9	34.1	0.6	86.4
摘果	55.6	36.0	35.3	32.6	41.4
着色管理 ^y	27.6	33.6	-21.7	25.0	9.4
収穫 ^x	25.8	20.3	21.3	8.7	66.3
その他管理	15.3	11.6	24.2	9.2	39.9

z：自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間および削減率を記載

y：機械化樹形では、ロボット収穫用に摘葉量を増やした

x：樹形+機械^zは、収穫ロボットに不向きな果実収穫に要した時間

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支(10aあたり)）

リンゴジョイントV字トレリス樹形

（宮城県 作成）

年次	支出			収入			
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	1,616,000		0		0	
	(内訳) 支持支柱・棚資材	1,360,000	V字棚・列間4m 施工費含				
	種苗費	238,000					
	光熱水費	1,000					
	肥料費	1,000					
	農薬費	6,000					
	諸材料費	10,000					
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	34,000	肥料、農薬等	0		0	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	102,000	出荷資材含む	1,350	290	391,500	すべて直売
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	177,000	出荷資材含む	2,560	290	742,400	すべて直売
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	185,000	出荷資材含む	2,488	290	721,520	すべて直売
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	240,000	出荷資材含む	3,343	290	969,470	すべて直売
累計		2,354,000		9,741		2,824,890	

z 支持支柱、棚資材、施工費、苗等は単価により変動あり

y 試験結果に基づく数値。樹間1.5m、列間4mのジョイントV字トレリス樹形。

x 効率のかつ安定的な農業経営の基本的指標（営農類型）「リンゴわい化+ジョイント」単価より

機械化樹形の具体的な効果

①作業の省力化、軽労化等

- ・ 薬剤防除は慣行より散布量を30%削減しても病虫害発生率に慣行との差がなく、十分な防除効果が期待できるため、作業時間の短縮と薬剤費が抑えられる。

薬剤散布量の削減が主要病虫害の発生率に与える影響(リンゴ「ふじ」9年生)

区		発病葉率 (%)		発病果率 (%)	虫害果率 (%)
樹形	散布量	斑点落葉病	褐斑病		
J V 樹	30%削減	28.2	0.2	1.0	2.5
立木樹	慣行	31.9	0.2	2.1	2.4
有意差		ns			

注1：発病葉率は目通りの新梢20本（1ユニットあたり）を11月上旬に調査した。

注2：発病果率はすす斑（点）病，虫害果率はシンクイムシ類，カメムシ類について11月下旬に収穫果実を調査した。

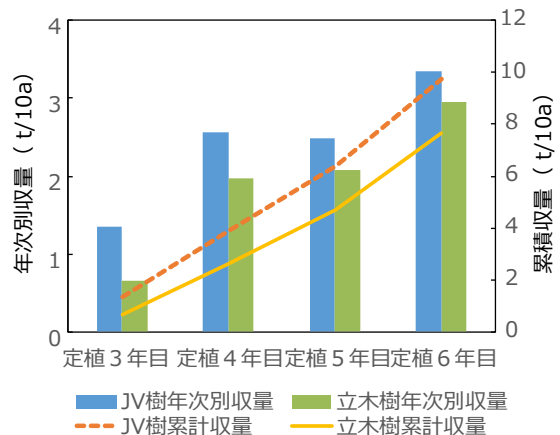
注3：有意差はアーク変換後に t 検定を行い，nsは有意差なし。

- ・ ジョイントV字トレリス樹は樹高が低く、直線的な動線により主要作業時間が立木樹に比べて短い。
- ・ 収穫作業では、立木樹1本あたり20分に対してジョイントV字トレリス樹が15分、せん定作業では、立木樹の26分/本に対し、ジョイントV字トレリス樹では15分/本の作業時間となる。



②早期多収

- ・ ジョイントV字トレリス樹では定植3年目から1tを超える収量が得られ、定植6年目でわい化栽培並みの収量3.5 t/10a程度を確保することができるため、立木樹よりも早期多収効果が高い。
- ・ 定植6年目の累積収量においても2 t/10a程度多い。
- ・ 果実品質はジョイントV字トレリス樹、立木樹との間に差はみられない。

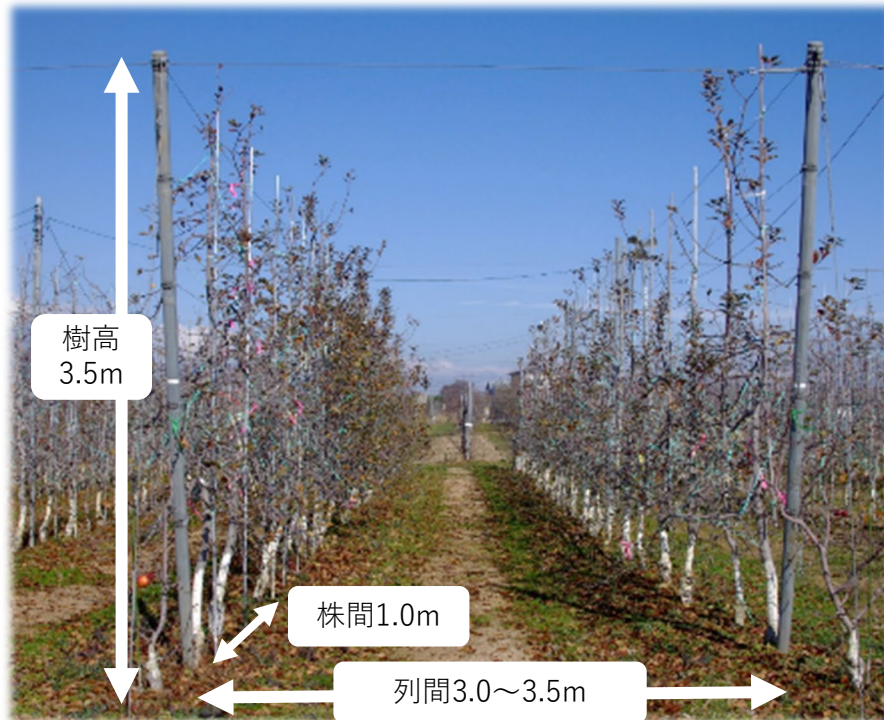


「ふじ」ジョイントV字トレリス樹の年次別収量推移

樹形の違いが果実品質に及ぼす影響

	地色	着色面積 (%)	硬度 (lb)	糖度 (°Brix)	酸度 (g/100ml)	デンプン指数	みつ入り指数
JV樹	5.1	85	15.3	15.6	0.42	0.2	2.7
立木樹	5.5	86	15.0	15.7	0.46	0.2	2.7
有意性	ns						

樹形の概要



シナノスイート/M.9
10年生樹

リンゴの「トールスピンドルシステム」は、側枝が多発したフェザー苗を高い栽植密度で植え付けます。トールスピンドル樹は、新しい化樹と比較して、樹高は高くなりますが、樹幅がせまくなるので樹の容積は小型化し、成園化する期間が短くなります。定植2年目から結実が可能で、早期収量性が高く、成園までの収量は、「新しい化栽培」より多くなります。目標とする樹形は、樹冠が薄い底面の小さな円錐形であるため、機械が導入しやすい園地となり、ロボット化についても、その可能性を高めると考えられます。本栽培事例集では、フェザー苗を利用したリンゴの高密植栽培の方法をトールスピンドルシステムと呼びます。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ トールスピンドルシステムの特徴・主要成果
- ・ 栽培の基本
- ・ 年間労働時間の削減と経営試算
- ・ 機械化樹形の具体的な効果

栽培様式	トールスピンドルシステム	新しい化栽培
目的	栽植密度を高めてより早期多収と高収量 機械化しやすい園地による作業効率の向上	樹体の小型化と低樹高化による省力化 早期多収
栽植距離	3～3.5m×1m以下（250本以上/10a）	4m×1.25～2m（125～200本/10a）
目標樹高	3.5m程度	2.5～3m 着果部位2.5m程度
目標収量	5トン/10a以上	4トン/10a程度
目標樹形	トールスピンドル（底辺の小さな円錐形） 下部側枝は下方誘引	細型紡錘形 側枝は水平誘引
成園化	定植後3年目	定植後5年目

「(リンゴ) トールスピンドルシステム」

樹形の特徴・主要成果

樹形による省力・軽労化

枝の構造が単純→側枝径を目安としたせん定
 通路方向の枝の張り出しが少ない
 →作業者・作業用機械と樹の距離が近い
 着果管理の省力化

幹断面積当たり着果数を指標とした着果

→3～4果/cm²程度の着果により収量・品質を維持

機械導入による省力・軽労化

高所作業台車と自動走行車の併用による収穫作業

早期多収

定植2年目着果開始

9年目までの「シナノスイート」の累積収量 22 t
 「シナノゴールド」の累積収量 27 t



トールスピンドルシステムの
 「シナノゴールド」M.9台木樹
 定植6年目 (列間 3.5m × 樹間 0.9m)

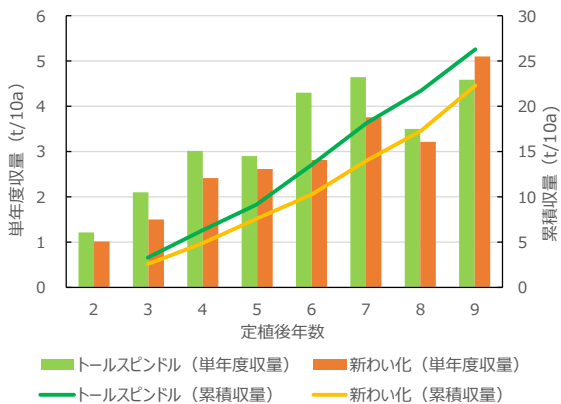
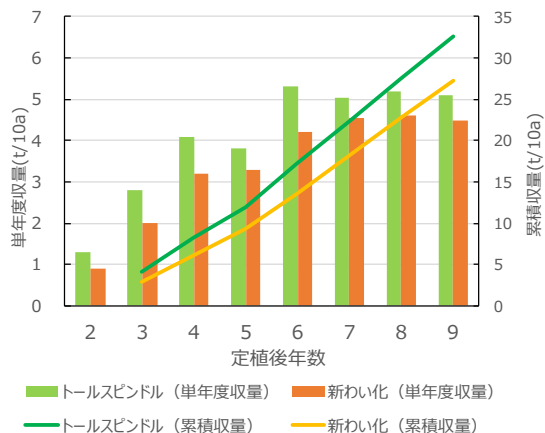


写真 左 樹冠が薄く、作業者と樹の距離が近い
 右 作業用機械と樹の距離が近い



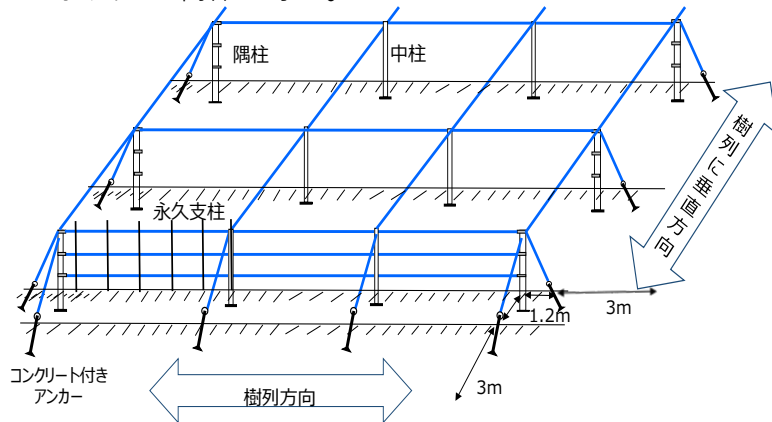
「ふじ」トールスピンドル
 システムの高所作業台車に
 よる効率的管理

栽培の基本

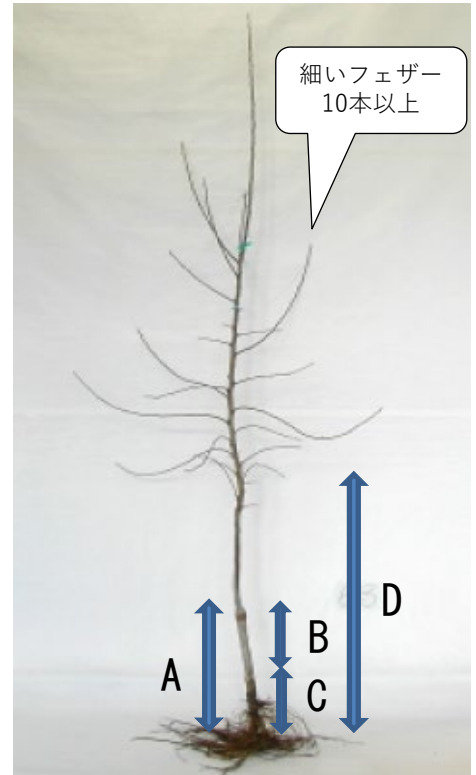
①圃場、苗木の準備と植栽

圃場の整備（支持施設）

- ・定植する畑の排水対策、土壌改良を十分に実施する。
- ・耐久性・強度が十分なトレリスを設置する。
＜トレリスの目的＞
樹体を支持し、主幹を垂直に維持する。
果実の重さを支える。
強風から樹体を守る。



トールスピンドルシステム用トレリスの基本構造



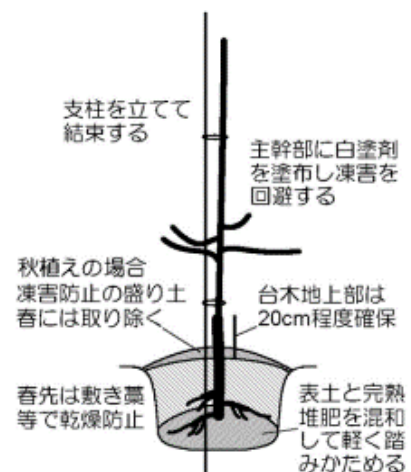
シナサイト/M.9ナガノの2年生フェザー苗

苗木の調達（注意点）

- ・フェザーが発生したM.9自根の2年生苗木を利用する。
台木長40cm(A)、地上部20cm(B)、地下部20cm(C)
フェザーの発生位置は地上80cm以上(D)
細いフェザーの数が10本以上

植栽方法（栽植距離）

- ・植え付け時期は、秋か春である。
秋植えは、定植後の苗木の生育は良好であるが、冬期間乾燥しやすい場所、ネズミやウサギなどの食害の可能性がある場所、雪の多い場所では、春植えとする。
- ・植え付け時、台木地上部の長さを20cm程度に揃える。
- ・植えた苗木は支柱を立て、まっすぐにしっかり固定する。
- ・栽植距離は、列間3.5m、樹間1.0mを標準とする。



2年生フェザー苗の定植方法

②生育初期の管理

生育の安定化

・支柱への結束 主幹延長枝の固定

主幹延長枝の生育を確保するために樹ごとに立てた支柱を架線に固定する。

また、トレリスの架線のゆるみを点検する。

・誘引

側枝の花芽着生を促すため、生育が旺盛な新梢は、水平以下に誘引する。

・かん水の実施

M.9台木樹は、根域が狭く、土壌の乾燥の影響を受けやすいので、かん水設備は必ず設置する。

点滴かん水は、ほ場単位で導入が可能であり、水源確保が困難な場所での設置も可能である。



トールスピンドル樹の支柱への固定
側枝の誘引

表 10aあたりに必要な経費

品目	単価(円)	個数	合計金額(円)
点滴かん水チューブ	10,000	1	10,000
配管材料	8,466	2	16,932
給水タンク	29,150	2	58,300
タンク設置台	14,088	2	28,176
合計			113,408



重力を利用した簡易かん水設備



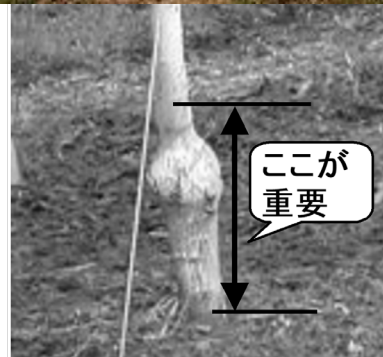
冬季の管理

・凍害対策

M.9台木は、2月から3月における寒の戻りで凍害となりやすいので、白塗剤の塗布、わら巻きなどの凍害対策を実施する。台木と穂品種の接ぎ木部位を保護する。

・野ねずみ対策

フェザー苗に利用されるM.9台木は、冬期間（特に春先）に野ねずみによる根部の食害を受けやすいので、十分な対策を実施する。



白塗剤の塗布部位
M.9と穂品種の接ぎ木部位

③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

- ・定植後1年目は着果させずに樹体の育成を行う
- ・定植2年目 1 t/10a
- ・定植3年目 2 t/10a
- ・定植4年目 3 t/10a
- ・定植5年目 4 t/10a
- ・定植6年目 4.5 t/10a
- ・定植7年目 5 t/10a

着果管理について

- ・受粉は、受粉樹と訪花昆虫を利用する。
- ・満開期に摘花剤を積極的に利用する。
- ・予備摘果は、満開30日までに終了させる。
- ・満開60日までに本摘果を終了させる。
- ・本摘果の目安は、幹断面積あたり着果数3～4果/cm²とする。

収穫方法

- ・樹の上部の収穫には高所作業台車を利用する。
- ・ほ場内の果実の運搬には運搬車を利用する。



シナノスイート(6年生)	左	右
幹断面積(cm ²)	25.2	19.1
幹断面積当たり着果数(果/cm ²)	3.73	5.75
着果数(果)	94	110

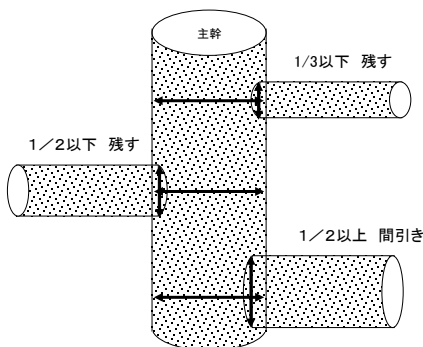


シナノゴールド(6年生)	左	右
幹断面積(cm ²)	18.2	21.9
幹断面積当たり着果数(果/cm ²)	3.58	5.01
着果数(果)	65	110

④せん定管理

せん定

- ・主幹の太さの1/2以上の基部径となった側枝を間引く。
- ・主幹延長枝を支柱に固定する。
- ・主幹に対する分岐角度が狭い側枝は、水平以下に誘引する。



年間労働時間の削減と経営試算

① トールスピンドルシステムおよび機械の導入による省力効果（試算）

リンゴトールスピンドルシステムの省力化試算（新樹形＋機械化）

リンゴ	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形＋機械 労働時間(h)	樹形＋機械 削減率(%)
年間作業合計	438	423	3.4	421	3.9
整枝・せん定	17	30	-76.5	30	-76.5
施肥	5	5	0.0	5	0.0
病虫害防除	30	30	0.0	30	0.0
受粉管理	5	5	0.0	5	0.0
摘果	219	209	4.6	209	4.6
かん水	10	10	0.0	10	0.0
土壌管理	25	25	0.0	25	0.0
収穫前管理	89	73	18.0	73	18.0
収穫	25	23	8.0	21 (注)	16.0(注)
その他	13	13	0.0	13	0.0

(注) 樹形＋機械労働時間、樹形＋機械削減率は、自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間および削減率を記載
いずれの労働時間も10aの延べ作業時間

慣行樹形労働時間は、整枝・せん定、摘果、収穫前管理、収穫は、「ふじ」の実測値（平成26年）

それ以外の項目は、長野県農業経営指標平成21年「ふじ」（新わい化）より引用

慣行樹形の栽培管理 脚立による作業

機械化樹形の栽培管理 高所作業台車、一般の運搬車、あるいは、自動走行車（市販化未定）による作業

② キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支(10aあたり)）

リンゴ トールスピンドルシステム

(長野県 作成)

年次	支出			収入			
	項目	金額 (円)	摘要	収量 (kg/10a)	単価 (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	2,103,520					
	(内訳)						
	支持支柱・棚資材	896,000	トレリス・列間3.5m				
	支柱・棚施工費	304,000					
	かん水設備	113,408	点滴かん水				
	種苗費	673,750	300本/10a				
	肥料費	7,506					
	農薬費	78,186					
	諸材料費	7,290					
	光熱水費	23,380					
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	103,125	肥料、農薬等	1,250	270	337,500	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	202,125	出荷資材含む	2,450	270	661,500	
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	292,875	出荷資材含む	3,550	270	958,500	
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	276,375	出荷資材含む	3,350	270	904,500	
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	396,000	出荷資材含む	4,800	270	1,296,000	
累計		3,374,020		15,400		4,158,000	

(注) 収量は、平成25年から平成29年の長野県果樹試験場における「シナノスイート」、「シナノゴールド」の栽培実績の平均値

機械化樹形の具体的な効果

① 労働時間の慣行樹形との比較

- ・ トールスピンドルシステムの主要作業(せん定・誘引、着果管理、収穫前管理、収穫)の合計時間は、新しい化栽培と比較して、10aあたりでは4.2%、収量1tあたりでは7.5%減少する。

樹形の違いと主要作業時間(せん定・誘引、着果管理、収穫前管理、収穫)

樹形	10aあたり作業時間 (時間:分)					
	あら摘果	仕上げ摘果	収穫前管理	収穫	整枝・せん定	合計
トールスピンドルシステム	168:43	41:16	73:20	22:27	30:30	336:16
新しい化栽培	179:53	39:51	89:38	24:39	17:06	351:07
作業時間削減率 (%)	6.2	-3.6	18.2	8.9	-78.4	4.2

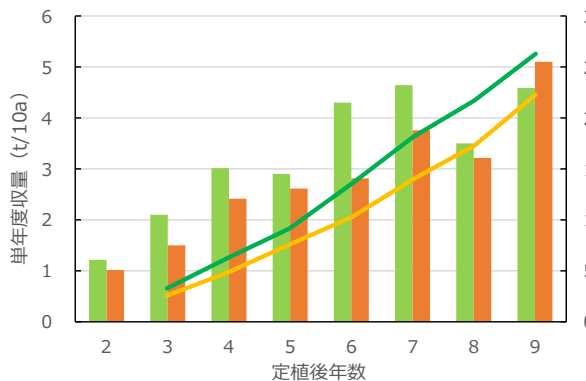
樹形	収量1tあたり作業時間 (時間:分)						収量 (t/10a)
	あら摘果	仕上げ摘果	収穫前管理	収穫	整枝・せん定	合計	
トールスピンドルシステム	26:01	6:21	11:18	3:27	4:42	51:51	6.5
新しい化栽培	28:43	6:21	14:18	3:56	2:43	56:03	6.3
作業時間削減率 (%)	9.4	0.0	21.0	12.0	-72.3	7.5	

注) 供試樹 トールスピンドル ふじ/M.9 (定植7年目) 栽植距離4.0×1.3m 1区3樹
 新しい化 ふじ/M.9 (定植10年目) 栽植距離4.0×2.0m 1区3樹
 高所作業には脚立を利用した。

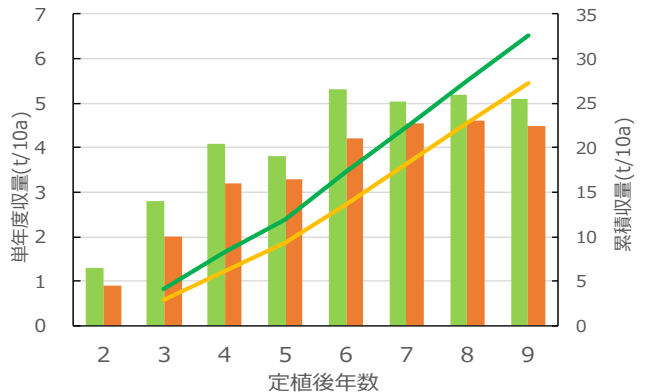
数値は、作業者2名で10aを作業した場合の延べ時間

② 早期多収

- ・ 「シナノスイート」のトールスピンドルシステムは、定植後9年目の累積収量 26.3 t/10aとなり、新しい化栽培よりも 3.9 t/10a 多くなる。
- ・ 「シナノゴールド」のトールスピンドルシステムは、定植後9年目の累積収量 32.7 t/10aとなり、新しい化栽培よりも 5.4 t/10a 多くなる。



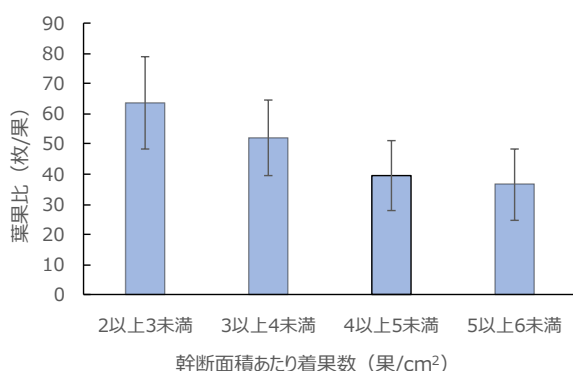
リンゴ「シナノスイート」の単年度収量と累積収量の樹形による比較



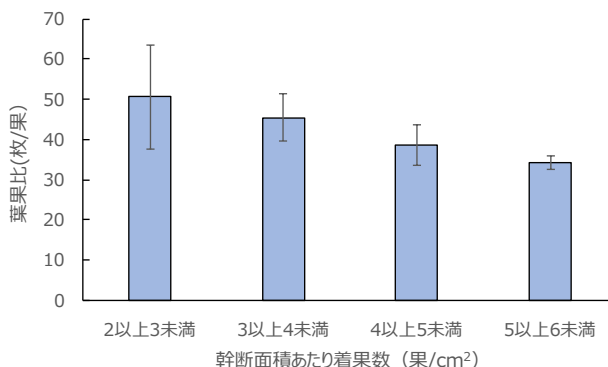
リンゴ「シナノゴールド」の単年度収量と累積収量の樹形による比較

③ 幹断面積による着果量の決定

- 「シナノスイート」「シナノゴールド」のトールスピンドル樹は、幹断面積から容易に着果数を決定できる。慣行の予備摘果を実施し、最終的な着果数を幹断面積あたり着果数3～4果/cm²程度とすることで、葉果比40～50枚/果となり、品種本来の品質と収量が確保される。



「シナノスイート」トールスピンドル樹の幹断面積あたり着果数と葉果比の関係



「シナノゴールド」トールスピンドル樹の幹断面積あたり着果数と葉果比の関係

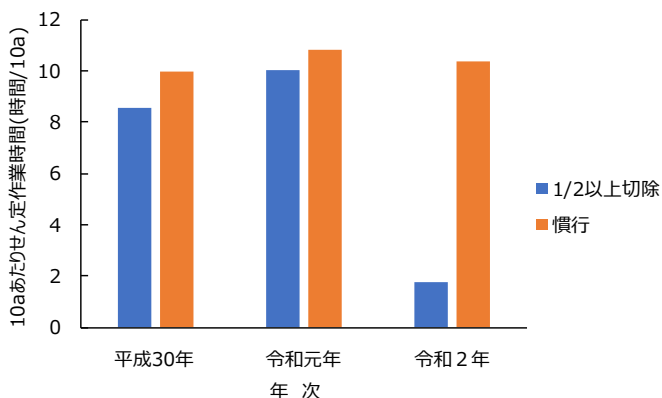
幹断面積あたり着果数3～4で栽培した「シナノスイート」「シナノゴールド」トールスピンドル樹の収量と平均果実重

品種	着果数 (果/樹)		収量(kg/樹)		平均果実重(g)		収量(t/10a)	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
シナノスイート	41	9	11.5	2.7	279	25	3.6	0.6
シナノゴールド	57	12	15.9	3.6	281	30	4.8	1.2

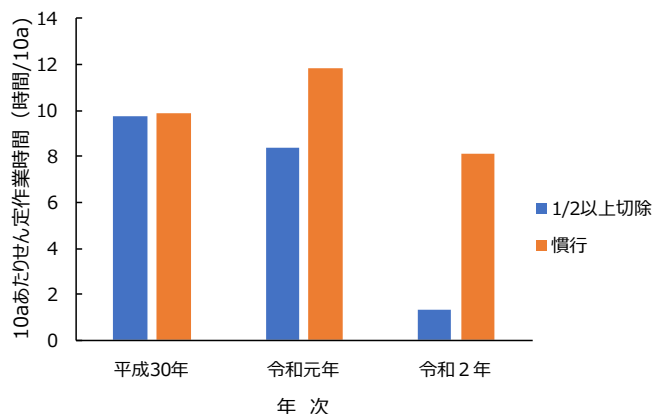
注) 数値は、平成28年から令和元年（定植後5年～8年）の平均値および標準偏差

④ 側枝径を目安とした簡易なせん定

- 主幹の太さに対する側枝の太さ（基部径）が1/2以上の側枝を間引くのみで、各々の側枝の小枝を整理を行わない場合、せん定作業時間は短くなる。



「シナノスイート」のせん定作業時間



「シナノゴールド」のせん定作業時間

注) 10aあたり換算せん定作業時間は、317本植えで換算した。

⑤運搬の自動化による省力効果

リンゴ「秋映」トールスピンドル樹の収穫作業時間は、収穫カゴの運搬に自動走行車を利用すると、一般の運搬車を利用した場合と比較して、収量1tあたりでは3.4%、10aあたりでは9%減少する。

リンゴ「秋映」の収穫作業(果実の摘み取り+運搬)に自動走行車を利用した場合の作業時間

作業者	作業内容	作業時間(時間:分)		自動走行車の利用による 作業時間削減率(%)
		一般の運搬車	自動走行車	
A	収穫カゴを利用した地上での果実の摘み取り、 収穫カゴを運搬車に積載	3:16	3:04	
	一般の運搬車、あるいは自動走行車を利用して 果実の入った収穫カゴを樹列の端まで運搬	0:09	0:00	
	樹の上部の摘み取り作業を終了した作業者Bと共に 果実の摘み取り、収穫カゴを運搬車に積載	0:17	0:15	
B	高所作業台車を利用した樹の上部の果実の摘み取り、 高所作業台車の荷台が満載となる度に床面を下げ 収穫カゴを運搬車に積載	3:25	3:05	
	樹の上部の摘み取り作業終了後に、地上で作業者Aと 共に果実の摘み取り、収穫カゴを運搬車に積載	0:17	0:15	
C	作業者Aにより運搬された果実の選果、 次の収穫場所への運搬車両の移動	2:57	2:32	
ABCの作業時間の合計(延べ作業時間)(時間:分)		10:25	9:13	11.4
ABCの3人による10aあたりの作業時間(時間:分)		28:58	26:21	9.0
ABCの3人による収量1tあたりの作業時間(時間:分)		6:28	6:15	3.4

注) 果実の摘み取り作業は、列間3.5m 樹間0.6m、0.9m、1.2mで植え付けられた樹列を36mを6mごとに6つのブロックに分けて収穫カゴを利用して行った。

一般の運搬車による作業 38樹 収量は、536kg(果数1883個)

自動走行車による作業 37樹 収量は、492kg(果数1635個)

作業者Bは、高所作業台車を利用し、樹上部の作業が終了した後に、地上部で作業者Aの果実の摘み取りを手伝ったため、作業者AとBの作業時間は同一である。

作業者Cは、運搬された果実を選果しながらコンテナに積み替え、ほ場外へ運搬する別の車両にコンテナを積載した。

選果は、腐敗果、鳥害果、病害果、虫害果を中心に分別する作業とした。

収穫カゴは、作業前に収穫するブロックごとに配置し、配置に必要な時間は含まない。

同一樹種における異なる機械化樹形の適用場面

ジョイントV字トレリス樹形

メリット：樹高が低く、作業性がよい

10aあたりの労働時間は3割以上削減可能

デメリット：側枝の生育を揃える技術が確立していない

(夏期せん定が必要か、主幹に近い側枝と遠い側枝の樹勢の違いの解消、
台木と穂品種の組み合わせと樹間距離)

適用場面：現在の労働力のまま規模拡大を考える場合

将来の労働力不足に対応する場合

トールスピンドルシステム

メリット：初期収量が多く、早くに成園化できる

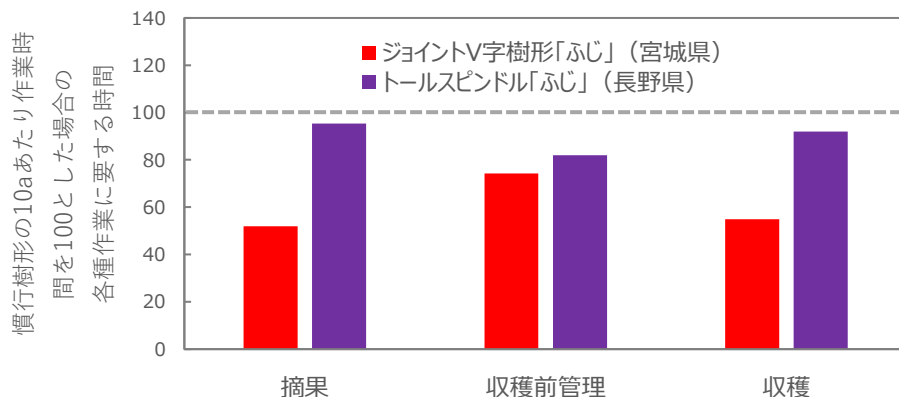
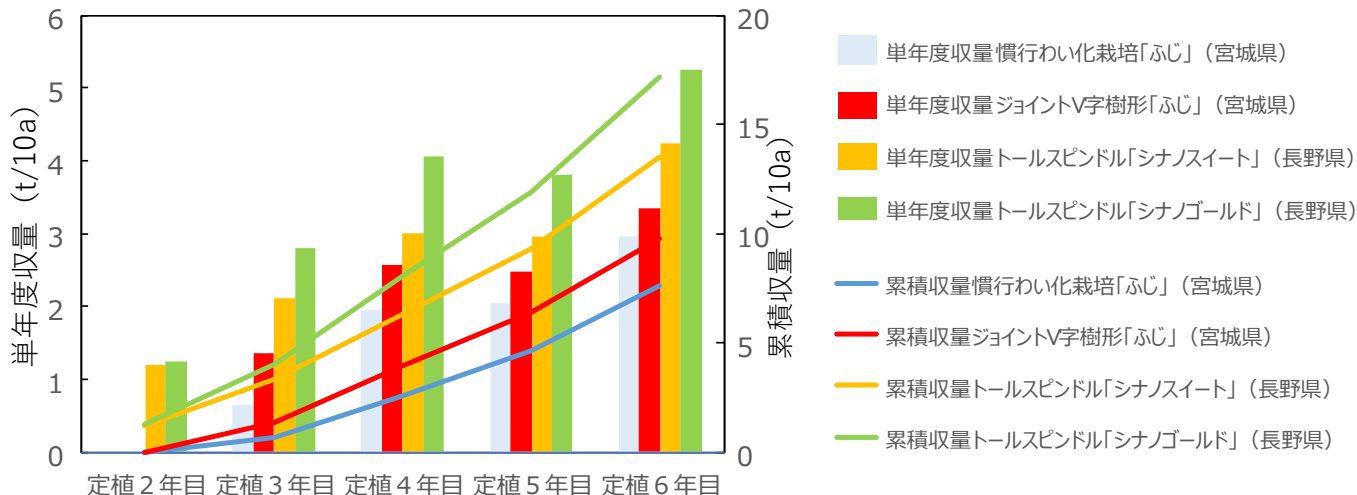
定植6年目の10aあたりの累積収量はジョイントV字トレリス樹形の約1.5倍

デメリット：10aあたりの労働時間の削減効果は小さい

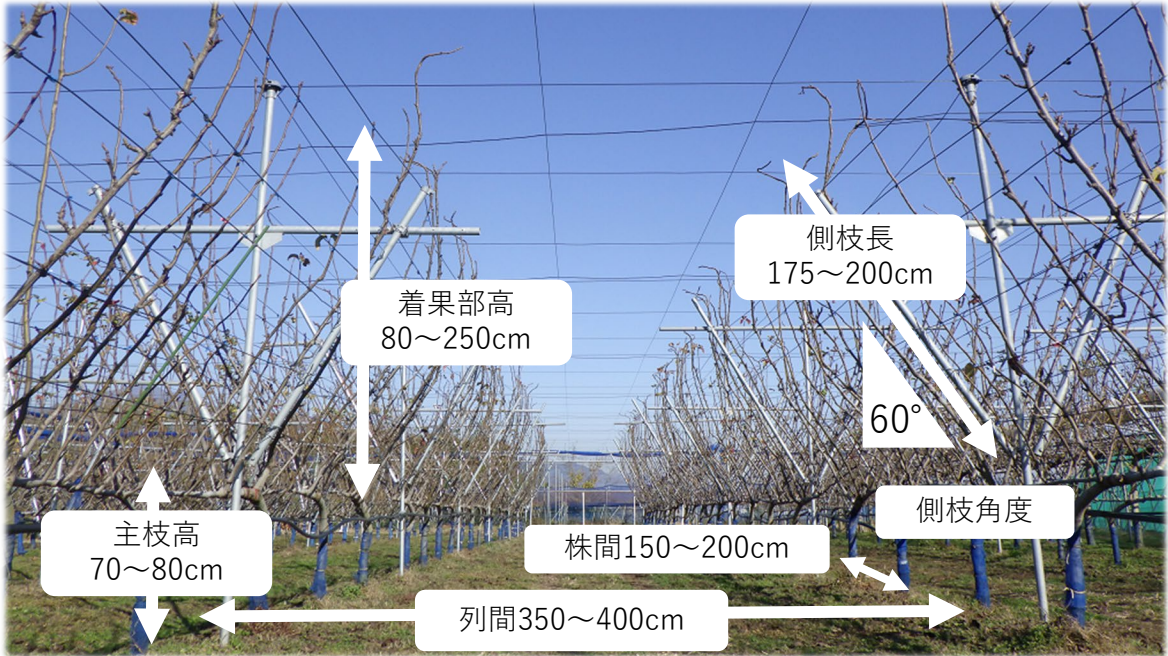
苗木を多く必要とするため、苗木代が高くなる

適用場面：労働力に余裕があって規模拡大する場合

現在の労働力のまま園地を大きく広げずに生産量を増やしたい場合



樹形の概要



「樹と樹をつなげる」発想から生まれたニホンナシのジョイント栽培は早期成園化やせん定作業等の省力化が図られ、全国のナシ産地に導入が進んでいます。

更なる作業の省力化を図るため、主枝高を従来のジョイント栽培より低く、70~80cmの高さとし、そこから側枝を仰角60°に斜立させ、架線に誘引することで樹冠を形成する「ジョイントV字トレリス樹形（以下、図表中ではJ Vと表記）」を開発しました。

この樹形は、ナシ栽培などで利用されている平棚が不要で、早期成園化や省力・軽労化だけでなく、大型機械の導入が可能となり、管理作業の機械化や自動化が実現します。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ジョイントV字トレリス樹形の特徴・主要成果
- ・栽培の基本
- ・年間労働時間の削減と経営試算
- ・機械化樹形の具体的な効果



「(ニホンナシ) ジョイントV字トレリス樹形」

樹形の特徴・主要成果

早期多収 (慣行樹形との比較)

定植3年目(4年生)着果開始

6年目(7年生)までの累積収量 7.9t/10a (慣行樹形 0.0t/10a)

側枝仰角の適正化

受光態勢、作業性の観点から60°が最適

樹形による省力・軽労化

年間作業時間の大幅削減(35%)

上向き作業の減少(果実管理、新梢管理、収穫作業など)

新梢伸長抑制剤による省力化

摘心作業の省力化

機械導入による省力・軽労化

自動走行車による作業支援、自動防除と自動除草による省力化

年間作業時間では樹形による省力効果と併せて44%削減

ロボット収穫に適した着果方法

最終摘果後の着果間隔 20cmで収量・品質を維持



ゴルフカートを改造した自動走行車



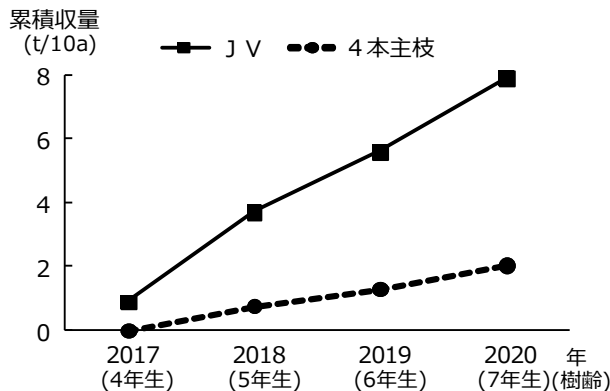
ジョイントV字トレリス樹形



上向き姿勢の少ない作業



自動走行車の活用(運搬) 上)収穫 下)せん定



「幸水」ジョイントV字トレリス樹形の累積収量の年次別推移



自動走行車牽引式防除機による自動防除

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

苗木の調達

- ・可能であれば長い苗(2.5m以上)を切り戻さない形で調達する
難しい場合は、2年生苗を圃場で育苗する。

圃場の整備

- ・畑の形状、排水性等を考慮し、植栽方向、列間、枕地の距離を決定して植栽図を作成。
- ・植栽図に基づいて、専用施設を設計、施工。

植栽方法

- ・1年育苗し全長2.5m以上の2年生苗を用意する、または2.5m以上の長さを持った1年生苗を購入し、到着後、接ぎ木ジョイント可能な距離(苗長3m前後で株間1.5m~2.0mを目標)に、年内に定植する。
- ・1年生苗を圃場に直接定植する場合、苗が短く、株間が1m以上取れない場合は、1.5m間隔に定植して、60cm程度に切り戻して再育成する。

ジョイント接ぎ木方法

- ・接ぎ木は、切り接ぎナイフと結束バンドまたはビニルテープ、癒合剤を使って行い、主枝ラインを完成させる。長さの足りない苗は、切り戻した先端から新梢を伸ばし、夏または翌年春に接ぎ木する。



苗木の定植



接ぎ木面の削り出し



ビニルテープで固定



癒合剤で密閉

②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

- ・主枝から発生する枝は、側枝として使用可能なものを選んで養成する。
生育期は新梢が旺盛に発生、伸長するため、適宜誘引を行う。
- ・側枝や予備枝先端に発生した新梢が複数の場合、1本を残して後は間引く。
側枝や予備枝の先端以外から発生する新梢は摘心を5月、7月の2回、もしくは新梢伸長抑制剤を満開30日後に散布する。摘心の際、新梢基部から2cm程度は葉を含め、短果枝育成のため残す。



新梢の固定



側枝先端の新梢管理



新梢の摘心

③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

- ・定植後2年目までは着果させず、樹体、側枝の育成を行う。
- ・目標収量は、定植後年数や樹勢に応じて決定する。「幸水」の目標果実重を330gとした場合、2年生苗の定植3年目には3000果/10a、4年目に6000果/10a、5年目（成園）以降は9000果/10aの着果が可能である。

	目標着果数	目標収量
定植3年目	3000果/10a	1 t/10a
定植4年目	6000果/10a	2 t/10a
定植5年目以降	9000果/10a	3 t/10a



着果管理について

- ・着果管理スケジュール
満開30日までに予備摘果（1花そう1果）
満開50日ころまでに本摘果（傷果、小玉果、病虫害被害果、葉の着生がない果実）
果数チェック後、満開70日までに目標着果数に対して10%程度多い着果数に調整

④せん定管理

秋季せん定

目的	落葉前に更新枝となる枝（芽）の発生促進
時期	収穫後から落葉前まで
除去する枝	基部寄りの花芽が減った強大な側枝 （幸水：3～4年枝、豊水：4～5年枝） 遅伸びした主枝直上徒長枝や側枝上から発生する強い新梢 主幹部から発生した新梢
ポイント	新枝を確実に発生させるため、 側枝基部外側のほぞ（にある芽）を残す



冬季せん定

目的	側枝の更新と適切な配置
時期	落葉後
除去する枝	主枝の直上から発生した徒長的な枝（ただし主枝の先端側1/3は直上でも残す） 基部が太く（主枝の太さの2/3以上）、短果枝着生が少ない側枝（3～4年枝） 短果枝の着生が少なくなった側枝
切返しと誘引	目標の側枝長に達した枝は、最上段の架線の上で新梢を切り返す 主枝から発生した新梢は、鉛筆の太さ程度のものは先端1/2～1/3程度、 2倍までのものは1/4程度を切返す
ポイント	園芸用ゴムバンドやテープナーで側枝を架線に固定し、配置する 側枝間隔は30～40cmを目安とし、枝が混み合わないよう注意する 側枝年数の限度は概ね4年程度 新梢発生促進のため、側枝基部外側のほぞ（にある芽）を残す

年間労働時間の削減と経営試算

①ジョイントV字トリス樹形および機械の導入による省力効果（試算）

ニホンナシの省力化試算（新樹形＋植調剤＋機械化）

ニホンナシ	慣行樹形	機械化樹形 ＋植調剤	機械化樹形 ＋植調剤	機械化樹形 ＋植調剤 ＋機械	機械化樹形 ＋植調剤 ＋機械	活用技術
	労働時間(h)	労働時間(h)	削減率(%)	労働時間(h)	削減率(%)	
年間労働時間	300.6	185.8	38.2	150.1	50.1	
整枝・せん定	90.0	9.2	89.8	8.4 (注1)	90.7 (注1)	自動走行車
施肥	19.0	19.0	0.0	19.0	0.0	
除草・防除	23.1	23.1	0.0	7.7 (注2)	66.7 (注2)	自動防除・除草
受粉・摘果	70.0	57.7	17.6	57.7	17.6	
枝梢管理	15.0	8.1 (注3)	46.0 (注3)	7.6 (注4)	49.3 (注4)	新梢伸長抑制剤
収穫	35.0	20.7	40.9	1.7 (注5)	95.1 (注5)	収穫ロボット
調整・出荷	30.0	30.0	0.0	30.0	0.0	
その他管理・間接労働	18.5	18.0	2.7	18.0	2.7	

(注1)自動走行車を利用した場合の労働時間および削減率を記載

(注2)自動走行車牽引型の自動散布機・草刈機による防除・除草の労働時間及び削減率を記載

(注3)新梢伸長抑制剤を乗用散布機で散布した場合の労働時間及び削減率を記載

(注4)新梢伸長抑制剤を自動散布機で散布した場合の労働時間及び削減率を記載

(注5)収穫ロボット(収穫速度11秒/個)により全果実の90%を収穫、残り10%を自動走行車を利用して人が収穫した場合の労働時間及び削減率を記載

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支（10aあたり））

ニホンナシジョイントV字トリス樹形

年次	支出			収入			
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	2,537,000		0		0	
	(内訳)						
	支持支柱・棚資材	1,148,000					
	支柱・棚施工費	635,000					
	防災ネット	326,000	多目的防災網				
	防災ネット施工費	131,000					
	種苗費	240,000	190本/10a				
	接ぎ木資材	20,000					
	肥料費	15,000					
	農薬費	12,000					
	諸材料費	10,000					
光熱水費	4,000						
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	54,000		0		0	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	141,000		855	600	513,000	すべて直売
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	167,000		2,829	600	1,697,400	すべて直売
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	134,000		1,896	600	1,137,600	すべて直売
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	167,000		2,275	600	1,365,000	すべて直売
累計		3,200,000		7,855		4,713,000	

支出：神奈川県内事例調査等を標準化して使用

収入：収量は当所での試験データ(「幸水」を使用)

単価：神奈川県内の標準的な販売単価を引用

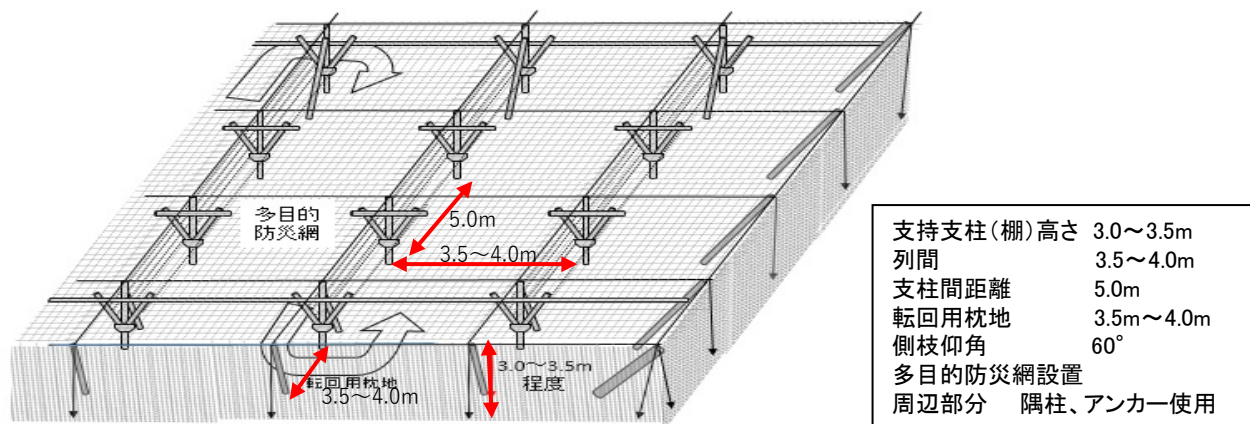
^z支持支柱、棚資材、施工費、苗代等は単価により変動あり

^y試験結果に基づく数値、5年目・6年目は開花期の天候不順や梅雨期の低温・寡日照等により成園時収量目標(3t/10a)に到達していない

^x神奈川県果樹振興計画に基づく単価

- ・栽培開始5年目で収入が支出を上回る
- ・6年目の累計で収入471万3千円、支出320万円と試算される

③ジョイントV字トリス樹形の支持支柱施工図（例）



機械化樹形の具体的な効果

①労働時間の慣行樹形との比較 「大幅な省力化」

- ・着果管理、枝梢管理の各作業において、慣行樹形に対して作業時間が削減される。
- ・省力効果が特に大きいのは受粉、せん定（枝せん除）、枝誘引である。
- ・せん定作業は、側枝更新のための間引きせん定作業が大半を占め、慣行樹形における整枝作業（骨格枝の誘引、延長拡大等）がない。
- ・平棚仕立ての場合と異なり、枝を水平に誘引する必要が無いため、誘引作業時間は大幅に削減されます。また、生育期の新梢管理で誘引した枝は、冬期せん定時は切返すだけでよいため、作業の分散化も図れる。
- ・摘心作業は後述の新梢伸長抑制剤の使用により省略可能（ただし、薬剤散布に係る時間が追加される）。

樹形の違いが管理作業別労働時間に及ぼす影響(ニホンナシ「豊水」7年生)

樹形	摘らい	受粉	本摘果	摘心	収穫	せん定(枝せん除)	枝誘引
	(時間/10a)	(時間/10a)	(時間/10a)	(時間/10a)	(分/100果)	(時間/10a)	(時間/10a)
JV	9.1	3.1	14.1	12.7	19.0	31.2	4.2
慣行	10.8	5.7	20.2	14.1	25.9	55.0	37.4
削減率 ² (%)	16.0	46.4	30.3	9.9	26.5	43.3	88.9

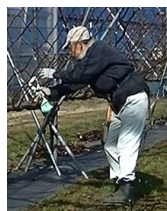
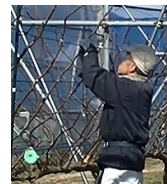
² 慣行に対するジョイントV字トレリスの作業時間削減率

②作業姿勢 「上向き姿勢の減少」

- ・摘果、新梢管理、収穫、せん定などの作業において、上向き作業や両腕を肩の高さよりも高く上げる作業の割合が減る。

せん定時の誘引作業における10aあたり身体部位別の作業姿勢別発生時間(h)

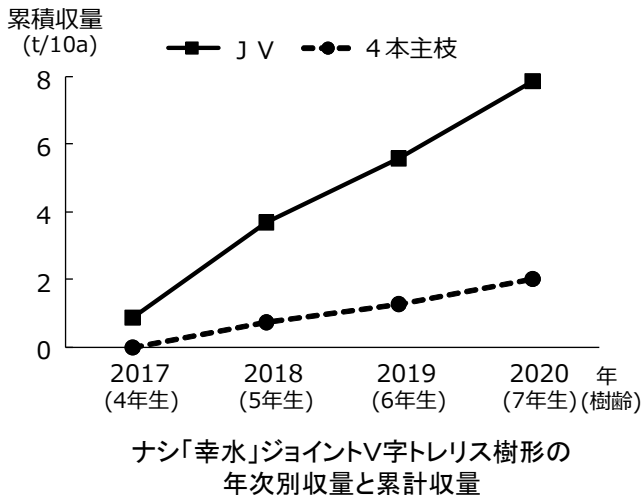
部位	作業姿勢	樹形	
		ジョイントV字	慣行
首部	1.まっすぐ	1.8	3.5
	2.前屈	1.6	0.3
	3.ひねりか側屈	0.0	0.1
	4.後屈	1.9	46.7
背部	1.まっすぐ	5.1	49.5
	2.前屈か後屈	0.2	0.4
	3.ひねりか側屈	0.0	0.5
	4.ひねりと側屈	0.0	0.0
上肢	1.両腕とも肩より下	1.5	3.5
	2.片腕が肩の高さか上	1.5	8.8
	3.両腕が肩の高さか上	2.3	38.2
下肢	1.椅子座	0.0	0.0
	2.両脚曲げずに立つ	2.8	31.6
	3.片脚曲げずに立つ	2.2	15.9
	4.両膝曲げて立つか中腰	0.1	0.1
	5.片脚曲げて立つか中腰	0.0	0.2
	6.片方または両方の膝立ち	0.0	0.0
	7.歩行または移動	0.2	2.7



JV

慣行

③収量性・果実品質 「早期多収」

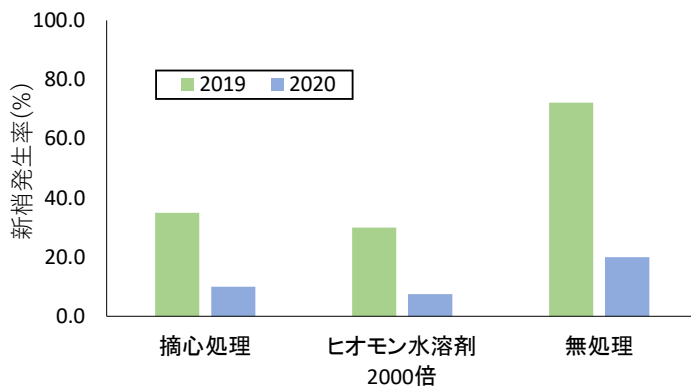


- ・「幸水」2年生苗を定植後6年目には累積収量が7.9t/10aとなり、慣行の4本主枝よりも5.9t/10a多い
- ・2017年～2020年の果実品質の平均値は、果実重309g、12.3Brix%であった

ナシ「幸水」ジョイントV字トレリス樹形の累積収量と果実品質(2017年～2020年)

樹形	累積収量 (t/10a)	果実重 (g)	地色	Brix%	pH	硬度 (lbs)
J V	7.9	309	3.9	12.3	5.3	5.0
4本主枝	2.0	323	4.1	12.8	5.4	5.1

④植物成長調節剤による新梢伸長抑制効果 「摘心作業の省略」



- ・植物成長調整剤(新梢伸長抑制剤)の散布による摘心作業の省力化を検討
- ・摘心処理区(慣行)では、5月下旬、7月上旬の2回、摘心した
- ・ヒオモン水溶剤2000倍を満開30日後(5月上中旬)に散布すれば、摘心処理区と同等の新梢発生率となることから、摘心作業の省略が可能

⑤側枝仰角の検討 「最適角度60°」

各側枝仰角における側、層別の相対日射量(2018/6/4～6/5)

側枝仰角		1層日射量 (%)	2層日射量 (%)	3層日射量 (%)	平均日射量 (%)
50°	外側	19.3	21.9	24.6	27.3
	内側	30.6	32.5	34.8	
	平均	24.9	27.2	29.7	
60°	外側	28.5	33.4	36.1	37.2
	内側	43.5	45.2	36.9	
	平均	36.0	39.3	36.5	
70°	外側	27.1	37.3	37.0	34.0
	内側	33.1	38.5	30.6	
	平均	30.1	37.9	33.8	

- ・樹冠形成の上で重要となる「側枝仰角」について、受光態勢と作業性の面から検討した
- ・積算日射フィルムを用いた受光量計測の結果、側枝仰角60°の平均日射量が37.2%と最も高くなった
- ・収穫などの作業時間や作業負荷(OWAS法による調査)の結果(データ略)から側枝仰角60°が最も省力的であると判断された

自動化機械活用による省力効果

AIプロジェクトでは、機械化樹形で適用可能ないくつかの自動化機械を開発しました。それらの機械、ロボットを利用した場合、以下のような省力効果が認められました。ただし、各機械の市販化は現時点では未定です。

自動走行車活用による作業支援効果

自動走行車を摘果、収穫、せん定などの管理作業の支援に活用することができ、同じ樹形で自動走行車を使用しない場合と比較して収穫作業は11%、せん定作業は9%の作業時間削減につながります。



収穫



せん定

自動走行車による運搬作業支援

自動走行車牽引型の防除機・草刈り機による作業の自動化

自動走行車牽引型自動防除機の活用により、付着を維持しながら、薬剤散布を自動化することで、作業時間を62%減らすことができます。

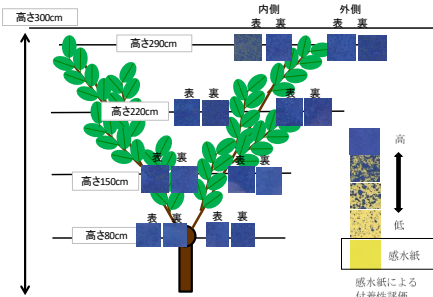
自動走行車牽引型草刈機の活用により、除草作業を自動化することで、作業時間全体を69%減らすことができます。



自動走行車牽引式防除機による自動防除



自動草刈機による下草管理



感水紙による付着性評価

平均付着率(散布量210L/10a)

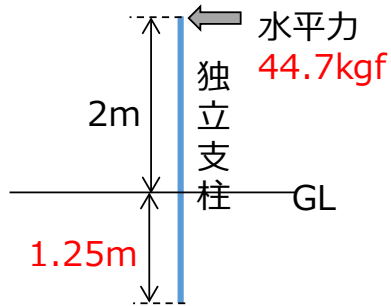
6月	66.5%
8月	58.3%
10月	71.2%

(慣行SSによる散布と有意差なし)

神奈川県農業技術センター

機械化樹形における果樹棚（支柱）の設置

作業用機械が無人で走行する機械化樹形の場合、果樹列の足元は、機械の移動を阻害しないよう、構造物をたてることができません。しかし、何らかの果樹棚で果樹を支える必要があります。「1本足」の杭（くい）構造であれば、それが可能です。

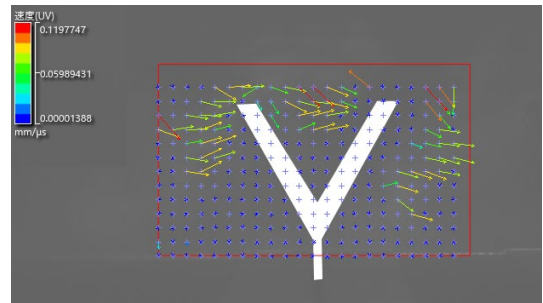


設計した果樹棚用の支柱
(これに左右の腕を付けたものが実際の支柱です)

支柱の合理的な設計は、支柱自体の強さと、それを支える地盤の強さが釣り合っていることです。固い地盤に細い直径の鋼管をたてた場合、鋼管は地表面付近で折れ曲がってしまいます。一方、とても頑丈な鋼管を弱い地盤に差し込んだ時は、地盤が鋼管を支えられずに鋼管が転倒してしまいます。

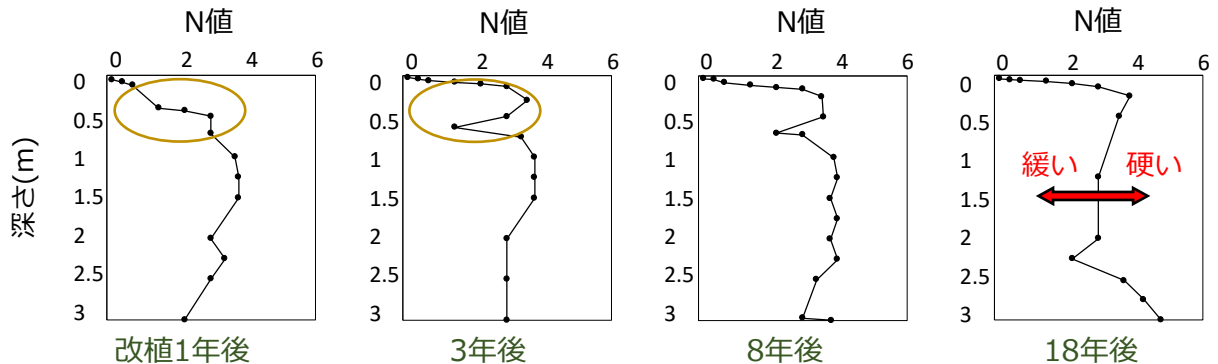
直径48.6mm、肉厚2.4mmの鋼管を使って左図のような支柱を建設する場合、地盤への差し込み深さが1.25m程度で合理的な設計となります。

果樹は枝や葉の間を風が通り抜ける際、風圧力として果樹や果樹棚を倒す力に変わります。農林水産省構造改善局（1987）「土地改良事業計画指針-防風施設-」のネットの計算式を代用すると、支柱を4m間隔で設置した場合、高さ2mにおける19.97m/sの突風に耐えられることになります。（注：参考値なのでさらに詳細な実験が必要です）



果樹棚が受ける風、通り抜ける風

地盤の強さは土をかき乱したり水を含んだりすると小さくなります。逆に、重りや機械を使って地上から押し固めたり、排水条件を改善すると強くなります。果樹の植え替えで土をかき乱しても、1年程度で深さ50cm以下の土は強くなりました。果樹の葉が茂りだす数年後には、地表近くのほとんどの土の強さが回復します。

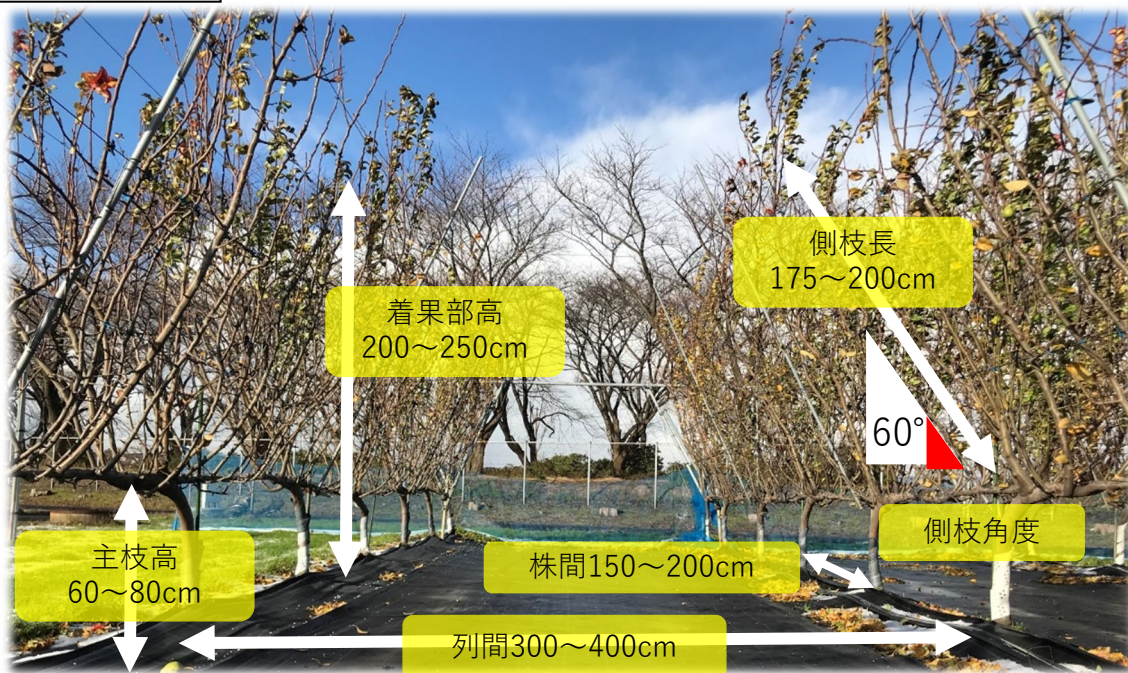


果樹園の地盤の強さの改植後の経年変化（弱い箇所も徐々に強くなっていきます）

「(セイヨウナシ)「ル レクチエ」 ジョイントV字トレリス樹形」

新潟県農業総合研究所園芸研究センター

樹形の概要



「樹と樹をつなげる」発想から生まれたニホンナシのジョイント栽培(平棚)は早期成園化やせん定作業の省力化が図られ、全国のナシ産地に導入が進んでいます。新潟県ではニホンナシと合わせてセイヨウナシ「ル レクチエ」を平棚で栽培してきた歴史があり、「ル レクチエ」でのジョイント栽培についてもその適応性を明らかにし、導入を推進してきました。

今回、主枝高を60~80cmとし、そこから側枝を斜立させて上方に伸長させV字の樹冠を形成する「ジョイントV字トレリス樹形」(写真)を開発しました。平棚栽培では枝の伸長方向が水平となるため、先端部の弱体化や徒長枝の発生が多く、花芽着生を妨げる原因となっていました。ジョイントV字トレリス樹形では先端部の強化と徒長枝の発生抑制が同時に行えるため、安定生産が可能となります。あわせて早期成園化や省力軽労化も図れることから、産地活性化のための有効な栽培技術です。また、単純化された樹形は大型機械の導入が可能となり、果樹栽培を機械化・大規模化するための基本技術であると考えられます。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ジョイントV字トレリス樹形の特徴
- ・栽培の基本
- ・年間労働時間の削減と経営試算
- ・機械化樹形の具体的な効果

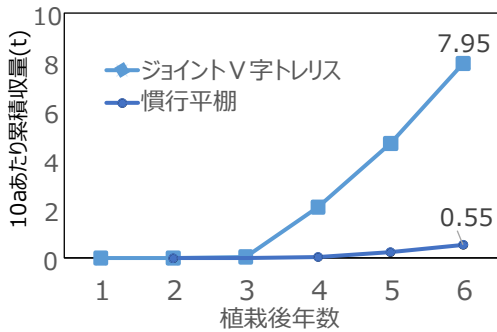


「(セイウナシ)「ルレクチエ」ジョイントV字トレリス樹形」

樹形の特徴

早期成園化が可能

植栽しジョイントすることにより骨格枝が完成するため、植栽後3年目から着果が始まります。4年目以降は収穫量が増加し、6年目の累積収量で8t/10a程度となり慣行栽培に比べ大幅に増加します。



樹形の違いと累積収量の推移



上向き作業が減り
楽な姿勢で作業可能

作業の省力・軽労化が可能

ジョイントV字トレリス樹形は主枝が一直線になり、仰角60°で側枝が壁状に配置される樹形です。そのため作業動線も直線的になり効率的に作業ができます。また、棚栽培と違い上向きや肘が肩より上がる筋骨格に負担の大きい作業が少なくなります。

機械導入による大規模化

他樹種との樹形の統一により機械の共通利用が可能となりました。自動走行車を使った草刈り、農薬散布、運搬作業などの自動化が進んでいます。また収穫ロボットの開発も行われており、作業の集中により労働力が不足していた収穫作業が大幅に省力化できます。これらの機械化・自動化によりこれまで不可能だった規模での果樹栽培が可能になります。



自動走行車を利用した農薬の
無人散布実証

栽培の基本

① 圃場、苗木の準備と植栽

苗木ほ場での集中管理によるポット大苗の養成

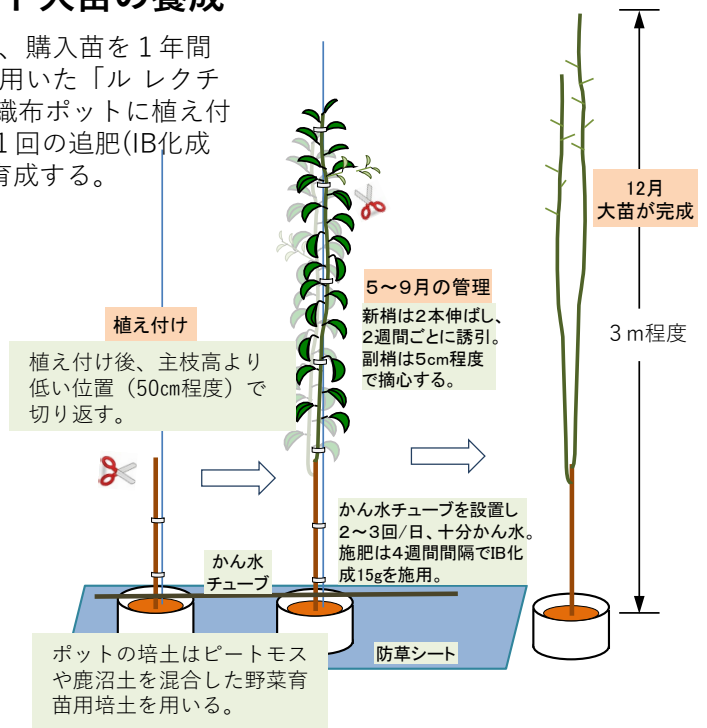
「ルレクチエ」は大型苗木での流通がないため、購入苗を1年間養成する必要がある。優良系のマメナシ台木を用いた「ルレクチエ」苗を8号規格(直径24cm、高さ25cm)の不織布ポットに植え付け、1日2～3回、約2Lのかん水と4週間に1回の追肥(IB化成15g/ポット)を施用し、長さ3m程度の苗木を育成する。

圃場の整備(V字トレリス施設)

畑の形状、起伏、排水性等を考慮し植栽方向を決定するが、日照条件から南北方向に樹列を配置するのが一般的である。列間は機械化を想定し4mとするが、ほ場の形により狭くする場合は、樹列の両端に4m程度の枕地を確保し、植栽図を作成する。植栽図に基づいて、V字トレリス施設(ニホンナシの項目参照)を設計、施工する。

植栽とジョイント

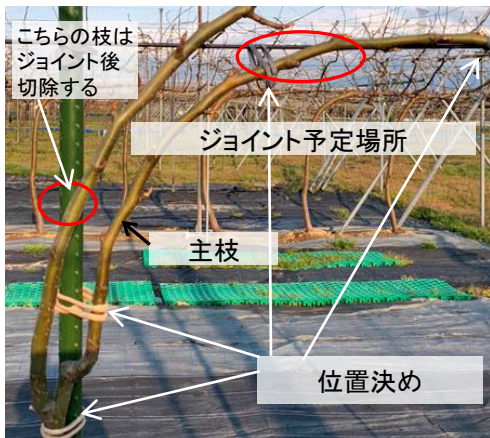
大苗は春植えとし、樹間は1.5～2mで苗の長さに応じて隣接樹とジョイント可能な距離で植え付ける。4月中に主枝のジョイント(接ぎ木)を行う。



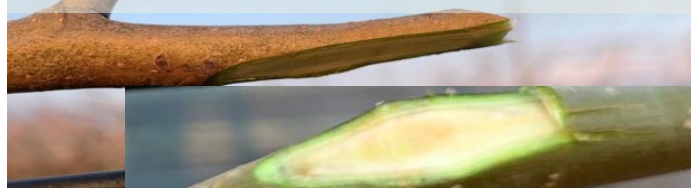
不織布ポットを利用した大苗の養成方法

ジョイント前のポイント

- ①主枝誘引線が水平に張られていること
- ②支柱で主幹をしっかり固定する
- ③主枝を曲げて誘引、位置決め



【先端側】基部側の面と合うように下側を平らに削り、上側も切り込み、くさび形にする



【基部側】棚線と水平になるあたりを平らに削り、先端部を差し込む切れ込みを作る



【ジョイント部の固定】ビニールテープを棚線ごと巻き込んで固定する。テープと主枝の隙間に癒合剤を塗り、乾燥防止を図る。主枝の肥大に伴い、テープが伸びるので翌春までテープをはずす必要はない。

②生育初期～夏季の管理と側枝養成

1年目

主枝上の芽は発芽するが、50cm以上伸長するのは1～3本程度で、ほとんど短～中梢となる。そのため1年目の生育期はジョイント位置より下の部分の芽かきやジョイント位置に近い主枝基部の徒長枝を切除し、強い新梢が発生しないようにする。



ジョイント部分(左)
と枝の発生状況(下)



2年目

1年枝の頂芽が伸長してくるので、誘引線に届いた枝からゴムバンド等で固定し側枝候補枝として養成する。頂芽が花芽となる枝もあるが、摘らいして新梢の発生を促す。



3年目

2年目と同様に先端の新梢を誘引しながら伸長させる。側枝の伸長方向が上方となるため側枝先端部以外からの新梢発生は少ないが、7～8月頃に先端以外の背面に伸びている新梢を切除する。側枝基部の花芽があれば積極的に受粉して着果させる。

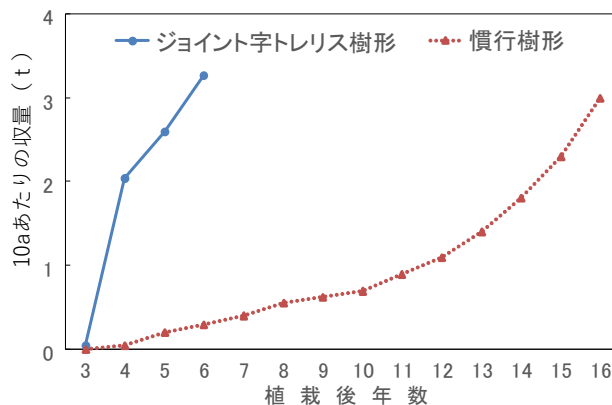


③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

- ・定植後1、2年目は着果させずに樹体の育成を行う。

定植後 年数	目 標	
	着果量 (果/10a)	収量 (t/10a)
4年目	6,500	2.0
5年目	7,500	2.5
6年目	9,000	3.0



ジョイントV字トレリス樹形と慣行栽培の収量比較
(ジョイントV字トレリス樹形は実測値、慣行樹形は新潟県栽培指針目標値)



6年目の着果状況

ジョイントV字トレリス樹形の収量構成要素

- 樹間 2.0m
- 側枝間隔 30cm (12本/樹)
- 側枝長 2.0m
- 着果果数 1側枝 6果
(隔年結果があるので着果位置に偏りはある。)

着果管理について

4年目から収量が大幅に増加して、本格的な着果管理が必要となる。

・摘らい

「ルレクチエ」の花芽は2～3年枝以上に着生するが着果すると翌年は中間芽または盲芽となりやすい。また、開花は貯蔵用分の大きな消耗であるため、開花前の摘らい作業は果実品質の向上のほか、翌年の花芽確保ために重要な作業である。ジョイントV字トレリス樹形では樹形の効果から花芽の着生が安定している傾向があるが、開花4～5日前までに短果枝群のうち、1果そうは必ず摘らいする。

・受粉

「ルレクチエ」は単為結果もみられるが実どまりが不安定で変形果の発生も多いため、確実な受粉作業が必要となる。1花そう2～3花に受粉する。ジョイントV字トレリス樹形では植栽3年目から開花するが、若木のうちは受粉しても着果が不安定である。

・摘果

受粉後、2回の落果ピークがあり、1回目は満開後20日くらいまでの間にみられる不受精果の落果である。1果台のうち60%以上がこの期間内に落果し残る果実は3果前後となる。2回目は受粉後30～45日後で摘果や袋かけ作業のタイミングを計る必要がある。機械導入を想定した場合、背面部への着果は不要となるためすべて摘果する。

・袋掛け

果面汚れ防止や病害虫から保護するために袋掛けは必須であり、6月上旬までに終了する。

④せん定管理（側枝の養成と更新）

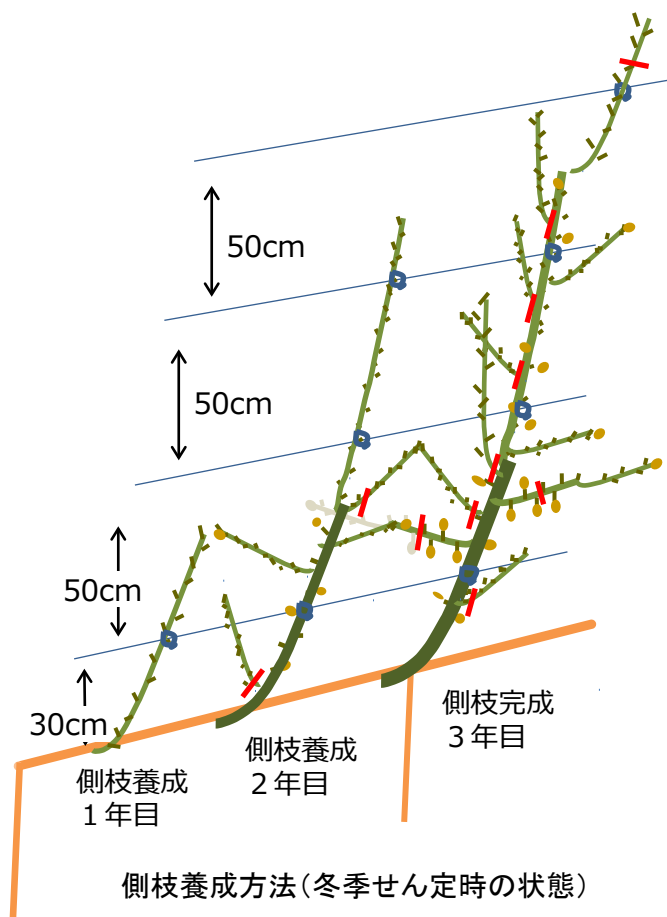
「ルレクチエ」の側枝養成方法

「ルレクチエ」はえき花芽が着生しないため2～3年かけて中短果枝が着生した側枝を養成する必要がある。

1年目：更新した側枝切り口等から発生した新梢を誘引線に固定する。冬季せん定では太さ8mm程度の枝を残し、10mm以上の枝は切除する。先端の切り詰めはしない。

2年目：頂芽と競合する先端部は1本に整理し、棚線ごとに誘引しながら伸長させる。2年枝部分には短果枝が着生する。中果枝は花芽3～5芽で切り戻し、短果枝群として維持する。

3年目以降：側枝が完成する。直径が3cmになったものや側枝基部の花芽が維持できなくなり着果量が少なくなってきた側枝は更新を図りながら生産性を維持する。側枝を切除することにより切り口から新しい枝が発生するため、側枝候補枝としてあらかじめ多めに準備しておくことスムーズに更新できる。



せん定の手順（例）

1 更新する側枝の切除

側枝間隔30cmを目安とし、切除しても間隔30cm以内が維持できるように更新する。切除する側枝は①直径が3cm以上の太い側枝、②花芽の着生が少ない側枝、の順番で優先して更新する。切除の際は側枝基部外側のしわ（節）にある芽を残し、新しい側枝の発生を促す。

2 側枝先端の整理

側枝養成2年目以降の側枝先端部は新梢の発生が旺盛なため、先端1本に整理する。誘引線の最上段まで到達したら毎年その位置で切除し、先端2本を残す。

3 背面枝の切除

背面枝（誘引線の内側に発生した枝）は管理作業が困難で日影を作りやすいため、基部から切除する。

4 側枝の誘引

誘引線に側枝間隔が一定となるようゴムバンド等で固定する。

5 中短果枝の整理

花芽が3～5芽になるように中果枝の切り詰めや混み合った短果枝を整理する。

年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間の慣行樹形との比較

セイヨウナシの省力化試算（新樹形+機械）

セイヨウナシ	慣行樹形 ² 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形+機械 労働時間(h)	樹形+機械 削減率(%)
年間作業合計	316.2	248.8	21.3	222.2	29.7
施肥・土壌改良	8.5	8.5	0.0	8.5	0.0
整枝・せん定	40.7	30.2	25.8	20.1(注)	50.6(注)
除草	4.5	4.5	0.0	0.9(注)	80.0(注)
防除	6.5	6.5	0.0	1.3(注)	80.0(注)
人工授粉	20.5	13.1	36.1	13.1	36.1
摘らい・摘果	18.0	14.4	20.0	14.4	20.0
袋掛け	68.0	52.6	22.6	52.6	22.6
新梢管理	10.0	7.0	30.0	7.0	30.0
収穫	35.0	7.5	78.6	3.5(注)	90.0(注)
追熟・調整	92.0	92.0	0.0	92.0	0.0
管理・間接労働	12.5	12.5	0.0	8.8	30.0

(注) 自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間および削減率を記載

²慣行樹形の作業時間は新潟県経営試算表の値を使用。一部作業は実測値も含む。

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支(10aあたり)）

セイヨウナシ ジョイントV字トレリス樹形

(新潟県 作成)

年次	支出			収入			
	項目 ²	金額 (円)	摘要	収量 ³ (kg/10a)	単価 ⁴ (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	1,892,000		0		0	
	(内訳) V字トレリス資材	1,000,000	V字トレリス・列間4.0m				
	V字トレリス施工費	500,000					
	種苗費	300,000	150本×@2,000、125本/10a+予備25本				
	接ぎ木資材	50,000					
	肥料費	15,000					
	農薬費	12,000					
	諸材料費	10,000					
	光熱水費	5,000					
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	84,323	肥料、農薬等	0		0	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	90,213	出荷資材等 134円/kg	50	800	40,000	
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	319,923	出荷資材等 134円/kg	2,000	800	1,600,000	
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	378,823	出荷資材等 134円/kg	2,500	800	2,000,000	
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	437,723	出荷資材等 134円/kg	3,000	800	2,400,000	
累計		3,203,005		7,550		6,040,000	

²H20新潟県経営試算表より各項目の費用を算出した

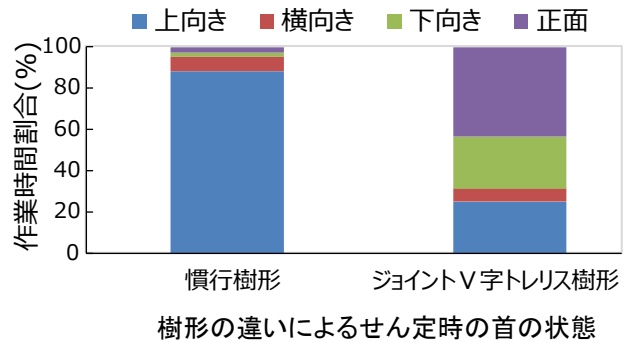
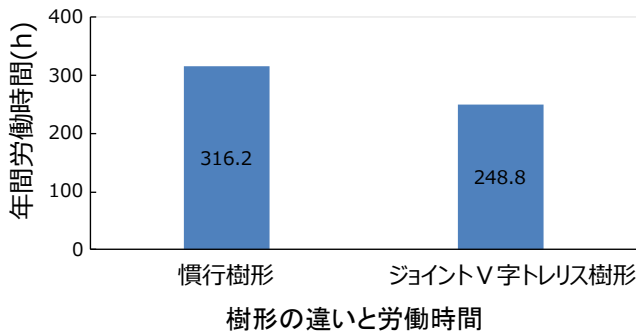
³試験結果に基づく収量から設定した目標値

⁴標準的な直売単価を想定（暫定値）

機械化樹形の具体的な効果

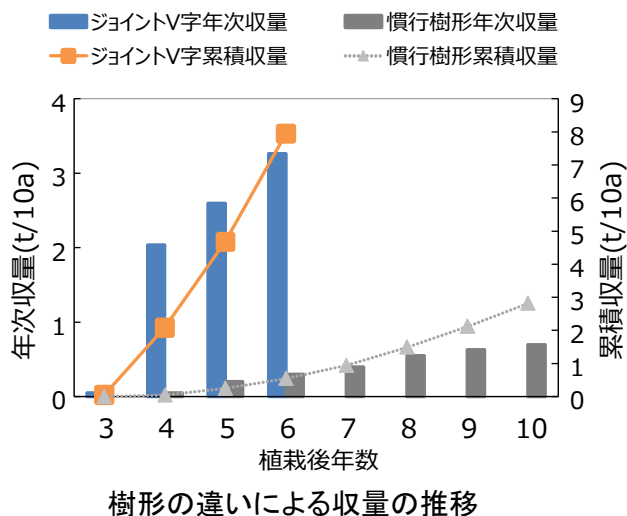
①作業の省力化、軽労化等

- ・年間作業時間は、ジョイントV字トレリス樹形の効果により慣行樹形に比べ21.3%減少します。さらに今後開発される自動収穫機などの作業機械を組み合わせることにより、さらに省力化が可能です。
- ・せん定作業において上向きの作業が慣行栽培に比べ大幅に減少し、正面を向いての作業姿勢が増えることにより、体への負担が減り軽労化が図られます。



②早期多収等

- ・植栽4年目から収量が増加し、6年目で慣行栽培の成園並み収量である3 t/10aに到達します。累積収量でも6年目で8 t/10aとなり、慣行栽培に比べ8倍以上の収量となります。
- ・果実品質は、慣行平棚栽培の成木と比較しても差がなく、果実重400g、糖度15%と十分な品質の果実となります。

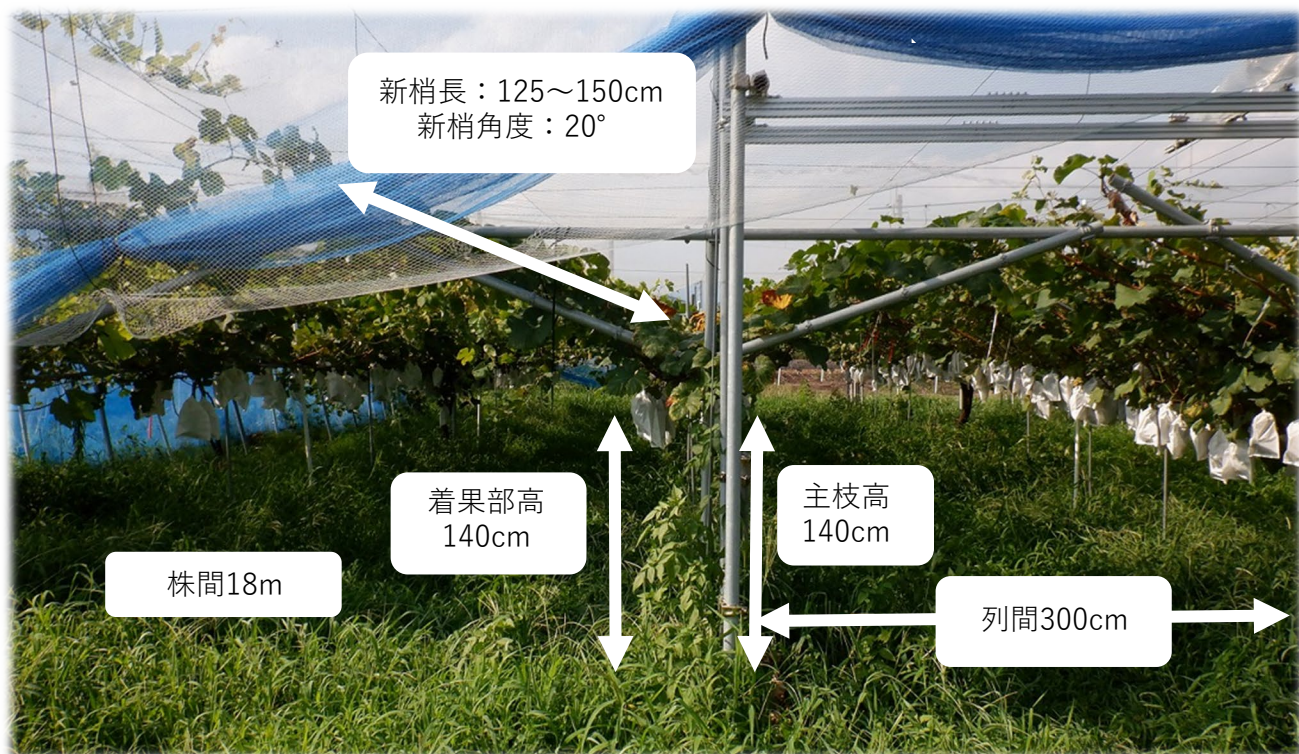


果実品質

樹形	果実重 (g)	果皮色 (CC値)	果肉硬度 (lbs)	糖度 (%)	pH
ジョイントV字トレリス	411.3	9.5	2.8	15.0	4.0
慣行平棚	419.1	9.8	2.4	15.5	3.8

注)ジョイントV字トレリス樹 樹齢6年生
平棚栽培樹 樹齢30年生のデータ

樹形の概要



ニホンナシ等で早期成園化や各管理作業の省力化を図るため、ジョイント栽培の導入が進んでいます。さらに、主枝高を従来のジョイント栽培より低くした「ジョイントV字トレリス樹形」において、一部の管理作業の機械化や自動化を進めるため汎用性の高い機械の開発が行われており、機械に合わせた樹形作りが求められています。

ブドウ栽培においては、省力樹形である短梢せん定栽培が普及しており、機械化に最も適していると考えられるのが、Y字樹形です。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ブドウY字樹形の特徴・主要成果
- ・栽培の基本
- ・年間労働時間の削減と経営試算
- ・機械化樹形による作業の省力化・軽労化

「(ブドウ) Y字樹形」

樹形の特徴・主要成果

樹形による省力化と軽労化

年間作業時間の削減（3.4%（試算値））

上向き作業の減少（新梢誘引、果房管理、袋掛け作業など）

新梢管理装置による省力化

摘心作業の省力化

機械導入による省力化と軽労化

自動走行車の作業支援による防除と除草の省力化

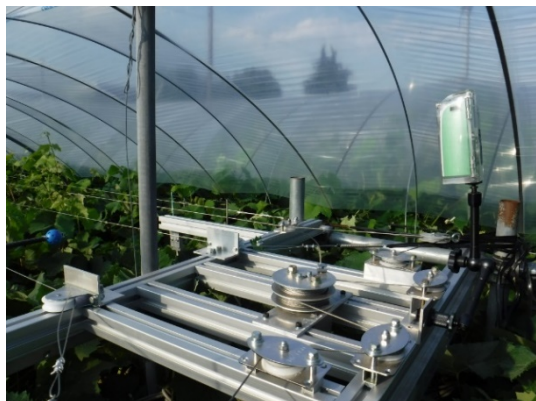
年間作業では5%削減（試算値）

果房管理の省力化

贈答用と家庭用の需要の二極化に対応した果房管理方法



ゴルフカートを改造した
自動走行車



新梢管理装置



上向きの少ない作業姿勢(左)、慣行(右)



新梢管理装置の接触棒の動作状況



省力的な房作り(左)、慣行の房作り(右)

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

植栽方法

栽植本数は、台木や土壌の肥沃度などによって決めるが、台木が5BBで土壌が火山灰土壌の場合、10aあたり10～18本である。

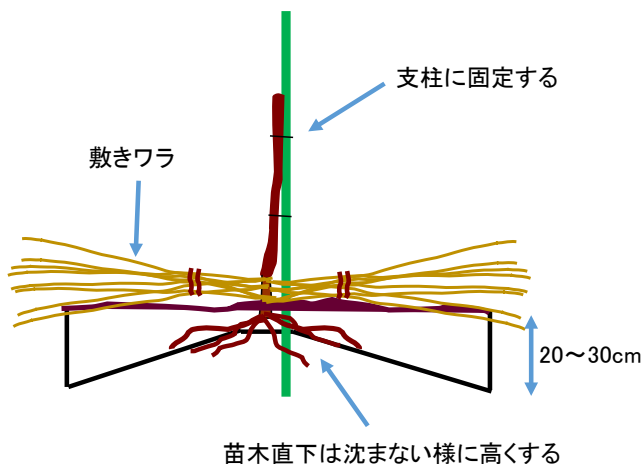
また、植え付け当初は最終栽植本数の3倍程度を植え付け、樹冠拡大に伴って間伐して適正本数にする計画密植法が一般的である。

植え付けは、落葉後から発芽までの休眠期に実施するが、秋植え（10/下～11/下）と春植え（3/中～4/上）がある。初期生育は秋植えが良いが、乾燥する地域や寒冷地では春植えする。

植え穴は図の様に大きめにし、土壌改良を行った後に植栽する。この時、窒素が多いと新梢が軟弱徒長するので、窒素成分の高い堆肥は施用しない。

苗木は、発根を良くするために根の先を切り揃えてから、根を四方に広げ根と土がなじむようにかん水しながら植え付ける。特に、深植えにならない様に台木半分程度が地上部に出る様にする。

新梢の誘引のために支柱を立て、乾燥防止のためにワラを敷く。



②生育初期の管理と主枝の養成

主枝候補となる新梢は、次年度の芽が上下ではなく、左右に配置できるように、副梢を誘引線に止めるなどして、こまめに誘引する。また、新梢の揃いを良くするため、できるだけ水平に誘引する。



芽が上下になってしまうと、次に発生する新梢の強さに差ができてしまう。



主枝が水平になっていないと、次に発生する新梢の強さに差ができてしまう。

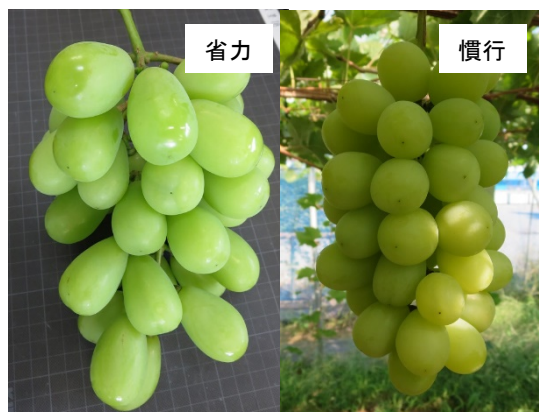
③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

定植後1、2年目は着房させずに樹体の育成を行う。

目標収量は、定植後の年数や樹勢に応じて決定する。シャインマスカットの目標果房重600gの場合、2年生苗の定植3年目には900房/10a、4年目に1800房/10a、5年目（成園）以降は2700房/10aの着果が可能である。

定植3年目	0.5 t/10a
定植4年目	1.1 t/10a
定植5年目以降	1.6 t/10a



着果管理について

慣行では、最終着房数の1.5倍程度の花穂を花穂整形・ジベレリン処理した後に、摘房して最終着房数にする。房締まりの良い房を作るためには、多くの労力がかかる。

省力方法では、粒売りも想定し、粗着な房を作る。ジベレリン処理をする前の花穂整形を省き、人為的に花ぶるいをさせることで、摘粒をする必要のない粗着な房になる。

房で販売できるものは房で販売し、粗着な房は粒売りにする。個粒にする作業が加わるものの、最終着房数の数だけジベレリン処理をして、摘房・摘粒を省くことで大幅な省力化が可能になる。



④せん定管理

せん定は、基本的な短梢栽培のせん定と同じである。

1芽または2芽を残し、残す芽の1芽先の芽だけ切除する犠牲芽せん定を行う。もし、発芽不良によって芽座が消失してしまった場合には、近くの芽座から新梢を誘引し、棚面を埋めるようにする。

主枝候補となる新梢は、次年度以降の芽座を確保するために、発芽前の3月上旬頃には必ず芽キズを入れるようにする。



年間労働時間の削減と経営試算

① Y字樹形および機械の導入による省力効果（試算：10aあたり）

ブドウの省力化試算（新樹形＋省力化技術＋機械）

作業項目	慣行 作業時間 (h)	樹形 ＋省力化		＋機械化		活用技術
		作業時間 (h)	削減率 (%)	作業時間 (h)	削減率 (%)	
年間作業時間	422.5	327.5	22.5	257.6	39.0	
せん定	13.5	13.5	0.0	9.6	29.0	自動走行車 ^{注1}
新梢誘引・摘心	23.9	18.2	23.8	18.2	23.8	樹形による効果
新梢管理	49.9	49.9	0.0	9.1	81.8	省力器具による新梢伸長抑制 ^{注2}
施肥・防除・除草	30.7	30.7	0.0	14.3	53.5	自動走行車
花穂整形・ジベ処理・摘房	51.9	30.1	41.9	30.1	41.9	樹形、房数減による効果
摘粒	64.8	0.0	100.0	0.0	100.0	省力方法による効果
袋かけ	16.1	13.3	17.4	13.3	17.4	樹形による効果
収穫・調製	114.1	114.1	0.0	137.3	-20.3	調製作業は増加
その他の管理	57.7	57.7	0.0	25.7	55.5	ビニール張り等の省力 ^{注3}

注1：自動走行車（市販化未定）を利用した場合の作業時間及び削減率を記載。

注2：新梢管理装置（市販化未定）を利用した場合の作業時間及び削減率を記載。

注3：自動走行車の利用により、防除の労力が削減されるため、防除の回数を増やすことで、雨よけビニール張りを省略した場合の作業時間及び削減率を記載。

② キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支）

ブドウ Y字樹形

（群馬県 作成）

年次	支出			収入			
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	2,355,000		0		0	
	(内訳)						
	支持支柱・棚資材	1,200,000	Y字棚・列間3m				
	支柱・棚施工費	600,000					
	防鳥ネット	150,000					
	防鳥ネット施工費	270,000					
	種苗費	70,000	14本/10a				
	肥料費	10,000					
	農薬費	25,000					
諸材料費	20,000						
光熱水費	10,000						
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	80,000	肥料、農薬等	0		0	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	110,000	出荷資材含む	480	1,400	672,000	すべて直売
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	145,000	出荷資材含む	960	1,400	1,344,000	すべて直売
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	170,000	出荷資材含む	1,450	1,400	2,030,000	すべて直売
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	170,000	出荷資材含む	1,450	1,400	2,030,000	すべて直売
累計		3,030,000		4,340		6,076,000	

^z 支持支柱、棚資材、施工費、苗等は単価により変動あり

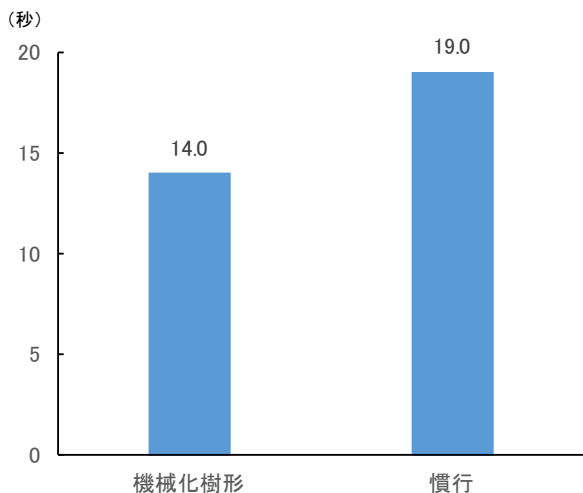
^y 成園時の収量は、シャインマスカットの収量(1600kg/10a) とその他品種の収量(1300kg/10a) の平均。

^x 単価は、シャインマスカットの単価(1500円/kg) とその他品種の単価(1300円/kg) の平均。

・栽培開始5年目で収入が支出を上回り、6年目で収入607万6千円、支出303万円と試算される。

機械化樹形による作業の省力化・軽労化

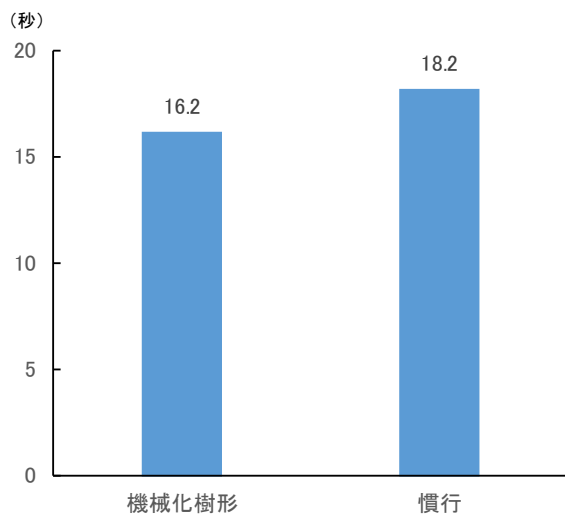
新梢の誘引、花穂整形、ジベレリン処理、摘粒、袋掛けなどの作業において、上向き作業や両腕を肩の高さよりも高く上げる作業の割合が減ることにより軽労化が図られます。



1新梢あたりの誘引作業時間



新梢の誘引作業 機械化樹形(左)、慣行(右)



1房あたりの袋掛け作業時間



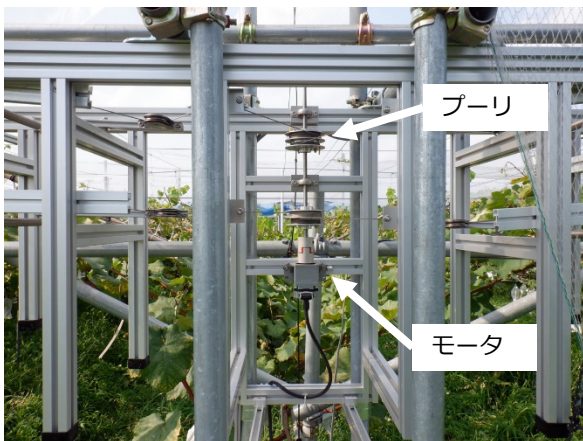
袋掛け作業 機械化樹形(左)、慣行(右)

- ・新梢の誘引作業について、慣行では上向きの作業が多くなるが、機械化樹形では、上向きの作業が少なく、1新梢あたりの誘引作業時間も26%削減できる。
- ・袋掛け作業も新梢の誘引作業と同様に、上向きの作業が少なく、1房あたりの袋掛け作業時間は11%削減できる。

新梢管理装置の開発

ブドウはつる性の植物で、枝の伸長が旺盛である。1年間に3~5m伸びる新梢もある。新梢管理は果実品質を向上させる重要な作業であるが、棚より上に手を伸ばして、副梢を切除するため、労力がかかる。さらに、果房管理等の作業が集中する時期に行う必要があるため、自動で新梢管理を行う装置を開発した。なお、装置の市販化については、現時点で未定である。

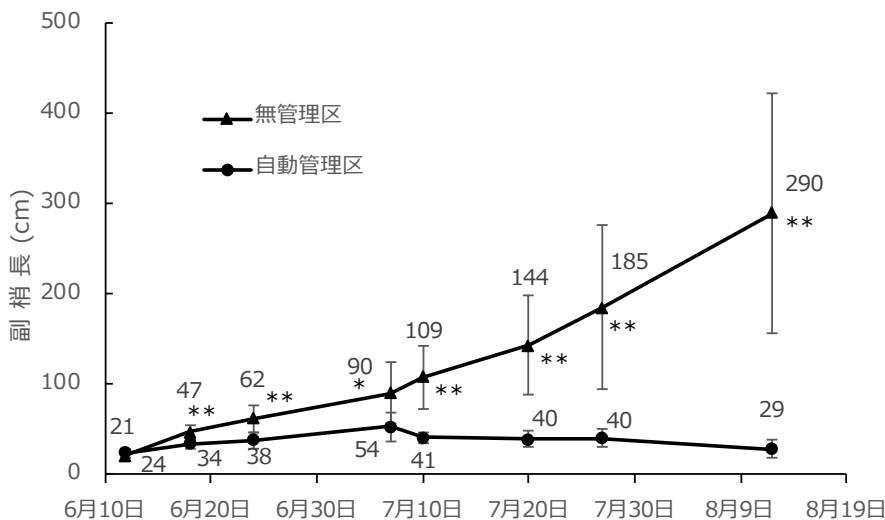
接触棒は葉の上を移動するため、平棚だと横に伸長する新梢先端を接触することができないが、棚をY字にすることで、伸長が旺盛な新梢先端を接触することができる。



新梢管理装置



接触棒の動作状況



副梢の伸長抑制効果

t検定により、*は5%水準、**は1%水準で有意差あり。
エラーバーは標準偏差を示す。

群馬県農業技術センター

樹形の概要



福岡県では、早期成園化、栽培管理の省力・軽労化を目的として、神奈川県で開発されたナシのジョイント仕立てをカキに応用したジョイントV字樹形の開発を進めてきました。

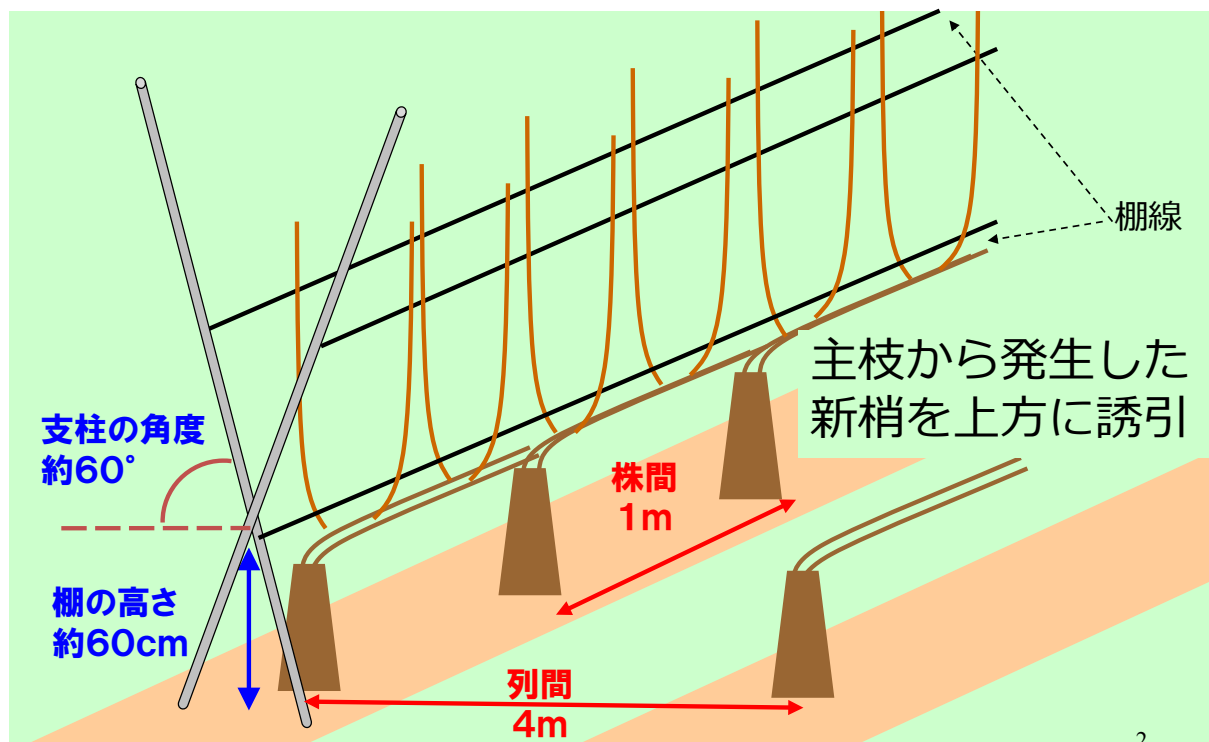
本事業では、「太秋」で開発したジョイントV字樹形のお他品種での適応性を栽培特性の異なる「早秋」や「富有」において検討しました。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ ジョイントV字トレリス樹形の概要・特徴
- ・ 栽培の基本
- ・ 年間労働時間の削減と経営試算
- ・ 機械化樹形の具体的な効果

「(カキ) ジョイントV字トレリス樹形」

樹形の概要



2

樹形の特徴

慣行栽培 (開心自然形)



- 高樹高、複数主枝
→ 成園化までに時間
→ 重労働、労働時間多
→ 作業が複雑、高度

ジョイントV字樹形



- 密植可能
- 低樹高、直線的樹形
→ 早期成園化
→ 省力、軽労化

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

苗木の調達（注意点）

- ・長さ2m程度の1年生苗を切り戻さずに調達する。
※大苗育苗の効果は小さい。



圃場の整備（支持施設）

- ・前頁「樹形の概要」を参照し棚を設置する。

植栽方法

- ・隣接樹に接ぎ木できる間隔で定植。
（苗長2mで株間1m程度が目安）



ジョイント接ぎ木方法

- ・接ぎ木ジョイントは、切り接ぎナイフと結束バンド、癒合剤を使って行い、水平主枝を完成させる。

※接木部の枯れ込みを防ぐため、接木部より先端側に数芽残す。



①先端部の処理



②基部側の面取り



③接木部の結束



④癒合剤の塗布



※樹列の最先端は高めに維持

②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

新梢管理

主幹部より発生した新梢はすべて取り除くが、主枝部から発生した新梢は、混み合う場合以外はすべて残しておく。



結束バンド調整

主枝の成長に伴い結束バンドがくい込み始めたら、1本ずつ場所を変えて、再度締め直す（1～2か月間隔程度）。2年目以降も同様に行い、十分癒合していれば、3～4年目にバンドを外す。



③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

「早秋」	定植3年目	1.8t/10a
	定植4年目以降	2.0t/10a
「富有」	定植3年目	1.3t/10a
	定植4年目以降	1.5t/10a

※定植1年目の生育が良好な場合は、定植2年目から着果可

着果管理について

摘蕾：開花までに1結果枝1蕾に摘蕾

摘果：7月上旬までに奇形果等を摘果

「早秋」では葉10枚に1果、「富有」では葉15枚に1果程度が目安

④せん定管理

2年目のせん定

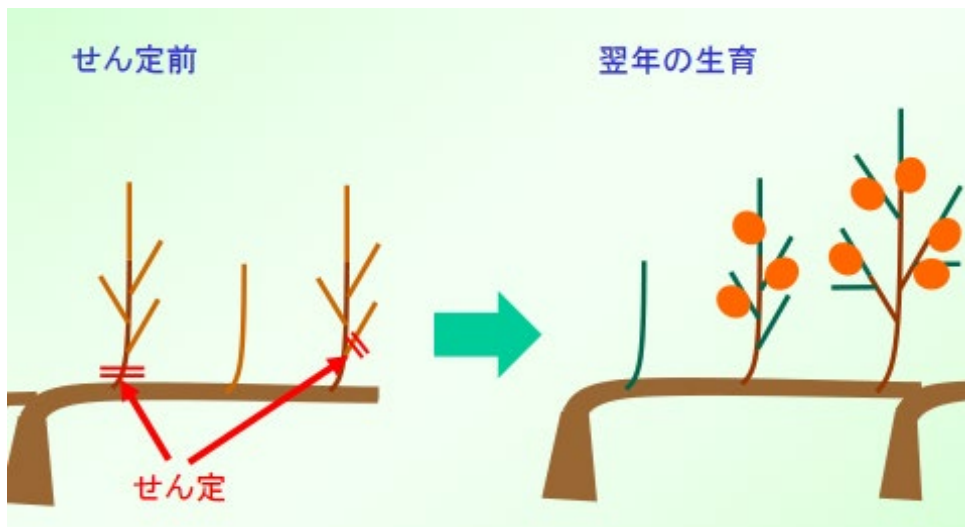
- ・発生した新梢のうち、充実のよいものを残し、片側40～50cm間隔で配置する。
- ・基部付近の直上枝は強大化し、先端側の主枝の太りを妨げるため、できるだけせん除する。
- ・弱い新梢はそのままにして育成する。
- ・主枝先端は接ぎ木の癒合を促進するために維持する。



残すもの以外は、予備枝が発生するよう基部を少し残して切り返しを行う

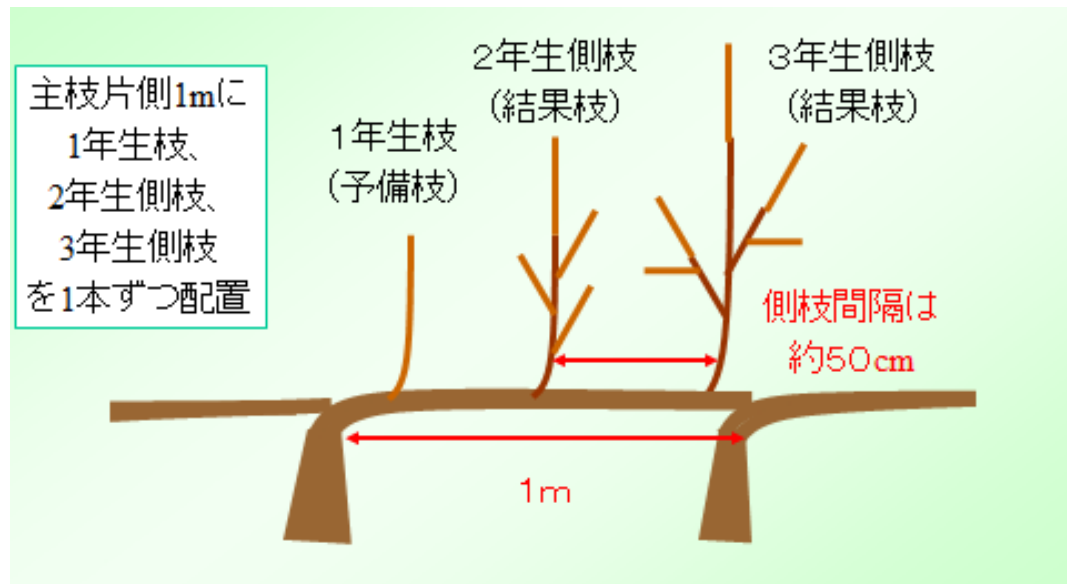
3年目のせん定

- ・3年目のせん定では2年生側枝のうち先端側の側枝を残し、基部側の側枝をせん除する。

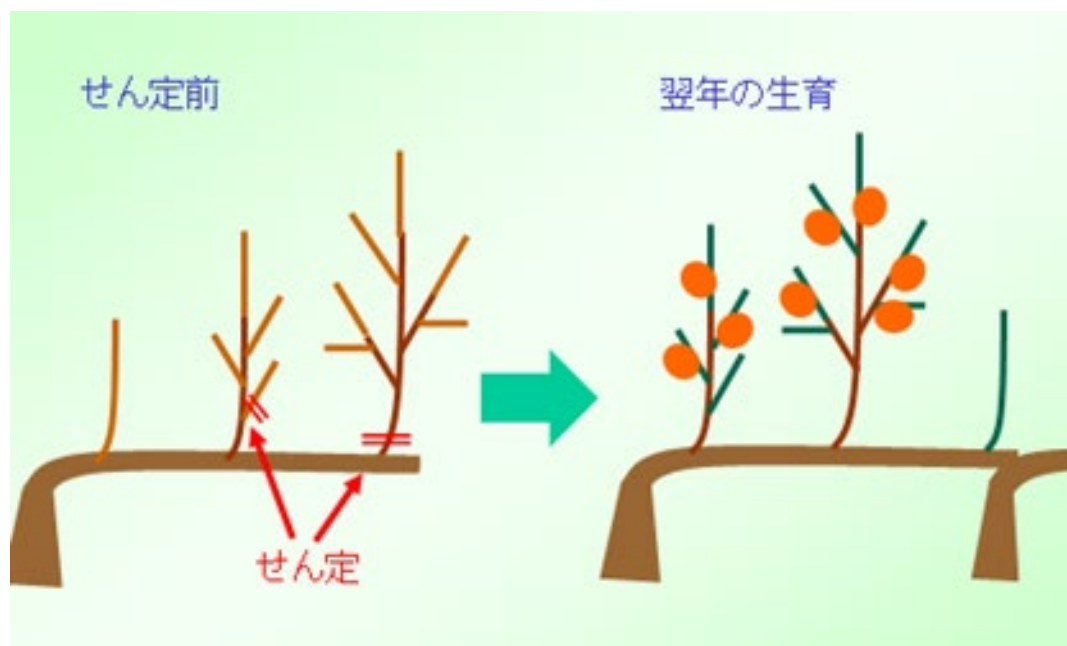


4年目以降の側枝配置方法とせん定

- ・ 4年目以降は、主枝片側1m当たり、2年生側枝、3年生側枝をそれぞれ1～2本ずつ配置する。さらに1年生枝（予備枝）1～2本を育成する。



- ・ せん定では、2年生側枝の結果母枝の間引き、3年生側枝の切り返し更新を行う。



年間労働時間の削減と経営試算

①ジョイントV字樹形導入による省力効果（試算（10aあたり））

カキの省力化試算（機械化樹形+植調剤+機械）

カキ	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形+植調剤+機械 労働時間(h)	樹形+植調剤+機械 削減率(%)
年間作業合計	169.5	109.8	35.2	87.3	48.5
整枝・せん定	20.0	10.0	50	7.3(注)	63.5(注)
粗皮削り	8.0	8.0	0	8.0	0.0
夏枝管理	14.0	14.0	0	14.0	0.0
施肥	5.0	5.0	0	5.0	0.0
除草・除草剤散布	5.0	5.0	0	1.0(注)	80.0(注)
摘蕾・摘果	46.0	15.6	66	11.5(注)	75.0(注)
病虫害防除	6.0	6.0	0	1.0(注)	83.3(注)
収穫	45.0	25.7	43	19.0(注)	57.8(注)
調製	16.0	16.0	0	16.0	0.0
出荷	4.5	4.5	0	4.5	0.0

(注) 自動走行車（市販化未定）および植調剤（摘蕾剤、未登録）を利用した場合の労働時間および削減率を記載

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支（10aあたり））

カキ ジョイントV字トレリス樹形

(福岡県 作成)

年次	支出			収入				累計
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 (円/kg)	金額 (円)	摘要	
1年目	栽培棚設置費、苗購入費他	1,775,000		0		0		-1,775,000
	(内訳)							
	支持支柱・棚資材	1,000,000	V字棚・列間4m					
	支柱・棚施工費	500,000						
	種苗費	200,000	200本/10a					
	接ぎ木資材	50,000						
	農薬費	10,000						
	光熱水費	7,000						
	肥料費	6,000						
	諸材料費	2,000						
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	51,000		0		0		-1,826,000
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	78,000		2,200	270	594,000		-1,310,000
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	78,000		1,800	270	486,000		-902,000
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	78,000		2,700	270	729,000		-251,000
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	78,000		2,000	270	540,000		211,000
累計		2,138,000		8,700		2,349,000		

z 支持支柱、棚資材、施工費、苗等は単価により変動あり

y 試験結果（「早秋」）に基づく数値

・栽培開始6年目で収入が支出を上回る

機械化樹形の具体的な効果

①労働時間の慣行樹形との比較

- ・ジョイントV字樹形では、カキの主要な作業である摘蕾、摘果、収穫、せん定の作業時間が大幅に削減されます。



ジョイントV字樹形(左)と開心自然形(右)の収穫作業状況

樹形の違いが作業時間に及ぼす影響(H29～R1)

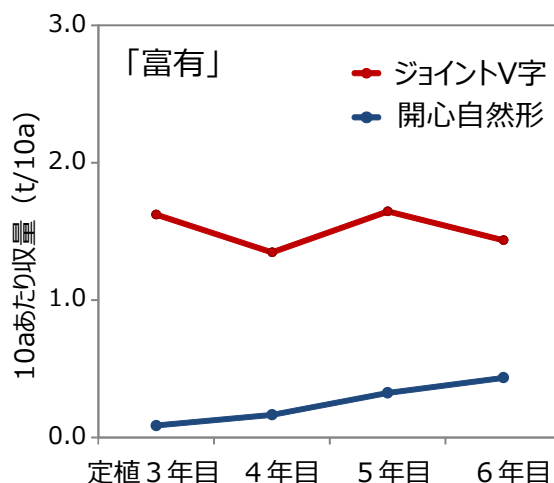
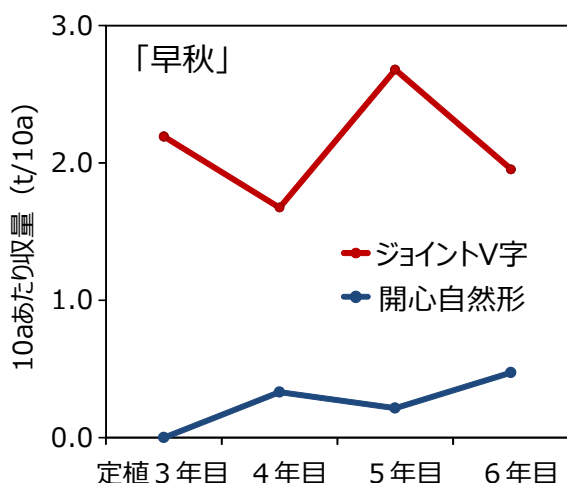
品種名	試験区	10aあたり作業時間 ² (時間)				
		摘蕾	摘果	収穫	せん定	合計
早秋	ジョイントV字	20.7 (34.8) ^y	6.3 (29.8)	12.0 (58.0)	8.7 (36.2)	39.0 (38.5)
	開心自然形	59.5	21.3	20.7	24.0	101.4
富有	ジョイントV字	15.9 (15.8)	9.0 (27.0)	16.6 (54.9)	10.8 (44.6)	41.5 (25.3)
	開心自然形	100.4	33.3	30.3	24.3	164.0

²作業時間は4名の作業者の平均

^y括弧内は開心自然形区を100とした割合を示す

②早期多収

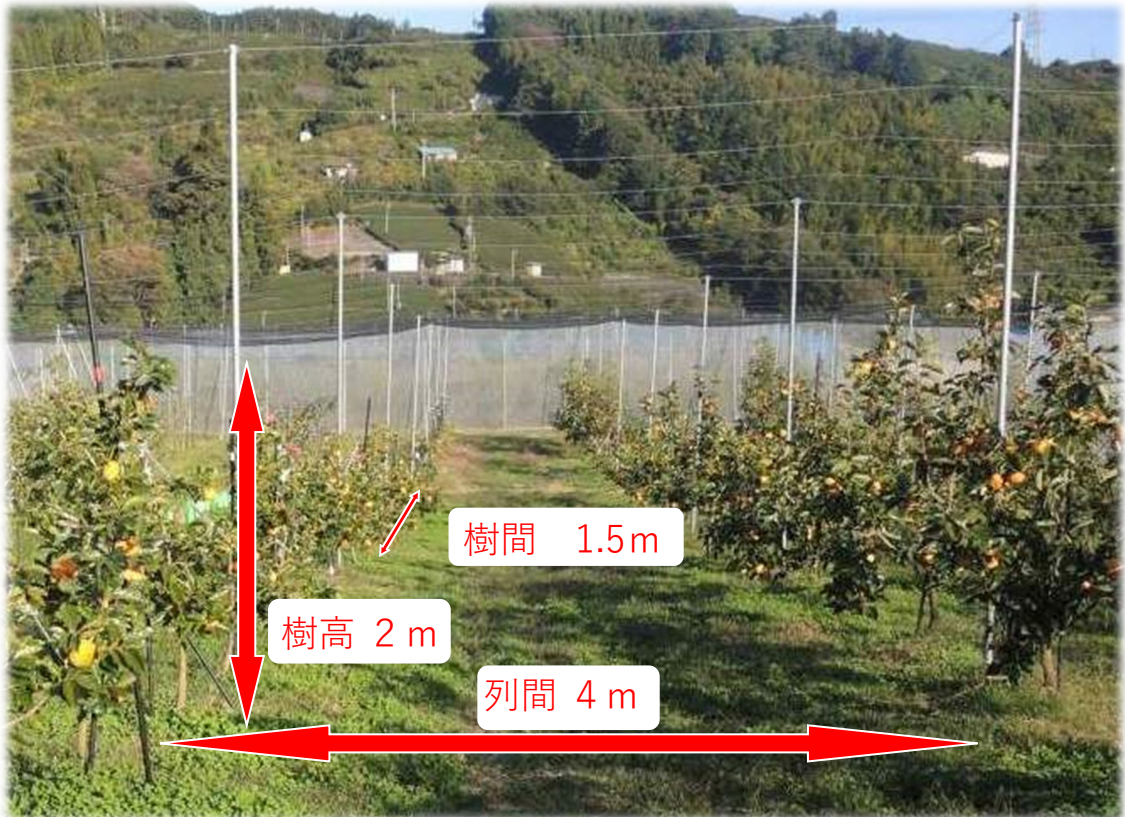
- ・ジョイントV字トレリス樹形では、定植3年目から1.5～2 t /10aの収量が得られます。
- ・果実品質は慣行樹と同等です。



「(カキ) わい性台木主幹仕立て」

静岡県農林技術研究所果樹研究センター

樹形の概要



カキのわい性台木品種は、現在4品種が登録されています。静岡県では、そのうち2品種を登録し、全国に向けて普及を図ろうとしています。

わい性台主幹仕立ては、わい化栽培の最大の特徴である省力効果をさらに高めるため開発しました。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・カキわい性台主幹仕立ての特徴・主要成果
- ・栽培の基本
- ・年間労働時間の削減と経営試算
- ・機械化樹形の具体的な効果

「(カキ) わい性台木主幹仕立て」

樹形の特徴・主要成果

樹形による省力・軽労化

年間作業時間の大幅削減（試算値）

- ・ 摘らい作業 39%の削減
- ・ 摘果作業 44%の削減
- ・ 収穫作業 28%の削減
- ・ せん定作業 31%の削減
- ・ 楽な姿勢で作業
- ・ 脚立が不要 → 作業が安全・省力



13年生実生台開心自然形 12年生「静力台2号」台主幹仕立て
「早秋」の摘らい作業



「静力台2号」台「早秋」の樹姿

機械導入による省力・軽労化

自動走行車両による作業支援、自動防除と自動除草による省力化

摘らい剤の活用

以上により、年間41%の省力化



自動走行車両を活用した収穫作業



楽な姿勢で収穫

カキわい性台木「静カ台 1 号」と「静カ台 2 号」について

- ・ いずれも2014年3月6日付けで品種登録。
- ・ 「静カ台 1 号」を台木にすると、カキ樹はややわい性となる。従来の栽培と同様の栽培（開心自然形）に向く。実生台樹よりも多収となる。
- ・ 「静カ台 2 号」を台木にするとわい性となる。樹高が高くないので、主幹仕立てに適する。結実性高く、隔年結果が少ない。また、生理落果が抑制される。

* ヤマガキ実生台を100としたときの「早秋」樹の大きさ

樹高:85

樹容積:68

樹高:54

樹容積:19



静カ台2号台

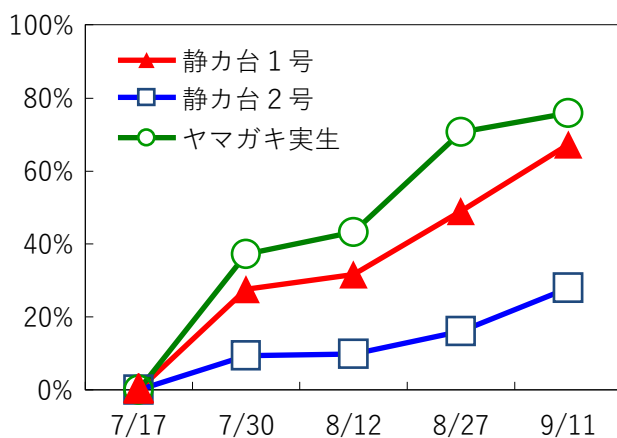


静カ台1号台



ヤマガキ実生台
(市販苗木)

- ・ 「静カ台 2 号」台を利用することで、「早秋」では生理落果が少なくなり、生産の安定につながる。



台木別「早秋」の後期落果率の推移

* 7月17日を起点とした累積落果率

栽培の基本

①苗木の入手と植栽

苗木の調達

- ・ 「静カ台2号」を台木としたカキ苗木の販売は、現在静岡県経済連柑橘果樹課が窓口となって行っている。
※県外への苗木販売は行っているが、苗木生産と販売窓口は静岡県内のみ。
台木のみ販売は行っていない。
- ・ カキは産地により栽培品種が異なり、地方の特産品種も多いため委託生産としている。
※苗木発注後、2月に採取した穂木を苗木業者に送付。
1年かけて育成した苗木を発注者に配送。



カキわい性台苗木の育苗

植栽間隔

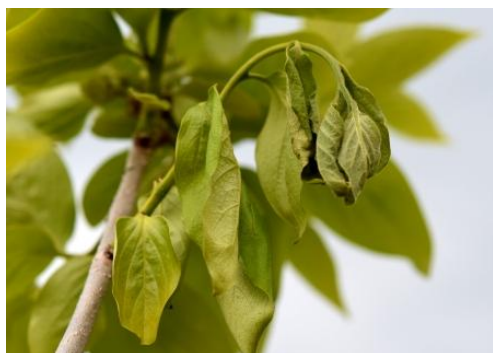
- ・ 「静カ台2号」台苗木の植栽間隔は、樹間1.5m、列間4mを基本とするが、穂品種の樹勢や植栽予定地の土壌条件により調整する。

植栽方法

- ※ カキは、植え傷みしやすいので注意する。
- ・ 定植するまでは、根を乾かさない。
- ・ 植え穴
粘質土壌や排水不良な圃地では、植え穴を深くすると植え穴に溜まった停滞水により根が傷むことがあるので、植え穴は浅くし、やや高畝気味に植える。
- ・ 定植後に十分にかん水を行う。
- ・ 切り戻し
主幹仕立てにすするため、植付け時の切り戻しは弱くする。
- ・ 暗きよの整備
排水不良の場合は、暗きよを整備する。



定植直後の苗木



土壌の過湿による新梢の萎凋



暗渠の整備

② 幼木期の管理

かん水の実施

定植後1年間は、定期的にかん水が出来ることが望ましい。

支柱による支え

定植後3年間は、支柱による支えが必要。



かん水施設



支柱

摘らいの実施

定植後2年間は、すべての花らいを摘らいし、着果させない。
また、樹高が2mに届くまでは、主幹から直接発生した結果枝に着果させない。

③ 着果管理

摘らい

開花前に行う摘らいは、果実の肥大効果が高く、わい性台樹の樹勢維持にも有効です。
一般的には1結果枝に1花らいを残すが、穂品種によって調整する。

※生理落果の多い品種では、「静力台2号」台とすることで、生理落果が抑制される可能性がある。「早秋」での実証例しかないため、それ以外の品種は今後の検討課題。

摘果

6月下旬から7月下旬にかけ、穂品種の基準に従って実施。

枝つり

結果枝が長く下垂しやすい品種については、枝つりを行う。



「静力台2号」台「早秋」の摘らい作業(左)及び収穫作業(右)

④せん定管理

芽かき・夏季せん定

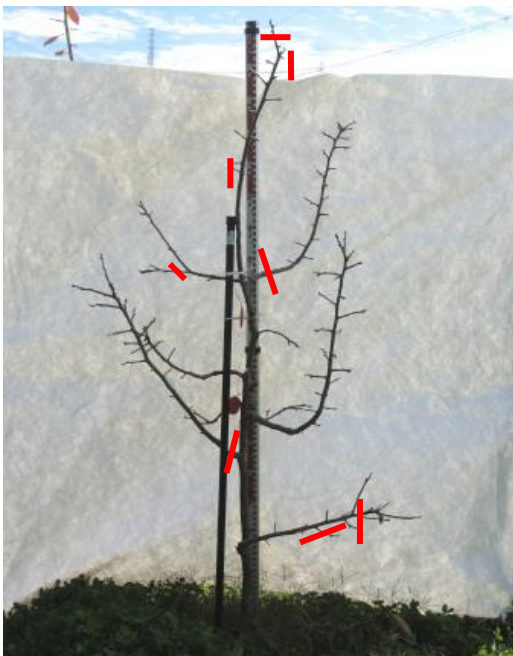
「静カ台2号」台樹では、果実への日照・風通しを悪化させるような強勢な枝は発生しにくいので、芽かきや夏せん定は軽微にする。



「静カ台2号」台「早秋」(12年生)
夏枝管理を行わなくても、通気・採光は良好

冬季せん定

樹高2 mに達するまでは、主幹先端を強めに切り戻し強勢に保つ。
主幹から新たな側枝が発生しにくいので、邪魔にならなければ多めに残す。
勢いが強く斜上し主幹と競合しそうな側枝は、切除する。
長く伸びた側枝は、果実の重みで下垂しやすいので、基部側に良好な結果枝があればそこまで切り戻す。



主幹仕立て「静カ台2号」台「前川次郎」(6年生) のせん定

年間労働時間の削減と経営試算

①わい性台主幹仕立ておよび機械の導入等による省力効果（試算）

カキの省力化試算（新樹形＋機械＋植調剤）

カキ	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形+機械+植調剤 労働時間(h)	樹形+機械+植調剤 削減率(%)
年間労働時間	136.0	105.8	22.2	77.0	43.3
整枝・せん定	24.0	16.5	31.4	12.2 (注1)	49.3 (注1)
施肥	12.0	12.0	0.0	12.0	0.0
病虫害防除	6.0	6.0	0.0	2.2 (注1)	64.0 (注1)
摘らい・摘果	28.0	16.4	41.4	10.7 (注2)	61.8 (注2)
灌水	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
除草	16.0	16.0	0.0	4.9 (注1)	69.6 (注1)
収穫	40.0	29.0	27.6	25.2 (注1)	37.1 (注1)
出荷	10.0	10.0	0.0	10.0	0.0

(注1) 自動走行者(市販化未定)を利用した場合の労働時間及び削減率を記載

(注2) 植調剤(適用拡大未定)を利用した場合の労働自家及び削減率を記載

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支（10aあたり））

カキわい性台主幹仕立て

(静岡県 作成)

年次	支出			収入			
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	727,078		0		0	
	(内訳) 種苗費	566,130	苗木代 (3,390円×167本)				
	肥料費	10,533					
	農薬費	14,014					
	光熱動力費	2,100					
	諸材料費	134,301	支柱代 (800円×167本) 他				
	小農具費	0					
2年目	肥料、農薬他	29,380	肥料、農薬等	0	-	0	
3年目	肥料、農薬、出荷経費他	122,453	肥料、農薬出荷経費等	760	270	205,200	
4年目	肥料、農薬、出荷経費他	148,493	肥料、農薬出荷経費等	1,173	270	316,800	
5年目	肥料、農薬、出荷経費他	174,533	肥料、農薬出荷経費等	1,587	270	428,400	
6年目	肥料、農薬、出荷経費他	200,573	肥料、農薬出荷経費等	2,000	270	540,000	
累計		1,402,510		5,520		1,490,400	

^z 静岡県技術原単位および静岡県内の事例を元に算出。ただし支柱、苗木代等は単価により変動あり

^y 試験結果(台木品種選抜試験)よりシミュレーションした数値。

^x 福岡県の実例による単価（暫定値）

機械化樹形の具体的な効果

①労働時間の慣行樹形との比較

- ・着果管理、枝梢管理の各作業において、慣行の台木・樹形（ヤマガキ実生台開心自然形）と比較して作業時間が削減される。

台木・樹形の違いが管理作業別労働時間に及ぼす影響(カキ「早秋」12年生 2020)

台木・樹形	摘らい 個/分	摘果 個/分	収穫 kg/分	10aあたり せんだ作業時間
				時間：分
静カ台2号 主幹仕立て	33.2	10.9	3.8	3：02
ヤマガキ実生 開心自然形	17.6	6.6	1.4	4：54
削減率 ^z	47	39	38	38

z：ヤマガキ実生台開心自然形に対する「静カ台2号」台による作業時間削減率

②作業負荷

- ・「静カ台2号」台主幹仕立てとすることで、樹高が低く抑えられるため、管理作業に脚立を用いることがほとんど無くなり、作業負荷が軽減され、安全性が向上する。
- ・「静カ台2号」台主幹仕立てでは、せんだ作業においてのこぎりの使用頻度が減少し、作業負荷が軽減される。

台木・樹形の違いが各作業の脚立利用時間比率に及ぼす影響(カキ「早秋」12年生 2020)

台木・樹形	樹高 cm	樹幅 cm	脚立作業時間比率 ^z (%)			
			摘らい	摘果	収穫	せんだ
静カ台2号 主幹仕立て	170	116	0.0	0.0	0.0	0.0
ヤマガキ実生 開心自然形	303	294	36.2	34.3	21.0	7.3

z：全作業に対する脚立を用いた時間の比率

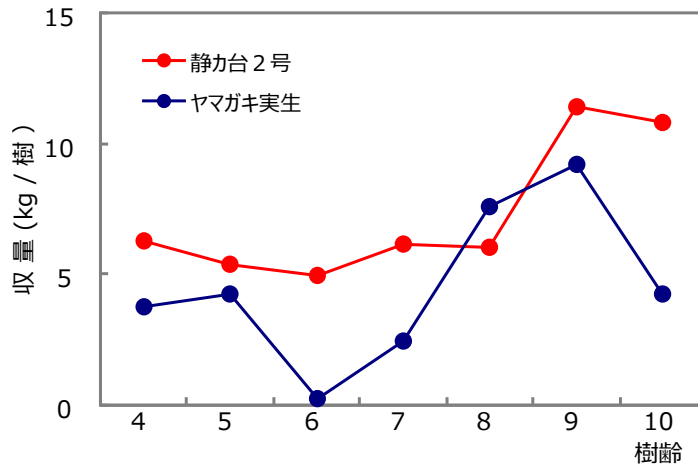
台木・樹形の違いがせんだ作業ののこぎり利用時間比率に及ぼす影響(2020)

台木・樹形	のこぎり使用時間比率 ^z (%)	
	早秋(11年生)	前川次郎(6年生)
静カ台2号 主幹仕立て	0.0	6.5
ヤマガキ実生 開心自然形	14.6	24.8

z：せんだ時間のうちのこぎりを用いた時間の比率

③早期多収等

- ・「静カ台2号」台主幹仕立てとすることで、隔年結果が減少し、早期から安定した収量が得られる。



「静カ台2号」台及びヤマガキ実生台「前川次郎」の収量の推移
(わい性台木品種選抜試験データ 2001~2007)

- ・果実品質については、「静カ台2号」台主幹仕立てと、一般的なヤマガキ実生台開心自然形との間に明らかな違いはみられない。

「静カ台2号」台「早秋」の果実品質(2019~2020 2カ年の平均)

処 理 区	果実重	糖 度	果皮色	果肉硬度	種子数
台 木 樹 形	g	Brix	c c 値 ^z	k g	個
静カ台2号 主幹仕立て	228	16.3	6.4	1.6	1.4
ヤマガキ実生 開心自然形	220	16.1	5.9	1.7	1.9

z : カラーチャート値 (赤道部)

「静カ台2号」台「前川次郎」の果実品質(2019~2020 2カ年の平均)

処 理 区	果実重	糖 度	果皮色	果肉硬度	種子数
台 木 樹 形	g	Brix	c c 値 ^z	k g	個
静カ台2号 主幹仕立て	325	17.6	4.9	1.9	2.0
ヤマガキ実生 開心自然形	306	17.9	4.5	1.8	2.4

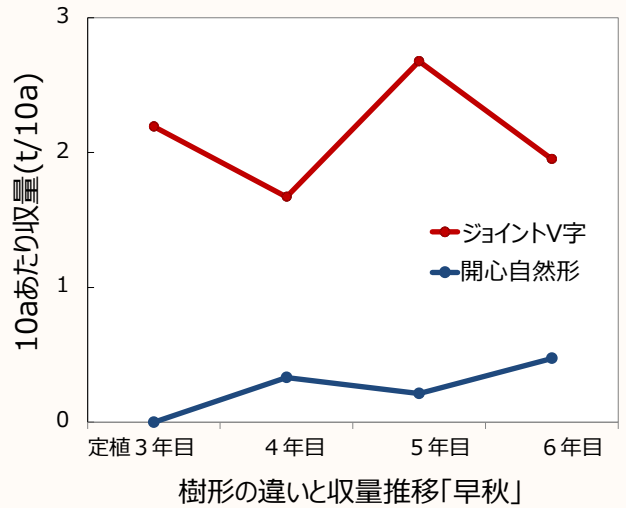
z : カラーチャート値 (赤道部)

同一樹種における異なる機械化樹形の適用場面

カキジョイントV字トレリス樹形



ジョイントV字トレリス樹形
「早秋」の結実状況

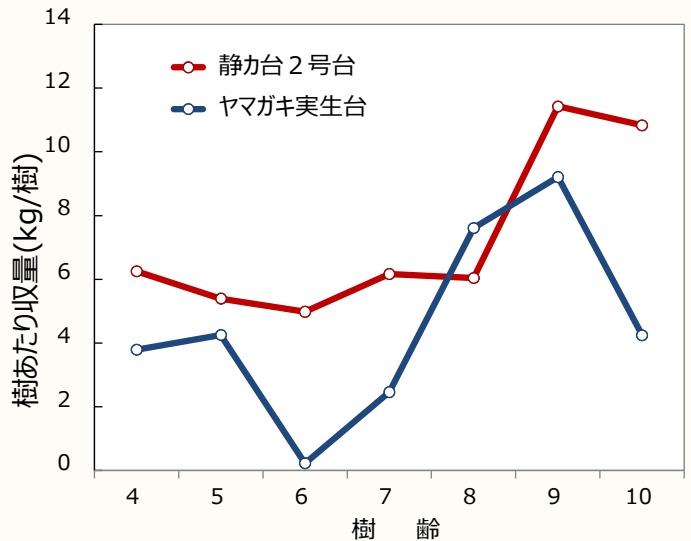


メリット：早期成園化、既存苗で可、強風害に強い
 デメリット：棚施設が必要、開園時の労力多、急傾斜地は不向き
 適用場面：平坦地～緩傾斜地で、既存品種の省力軽労化や新品種の普及拡大を目指す
 場面で有効

カキわい性台木主幹形



「静か台2号」台主幹仕立て
「早秋」の収穫状況



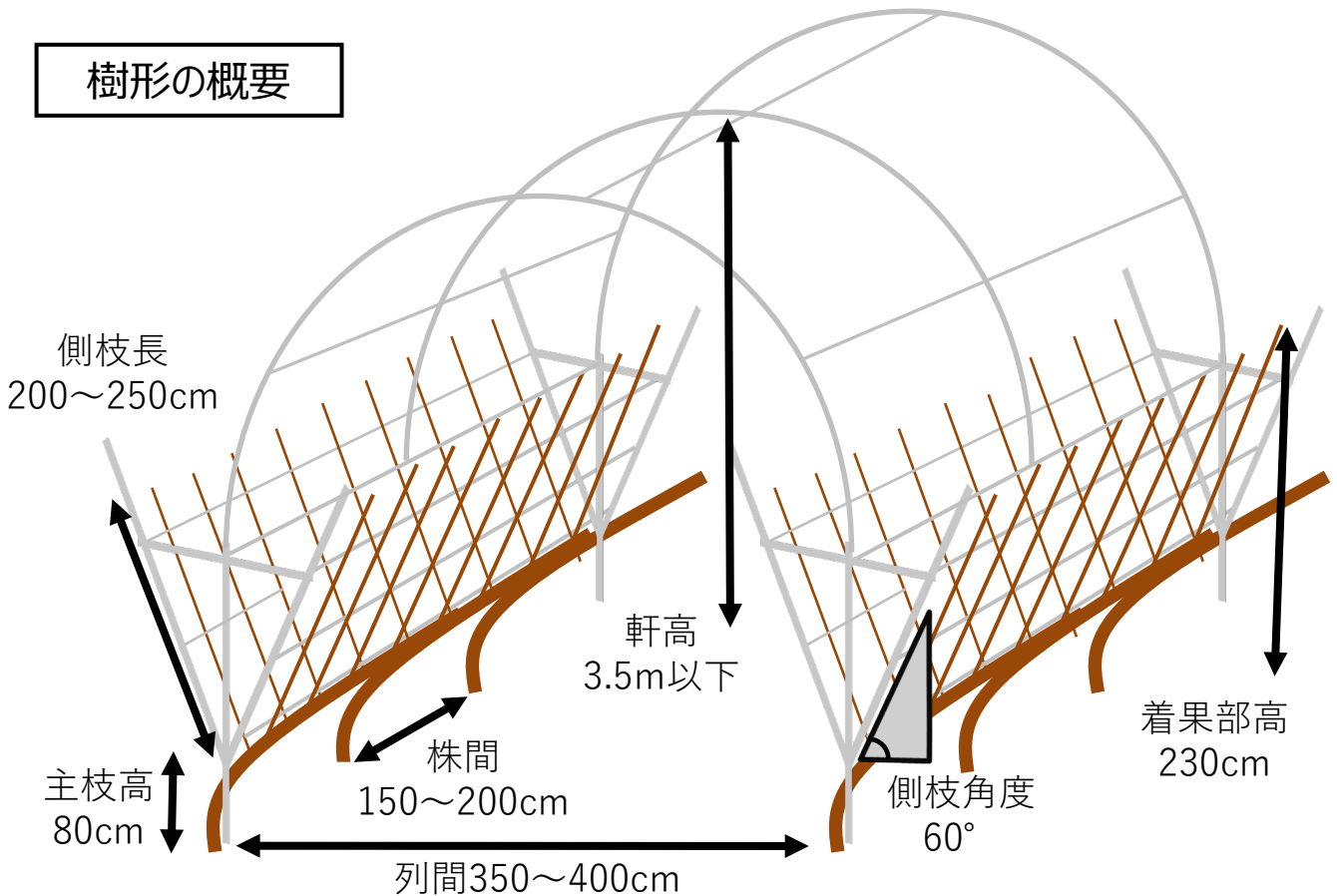
台木の違いによる収量の年次変動「前川次郎」

メリット：施設費が不要、収量の安定化（隔年結果の減少）、
 生理落果の抑制、作業の障害物が少ない。
 デメリット：定植後の初期生育が緩慢
 適用場面：初期コストを抑えたい場合、棚施設の設置困難な傾斜地等

「(アウトウ) ジョイントV字トレリス樹形」

福島県農業総合センター果樹研究所

樹形の概要



アウトウのジョイントV字トレリス樹形のイメージ図

「樹と樹をつなげる」発想から生まれたニホンナシのジョイント栽培(平棚)は、早期成園化や省力化が図られ、導入が進んでいます。

アウトウでのジョイント栽培の実施事例は少なく、主枝高をより低く抑え、側枝を斜立させる「ジョイントV字トレリス樹形」(図)を開発しました。

この樹形は早期成園化や省力化・軽労化に加え、低樹高化により作業の安全性も向上し、雨よけハウスの軒高を3.5m以下にすることも可能です。また、一部の管理作業の機械化やロボット化の可能性を高めると考えられます。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ジョイントV字トレリス樹形の特徴・主要成果
- ・栽培の基本
- ・年間労働時間の削減と経営試算
- ・機械化樹形の具体的な効果

「(オウトウ) ジョイントV字トレリス樹形」

樹形の特徴・主要成果

早期多収（慣行樹形との比較）

定植3年目着果開始
 定植5年目までの10a換算の累積収量は750kg
 定植5年目の10a換算収量は500kg（慣行同樹齢の3倍）



ゴルフカートを改造した
自動走行車(市販化未定)

樹形による省力・軽労化

年間作業時間は慣行の76%
 低樹高化で脚立の使用は最小限
 収穫時の作業負荷が軽減

機械導入による省力化

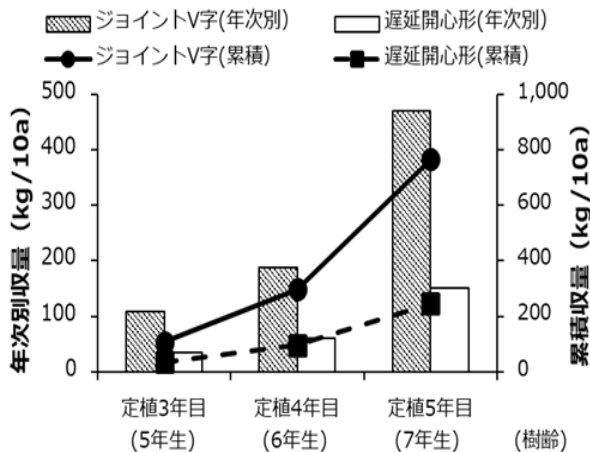
受粉作業はラブタッチの使用
 により作業時間の削減が可能



各種管理作業の作業姿勢
（授粉(左)、収穫(右)）

その他

低樹高な樹形により、雨よけハウスの
 軒高を3.5m以下に低くすることが
 可能



「佐藤錦」のジョイントV字トレリス樹形

「佐藤錦」ジョイントV字トレリス樹形
の年次別収量と累積収量

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

苗木の調達（注意点）

- ・長い苗を切り戻さない形で調達（育成）する。

圃場の整備（支持施設）

- ・畑の形状、起伏、排水性等を考慮し、植栽方向、列間、枕地の距離を決定して植栽図を作成
- ・植栽図に基づいて、専用施設を設計、施工



植栽方法

- ・1年育苗し全長3.0m程度の2年生苗を用意し、接ぎ木ジョイント可能な距離（苗長3.0m前後で株間1.5～2.0mを目標）に、年内に定植する。
- ・1年生苗直接定植の場合や育成苗が短く株間が1.0m以上取れない場合は、1.5m間隔に定植して60cm程度で切り戻して再育成する。

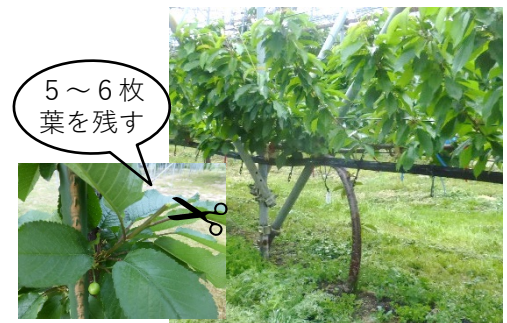


ジョイント接ぎ木方法

- ・接ぎ木ジョイントは、切り接ぎナイフと結束バンドまたはビニルテープ、癒合剤を使って行い、水平主枝を完成させる。長さの足りない苗は、先端の芽から新梢を伸ばし、夏または翌年春に接ぎ木ジョイントする。

②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

- ・定植後に、水平誘引した主枝上の花束状短果枝を中心の葉芽を残し、全ての花芽を摘らいます。
- ・定植1～2年目は側枝候補枝の養成のため、全ての花芽を摘らいます。
- ・生育期は新梢が旺盛に発生するため、適宜、園芸用ゴムバンド等を使って支線に誘引する。
- ・主幹部から水平主枝に至るアーチ部分に発生する新梢は、摘心により小さく維持し、大きくならないうちに切り取る。
（早期に間引くと幹の障害が少ない）



③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

定植1年目は全ての花芽を摘らいし、樹体の育成を行う。

ジョイントV字トレリス字樹形の定植後年数と目標収量(アウトウ「佐藤錦」)

項目	単位	定植3年目	4年目	5年目	6年目以降
10aあたり目標収量	kg	100	200	500	800
1樹あたり果実数	果	86	172	430	688

注1) 列間3.5m、樹間1.75m、10aあたり145本植栽で、果実重は7.5gを想定
 注2) 現在定植5年目であるため、6年目以降は慣行樹形の目標収量とした



収穫前の着果状況

結実確保について

結実率を高めるため、3～5分咲きと満開時の最低2回は人工授粉を実施する。
 結果部位が慣行樹形よりも低いため、凍霜害対策はしっかりと実施する。

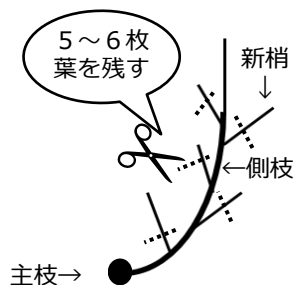
着果管理について

摘果時期：満開後20～30日頃（不受精果の生理落果終了後から）
 方法：1つの花束状短果枝に4果程度（小玉、奇形果、双子果、病害虫被害果を摘果）

④せん定管理

夏季せん定（5月下～6月上旬（満開後30～40日頃））

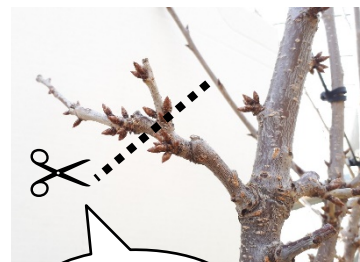
目的：側枝の肥大抑制、次年度の花芽形成促進
 方法：側枝上から発生した新梢は先端を除いて全て5～6枚の葉を残して切戻す
 ポイント：時期が遅れると花芽形成されにくくなります。



夏季せん定の方法

冬季せん定（落葉後）

側枝間隔：主枝の両側に各30cm程度に配置し、園芸用ゴムバンドなどで固定する
 側枝先端：最上段の誘引線（高さ230cm）の部分の近くにある結果枝または葉芽まで切戻す
 結果枝：①夏季せん定で切り戻した新梢に形成された花束状短果枝まで切り戻す（右図）。
 ②無ければ、基部5～6芽まで切り戻す。
 ③枯れ枝は基部まで切戻し、陰芽の発生を促す。
 側枝更新：基部が太くなり、花芽数が減少してきたら、側枝の基部付近にある1年枝（長さ50～70cm）まで切り戻す。



冬季せん定の方法

年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間の慣行樹形との比較

アウトウ省力化試算（新樹形＋機械）

アウトウ	慣行樹形 労働時間 (h)	機械化樹形 労働時間 (h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形＋機械 労働時間 (h)	樹形＋機械 削減率(%)
年間作業合計	327.5	249.8	23.7	231.3	29.4
整枝・せん定	25.0	17.5	30.0	17.5	30.0
施肥	8.0	8.0	0.0	8.0	0.0
除草・防除	16.5	16.5	0.0	5.2 (注)	68.5 (注)
受粉	20.0	15.2	24.0	8.0	60.0
摘果	18.0	18.0	0.0	18.0	0.0
新梢管理	8.0	48.1	-501.0	48.1	-501.0
着色管理	16.0	6.5	59.4	6.5	59.4
収穫	200.0	104.0	48.0	104.0	48.0
その他管理	16.0	16.0	0.0	16.0	0.0

(注) 自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間及び削減率を記載

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支（10aあたり））

アウトウジョイントV字トレリス樹形

（福島県 作成）

年次	支出			収入			
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	4,130,000		0		0	
	(内訳) 支持支柱・棚資材	1,000,000	V字棚・列間3.5m				
	支柱・棚施工費	500,000					
	種苗費	290,000	145本/10a				
	接ぎ木資材	50,000					
	肥料費	15,000					
	農薬費	17,000					
	諸材料費	10,000					
	光熱水費	8,000					
	雨よけ施設	1,440,000	棟高4.0m・軒高2.5m				
	雨よけ施設施工費	800,000					
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	67,000		0		0	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	67,000		0		0	
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	223,000	出荷資材含む	200	3,277	655,400	
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	277,000	出荷資材含む	500	3,277	1,638,500	
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	365,000	出荷資材含む	800	3,277	2,621,600	
累計		5,129,000		1,500		4,915,500	

z 支持支柱、棚資材、施工費、苗等は単価により変動あり

y 試験結果に基づく数値。現在定植5年目であるため、定植6年目は慣行成園と同等の収量になると仮定した。

x オウトウ贈答単価5000円/Kg、市場単価2129円/Kgで、収量のうち40%贈答とした場合の単価

機械化樹形の具体的な効果

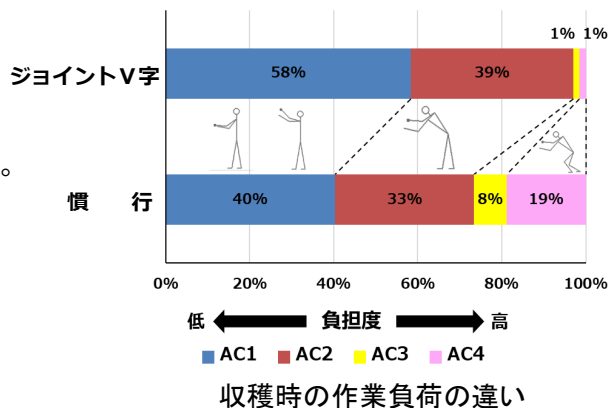
①作業の省力化、軽労化等

メリット

- ・せん定、受粉、着果管理、収穫の作業において、慣行樹形に対して作業時間が削減される。
- ・収穫時の作業負荷が軽減される。
(脚立利用による高所作業がない)

デメリット

- ・せん定時の枝誘引の時間が増加する。
- ・新梢管理時間が増加する。



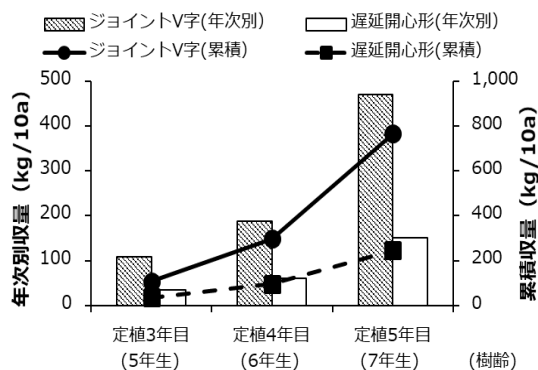
樹形の違いが管理作業別労働時間に及ぼす影響(オウトウ「佐藤錦」7年生)

樹形	10aあたりの作業時間(時:分/10a)						
	整枝せん定			受粉	着色管理	新梢管理	収穫
	せん定	枝誘引	計		摘葉	夏季せん定	
ジョイントV字	8:58	14:13	23:11	8:06	31:06	17:25	42:11
慣行	25:22	10:56	36:18	10:40	90:59	2:54	81:37
削減率 ² (%)	65	-30	36	24	66	-501	48

²慣行に対するジョイントV字トレリスの作業時間削減率

②早期多収等

- ・「佐藤錦」2年生苗を定植すると、定植5年目までの10a換算の累積収量は750kgとなり、慣行の樹形より500kg多くなります。
- ・定植5年目の10a換算収量は500kgで、慣行同樹齢の3倍となり、早期に成園化します。
- ・果実品質は、果実重が大きく、糖度、pH、リンゴ酸は慣行と同等です。



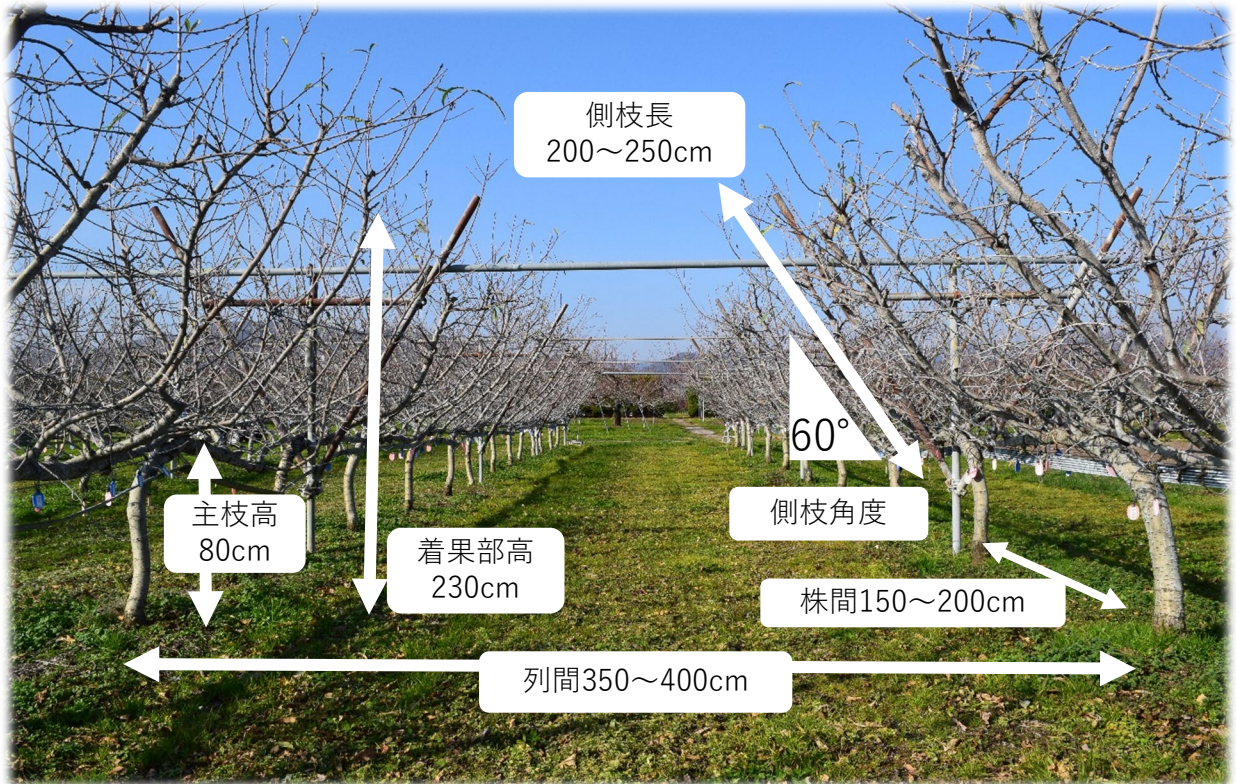
オウトウ「佐藤錦」ジョイントV字
トレリス樹形の年次別収量と累積収量

樹形の違いが果実品質に及ぼす影響

樹形	果実重 (g)	糖度 (°Brix)	pH	リンゴ酸 (mg/100ml)
ジョイントV字	8.0	22.6	3.80	0.93
慣行	7.6	23.6	3.75	0.85

注) 定植3年目～定植5年目の平均値

樹形の特徴



「樹と樹をつなげる」発想から生まれたニホンナシのジョイント栽培（平棚）は、早期成園化や省力化が図られ、導入が進んでいます。

モモでのジョイント栽培の実施事例は少なく、主枝高をより低く抑え、側枝を斜立させる「ジョイントV字トレリス樹形（以下、図表中はJVと表記）」（写真）を開発しました。

この樹形は早期成園化や省力化・軽労化に加えて、一部の管理作業の機械化やロボット化の可能性を高めると考えられます。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ジョイントV字トレリス樹形の特徴・主要成果
- ・栽培の基本
- ・年間労働時間の削減と経営試算
- ・機械化樹形の具体的な効果

「(モモ) ジョイントV字トレリス樹形」

樹形の特徴・主要成果

早期多収（慣行樹形との比較）

定植2年目着果開始、
定植5年目までの10a換算の累積収量8.8t
成園時の10a換算収量は慣行目標の30%増（3.0t/10a）

樹形による省力・軽労化

年間作業時間は慣行の90%
低樹高化で脚立の使用は最小限
収穫時の作業負荷が軽減

機械導入による省力化

自動走行車による作業支援、自動防除と
自動除草による省力化で、年間作業時間の
10%を削減可能（試算値）



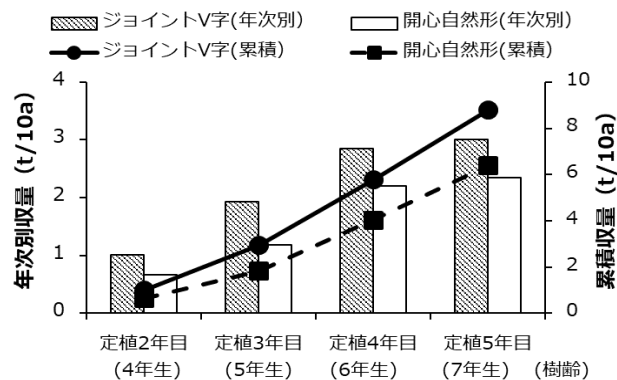
ゴルフカートを改造した
自動走行車（市販化未定）



自動走行車の活用（せん定）



「あかつき」ジョイントV字トレリス樹形



「あかつき」ジョイントV字トレリス樹形
の年次別収量と累計収量



収穫作業の作業姿勢

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

苗木の調達（注意点）

- ・長い苗を切り戻さない形で調達(育成)する。

圃場の整備（支持施設）

- ・畑の形状、起伏、排水性等を考慮し、植栽方向、列間、枕地の距離を決定して植栽図を作成
- ・植栽図に基づいて、専用施設を設計、施工



植栽方法

- ・1年育苗し全長3.0m程度の2年生苗を用意し、接ぎ木ジョイント可能な距離(苗長3.0m前後で株間1.5~2.0mを目標)に、年内に定植する。
- ・1年生苗直接定植の場合や育成苗が短く株間が1.0m以上取れない場合は、1.5m間隔に定植して60cm程度で切り戻して再育成する。

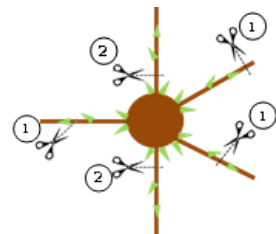
ジョイント接ぎ木方法

- ・接ぎ木ジョイントは、切り接ぎナイフと結束バンドまたはビニルテープ、癒合剤を使って行い、水平主枝を完成させる。活着を促すため、先端に発育の良い枝を残す。長さの足りない苗は、先端の芽から新梢を伸ばし、夏または翌年春に接ぎ木ジョイントする。



②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

- ・定植後に、全ての花芽を摘らいます。
- ・定植後、水平誘引した主枝から発生している枝は、下記により側枝として利用する（右図）。
 - ①横方向から発生した枝は基部から10cm程度の場所にある横～斜め方向の葉芽まで切戻す。
 - ②主枝直上及び直下の枝は、基部の葉芽を1芽だけ残して、せん定する。
- ・側枝の途中から発生した新梢で、側枝先端より強く生育している新梢は摘心する。
- ・生育期は新梢が旺盛に発生するため、適宜、園芸用ゴムバンド等を使って支線に誘引する。



定植後のせん定

③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

定植1年目は全ての花芽を摘らいし、樹体の育成を行う。

ジョイントV字トレリス樹形の定植後年数と目標収量

項目	単位	定植2年目	3年目	4年目以降
10aあたり目標収量	t	1.0	2.0	3.0
1樹あたり果実数	果	21	42	63
10aあたり果実数	果	3500	7000	10500

注) 列間4.0m、樹間1.5m、10aあたり167本植栽で、品種は「あかつき」、果実重280gを想定



収穫前の着果状況

着果管理について

- ①摘らいは発芽前まで
- ②予備摘果は省略
- ③仕上げ摘果は満開後50日頃まで(傷、小玉、病害虫果等)
- ④満開後70日頃から収穫10日前頃までに目標着果数に調節

ジョイントV字トレリス樹形の着果管理の目安

結果枝	枝の長さ	着果させる場所	摘らい	仕上げ摘果
短果枝	5~15cm	枝先端部	1個	3~4本に1果
中果枝	15~30cm	枝中央部	3個	1~2果

注) 樹勢が強くなりやすいため、樹勢安定化のため予備摘果を省略し、仕上げ摘果で着果量を調節する

④せん定管理

夏季せん定 (5月下旬~6月上旬)

目的: 側枝の肥大抑制、次年度の結果枝の充実

方法: 主枝や側枝の基部や先端部、背面から発生した強勢な新梢(40cm以上が目安)を基部5cm残して切戻す

秋季せん定 (収穫直後~9月上旬まで)

方法: 強勢な新梢(60cm以上が目安)を基部5cm残して切戻す
側枝の先端は最上段の誘引線(高さ230cm)の部分の近くにある結果枝または葉芽まで切戻す

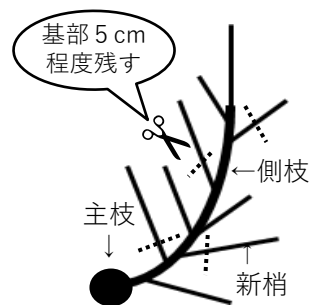
ポイント: 収穫直後に行うと、作業性が向上します

冬季せん定 (落葉後)

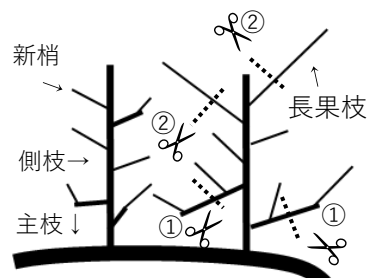
側枝の間隔: 主枝の両側に各50cm程度の間隔で側枝を配置し、園芸用ゴムバンドなどで固定する

- 結果枝: ①結果枝が大型化した場合や隣の側枝との間隔が狭い場合は基部の短果枝まで切戻す
②長果枝は基部20cm程度の場所にある葉芽まで切戻す

側枝の更新: 基部が大きくなり、側枝基部の結果枝が弱り始めたなら、側枝の基部付近にある結果枝(中果枝)まで切戻す



夏季せん定の方法



【せん定後】 【せん定前】
結果枝の冬季せん定

年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間の慣行樹形との比較

モモの省力化試算（新樹形＋機械）

モモ	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形+機械 労働時間(h)	樹形+機械 削減率(%)
年間作業合計	241.7	217.5	10.0	179.7	25.6
整枝・せん定	33.0	17.5	46.9	13.8(注)	58.2(注)
施肥	6.0	6.0	0.0	6.0	0.0
除草・防除	16.7	16.7	0.0	5.3(注)	68.3(注)
摘果	70.0	56.6	19.2	53.2	24.0
新梢管理	8.0	19.6	-144.5	19.6	-144.5
着色管理	20.0	10.6	47.0	10.6	47.0
収穫	75.0	77.6	-3.4	58.3(注)	22.3(注)
その他管理	13.0	13.0	0.0	13.0	0.0

(注) 自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間及び削減率を記載

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支（10aあたり））

モモ ジョイントV字トリス樹形

(福島県 作成)

年次	支出			収入			
	項目 ^z	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	1,871,500		0		0	
	(内訳) 支持支柱・棚資材	1,000,000	V字棚・列間4.0m				
	支柱・棚施工費	500,000					
	種苗費	250,500	167本/10a				
	接ぎ木資材	50,000					
	肥料費	14,000					
	農薬費	22,000					
	諸材料費	10,000					
	光熱水費	25,000					
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	347,000	出荷資材含む	1,000	461	461,000	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	444,000	出荷資材含む	2,000	461	922,000	
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	542,000	出荷資材含む	3,000	461	1,383,000	
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	542,000	出荷資材含む	3,000	461	1,383,000	
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	542,000	出荷資材含む	3,000	461	1,383,000	
累計		4,288,500		12,000		5,532,000	

^z支持支柱、棚資材、施工費、苗等は単価により変動あり

^y試験結果に基づく数値。現在、定植5年目であるため、定植6年目は推定値

^xモモ贈答単価600円/Kg、JA共選単価402円/Kgで、収量のうち30%贈答、70%JA出荷とした場合の単価

機械化樹形の具体的な効果

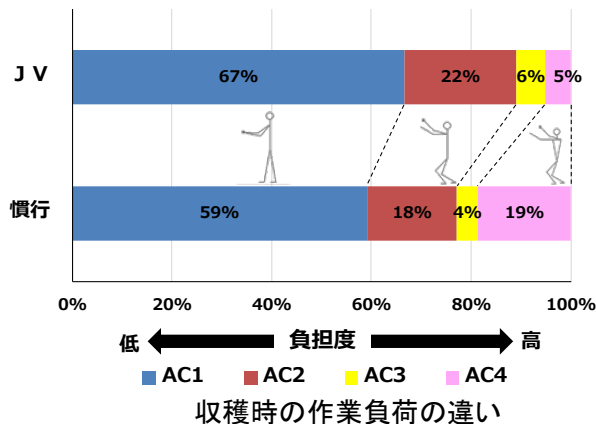
①作業の省力化、軽労化等

メリット

- ・せん定、着果管理の作業において、慣行樹形に対して作業時間が削減される。
- ・収穫時の作業負荷が軽減される。
(脚立利用による高所作業がない)

デメリット

- ・せん定作業時に枝誘引をする必要がある。
- ・新梢管理時間が増加する。



樹形の違いが管理作業別労働時間に及ぼす影響(成園時)

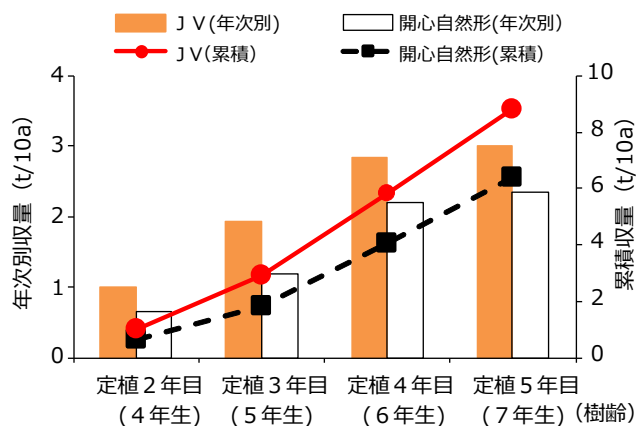
樹形	10aあたりの作業時間(時:分/10a)								
	整枝せん定			着果管理			新梢管理		
	せん定	枝誘引	計	摘らい ^x	摘果	計	夏季せん定	秋季せん定	計
JV	27:51	7:20	35:11	75:09	8:42	83:51	8:53	3:58	12:51
慣行	76:26	-	76:26	71:50	37:46	109:37	1:46	3:29	5:15
削減率 ^z (%)	64		54	-5	77	23	-403	-14	-145

^z慣行に対するJV-トレリスの作業時間削減率

^x手作業による作業時間

②早期多収等

- ・「あかつき」2年生苗を定植すると、定植5年目には10a換算の累積収量が8.8tとなり、慣行の樹形より2.4t多くなります。
- ・定植3年目の10a換算収量は1.9tと、成園時の慣行樹形と同等になり、4年目には3.0tと、慣行目標収量の3割増となります。
- ・果実品質は、果実重、糖度、pH、核障害発生率ともに慣行と同等です。



モモ「あかつき」ジョイントV字トレリス
樹形の年次別収量と累積収量

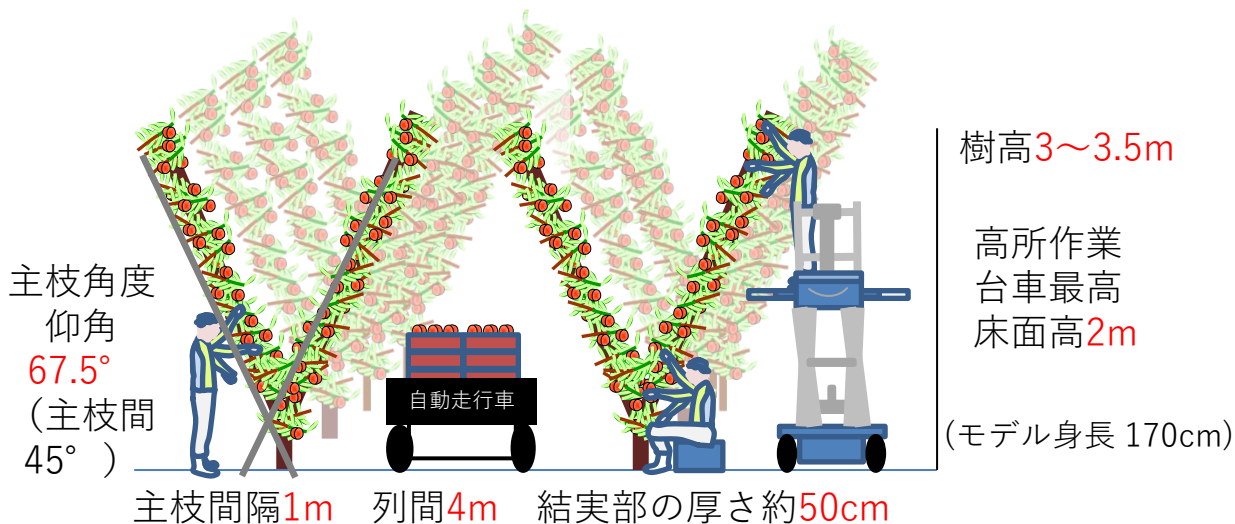
樹形の違いが果実品質に及ぼす影響

樹形	果実重 (g)	糖度 (°Brix)	pH	核障害発生率 (%)
JV	279	12.9	4.53	62.8
慣行	282	13.2	4.41	52.0

注) 定植2年目～定植5年目の平均値

樹形の特徴

樹高 3.5 mまでの空間を活用し、自動走行車 + 高所作業台車により、
作業性の向上と早期多収を実現



V字仕立て (高樹高) は機械化に適し、作業効率の優れる平面状の結実面を持つ樹形を、密植および主枝育成により早期に成園化をすることが可能です。V字仕立て園では樹の仰角を67.5° (主枝間45°)、樹高を3.5mと高くすることにより、作業人や車両が樹に接近でき、作業性および機械化適性が優れます。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・ V字仕立ての主要成果
- ・ 栽培の基本
- ・ 年間労働時間の削減と経営試算
- ・ 機械化樹形の具体的な効果

「(モモ) V字仕立て (高樹高)」

樹形の主要成果

早期多収 (慣行樹形との比較)

定植2年目着果開始、
定植3年目で10aあたり3.3~4.0 t (葉果比60の場合)
定植5年目までの累積収量は慣行の約5倍

樹形による省力・軽労化

単位収量あたりの年間作業時間は慣行の約70%
作業負荷が軽減

機械導入による省力化

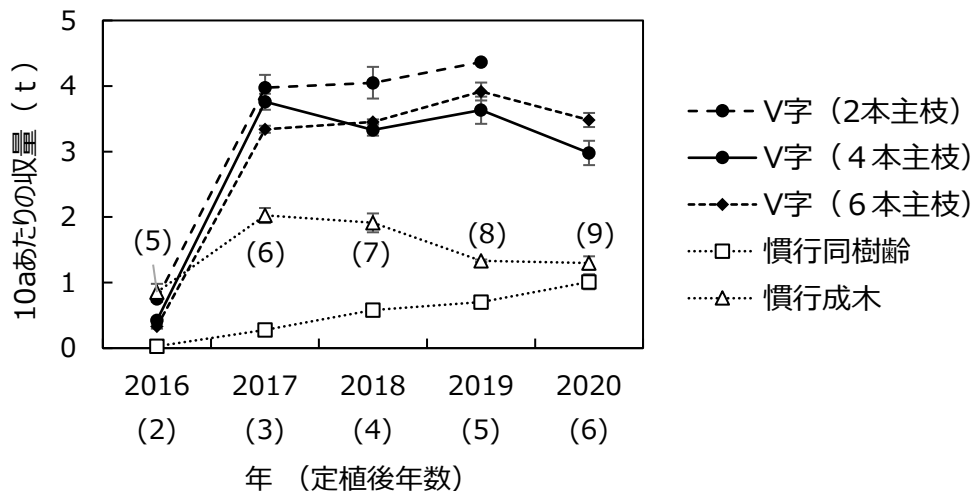
自動走行車による作業支援、自動防除と自動除草による省力化で、
さらに年間作業時間の5%を削減可能 (試算値)



定植2年目の収穫期の様子



定植3年目の収穫期の様子



モモ「あかつき」V字仕立ての収量の推移

(2019および2020年は開花期の低温および収穫期の低日照による被害が発生)

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

苗木

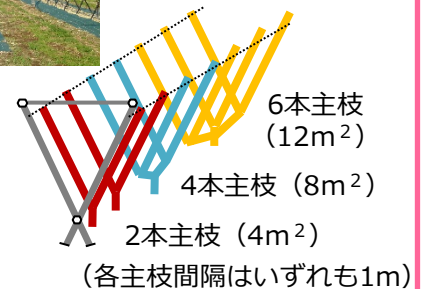
- ・「ひだ国府紅しだれ」台を使用。
- ・定植後50cmで切り戻す。

圃場の整備（支持施設）

- ・植栽図に基づいて、専用施設を設計、施工
- ・トレリスは地上2.8mに1本を配置
- ・各主枝位置に支柱を配置する。

植栽方法

- ・土壌条件等に合わせて主枝本数（2，4，6本）を決定する。
- ・主枝本数に応じて樹間距離1，2または3mで植え付ける。



②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

主枝の育成

- ・2本主枝：苗木から発生した新梢から2本を主枝として選び育成
- ・4本主枝：苗木から発生した新梢から4本を主枝として選び育成する。4本確保できなかった場合は2本を育成し、それぞれについて50～70cm程度伸長した時点で先端を摘心し、その後発生した副梢から2本を選び4本の主枝として育成
- ・6本主枝：苗木から発生した新梢を4本選び、2本を中央の主枝として育成し、残り2本を横方向に誘引し、それぞれが1m程度伸長した時点で摘心した後、再伸長した副梢を2本選び、合計6本の主枝として育成
- ・リン硝安カリ（N：16%、P₂O₅：10%、K₂O：14%）を使用し、定植1および2年目は生育期間中（4～9月）に2週間毎に1主枝につき窒素2g相当を畝上に施用するこまめな追肥が推奨される。

主枝延長枝の摘心

- ・地上50cm未満の将来使用しない部位から発生した副梢は2節を残し、地上50cm以上から発生した副梢は5節を残して摘心する。
- ・摘心後に副梢から発生した副々梢等についても同様に5節を残して摘心することを繰り返す。1年目は約2週間、2年目は約3週間間隔で新梢生育が停止するまで摘心を繰り返す。

夏季せん定

- ・主枝延長枝以外の新梢管理は、強勢な新梢を5～20cm（背面方向に伸長した新梢は短く、横方向は長く）残して切除する。生育に応じて5～7月に2回程度、収穫後に1回行う。



2本主枝の育成



4本主枝の育成



6本主枝の育成

③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

- ・目標収量は樹の生育に応じて決定する。満開後50日時点の葉果比が60となるようにする。

定植2年目	0.3～0.4 t/10a (1主枝5果程度)
定植3年目以降成園後	3.0～4.0 t/10a (1主枝30果)

着果管理について

- ・摘蕾、予備摘果(満開後20～30日)、仕上げ摘果(満開後50～60日)の3回実施する。
その後、修正摘果で適宜果実数を調整する。

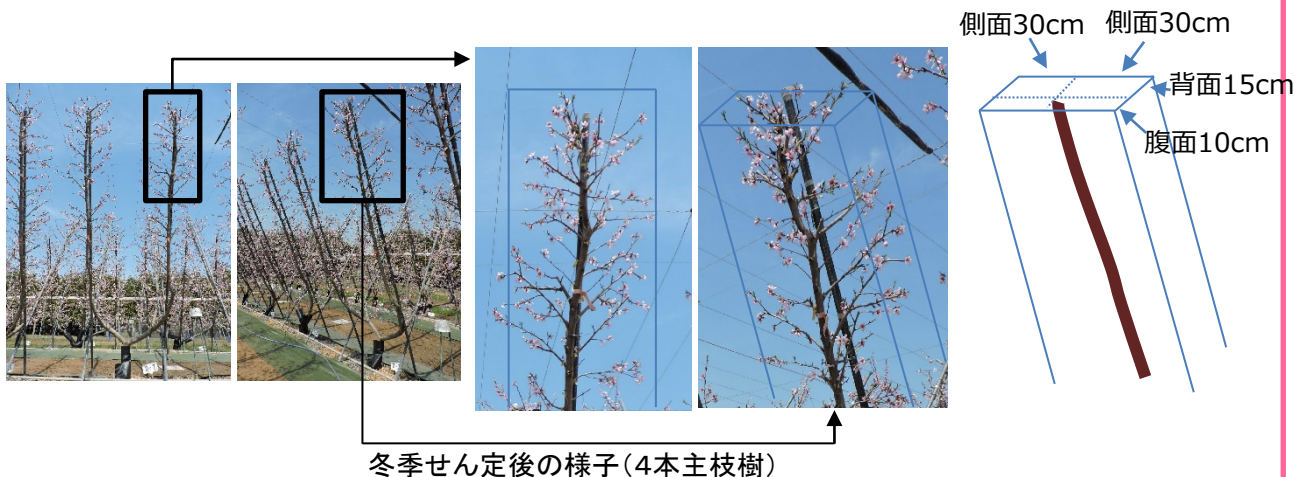
④せん定管理

秋季せん定

- ・背面の強勢枝を5cm程度に切り戻す。
- ・斜めから横向きに伸長し、主枝の境界に達する直径約8mm以上の新梢を20～40cmに切り戻す。
- ・収穫後に夏季せん定を実施し、その後の生育量が少ない場合は、秋季せん定を実施しない。

冬季せん定

- ・先端分は地上3.0～3.3mで切る。
- ・主枝の背面側15cm、腹面側10cm、横方向片側30cmの四角形の枠内に収まるように側枝または結果枝を葉芽で切り戻す(下図右)。
- ・直径が10mm以上で、結実部が外側のみになった側枝は、基部の葉芽または結果枝で切り戻し、更新する。
- ・互いの側枝または結果枝が触れ合うような場合は、いずれかの側枝または結果枝を基部の葉芽を残して切り戻す。
- ・主枝に近い葉芽を確保するため側枝は間引かない。



年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間 (10aあたり) の慣行樹形との比較

モモV字仕立て (高樹高) の省力化試算 (新樹形+機械)

モモ	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形		樹形+機械 労働時間(h)	樹形+機械	
			面積あたり 削減率(%)	収量あたり 削減率(%)		面積あたり 削減率(%)	収量あたり 削減率(%)
年間作業合計	184.7	375.5	-103.3	22.7	346.6	-87.7	28.6
整枝・せん定	20.7	45.6	-120.8	16.0	45.6	-120.8	16.0
施肥	6.0	6.0	0.0	62.0	6.0	0.0	62.0
除草・防除	16.7	16.7	0.0	62.0	5.3(注)	68.3(注)	87.9(注)
摘果	54.8	155.1	-183.3	-7.8	140.7(注)	-156.9(注)	2.3(注)
新梢管理	9.3	11.9	-28.1	51.3	11.5(注)	-23.9(注)	52.9(注)
着色管理	20.0	20.0	0.0	62.0	20.0	0.0	62.0
収穫	44.3	107.2	-141.8	8.0	104.5(注)	-135.9(注)	10.3(注)
その他	13.0	13.0	0.0	62.0	13.0	0.0	62.0

2020年調査 (V字は6本主枝)

(注) 自動走行車 (市販化未定) 利用した場合の労働時間、除草・防除は引用値

②キャッシュフロー (定植1年目から6年目までの累計収支(10aあたり))

モモV字仕立て (高樹高)

(農研機構 作成)

年次	支出			収入			
	項目 ²	金額 (円)	摘要	収量 ^y (kg/10a)	単価 ^x (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	1,892,400		0		0	
	(内訳) 支持支柱・棚資材	535,000	V字棚・列間4m				
	支柱・棚施工費	267,500					
	かん水資材	366,000					
	高所作業台車	503,500	1台/20a				
	種苗費 ^y	149,400	83本/10a				
	肥料費	14,000					
	農薬費	22,000					
	諸材料費	10,000					
光熱水費	25,000						
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	168,678	肥料、農薬等 ^w	330	-	73,697	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	322,805	出荷経費含む	3,340	-	830,215	
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	304,219	出荷経費含む	3,451	-	685,732	
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	350,985	出荷経費含む	3,917	-	967,032	
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	313,516	出荷経費含む	3,481	-	814,458	
累計		3,352,604		14,519		3,371,132	

²支持支柱、棚資材、施工費、苗等は単価により変動あり

^y試験結果に基づく数値 (6本主枝区)

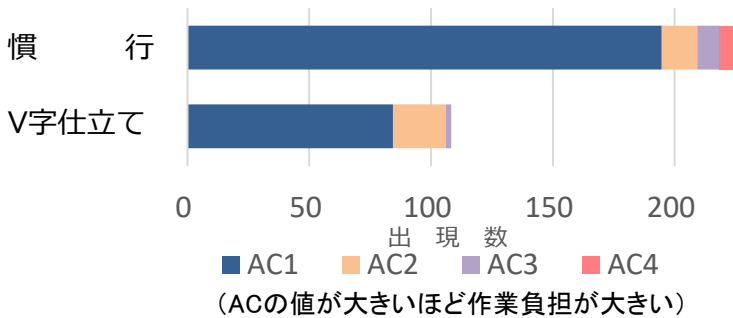
^x本樹形は果実重が小さいことから、福島県の等級別単価表 (H29) に基づき等級ごとに計算、製品率80%とした

^w生産経費は福島県経営指標に基づく、出荷経費は出荷重量および販売金額に基づき計算し手数料、運搬費、資材費を含む

機械化樹形の具体的な効果

①作業の省力化、軽労化

(模擬果実を用いた収穫作業の調査では)

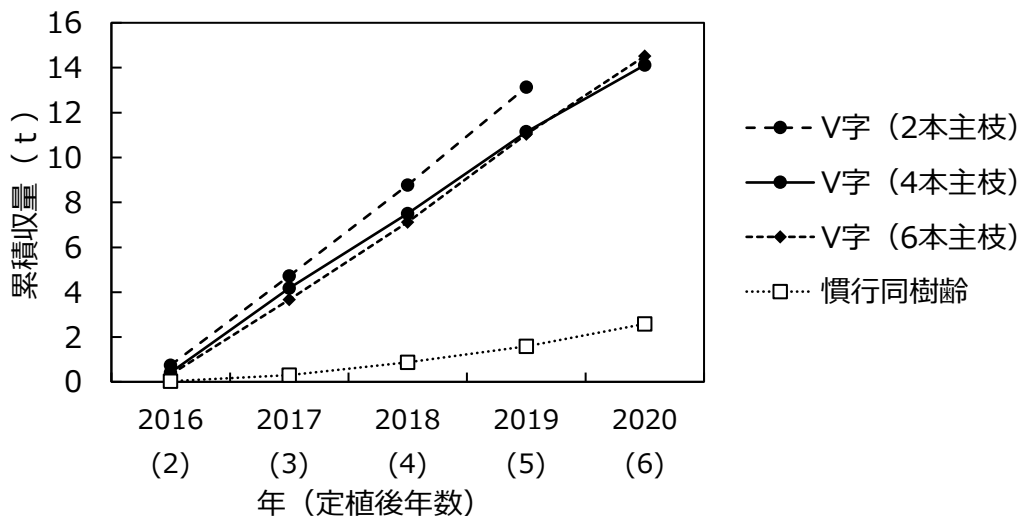


V字仕立ては慣行（開心自然形）と比べ、

- ・作業効率が良い（100果あたり作業時間 約3割減）
- ・作業強度が低い（ステップテスト心拍数比率 約1割減）
- ・筋骨格系への負担が少ない（AC3+AC4 約5割減）

②早期多収

定植から3年目には累積収量が4 t/10aとなり、慣行の樹形よりも3 t/10a以上多くなります。果実品質は糖度13%以上（平常年）となりますが、果実重が小玉化（220 g程度）します。



10aあたりの累積収量

同一樹種における異なる機械化樹形の適用場面

ジョイントV字トレリス樹形

メリット：成園時収量は慣行の3割増

低樹高で脚立作業がなく、作業性・安全性に優れる
果実品質は慣行同等

デメリット：新梢管理時間の大幅な増加

側枝の均一化のための作業（摘心・誘引等）が必要

適用場面：作業性や安全性が高い事を重視する場合（傾斜地のほ場等）

雇用等を入れて大規模栽培する場合

慣行と同等の果実品質が求められる場面

V字仕立て(高樹高)

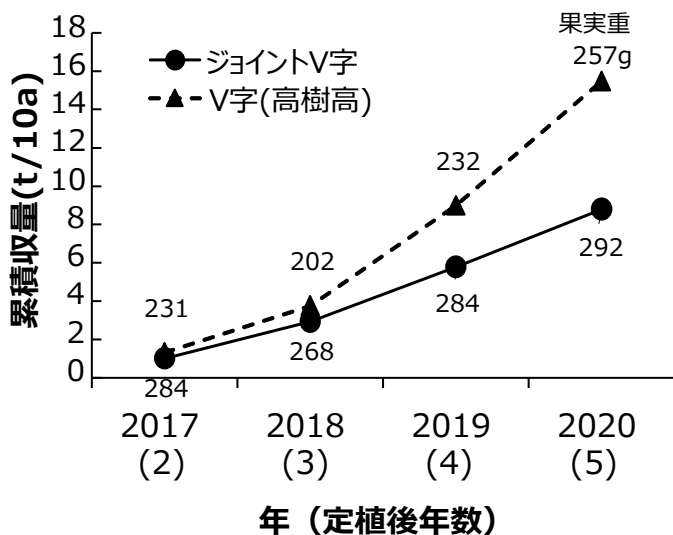
メリット：早期多収、定植5年目に累積収量が10tを越える

自然な作業姿勢となり作業負担が少ない
霜などの低温害を受けにくい

デメリット：高所作業台車が必要で、平坦地（傾斜10°以下）に限る

果実が小玉化する傾向がある

適用場面：規模拡大よりも早期の収量確保を重視する場合

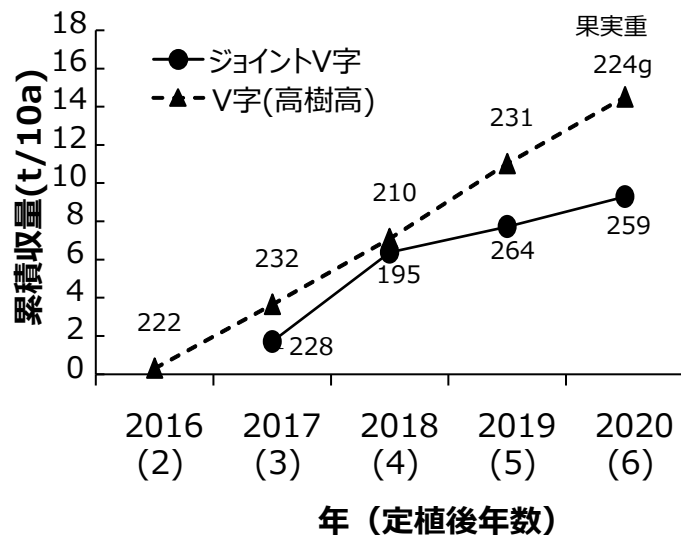


福島市での樹形比較

注1) 福島県農業総合センター果樹研究所(福島市)の値、図中の値は果実重(g)

注2) 台木は「筑波5号」

注3) 2016年に2年生大苗を定植



つくば市での樹形比較

注1) 農研機構(つくば市)の値、図中の数値は果実重(g)

注2) 台木は、V字仕立て(高樹高)は「ひだ国府紅しだれ」、ジョイントV字トレリスは「筑波5号」

注3) ジョイントV字トレリスは2016年に2年生大苗を定植、ジョイントV字トレリスでは2019および2020年は開花期の低温により収量が減少した

農研機構果樹茶業研究部門

樹形の概要



これまでク栽培は変則主幹系や開心自然系を中心とした樹形で、側枝単位でのせん定が行われてきました。近年は、農作業の安全性等の観点から低樹高化が図られてきましたが、低樹高といっても脚立が必要となります。さらに、果樹品目における共通の課題である未収益期間を短縮するために、より樹高を抑えて早期に多収を実現する「超低樹高Y字樹形」(写真)を開発しました。

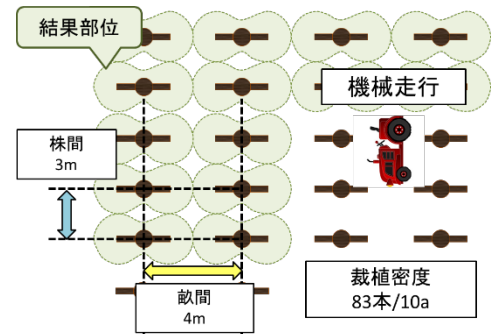
この樹形は管理作業の省力簡便化や早期の収量確保だけでなく、直線的な作業動線が確保できることから、大規模平坦栽培において、収穫作業の機械化への可能性が見えてきました。

本事例集では、以下の内容を掲載しました。

- ・超低樹高Y字樹形の特徴・主要成果
- ・超低樹高Y字樹形栽培の基本
- ・年間労働時間の削減と経営試算
- ・機械化樹形の具体的な効果



脚立のいらぬせん定



栽植モデル

「(ク) 超低樹高Y字樹形」

樹形の特徴・主要成果

早期多収

定植5年目頃から健全果収量 200kg/10aを達成できます

樹形による省力・軽労化

せん定作業における脚立の昇降時間が「0」となります

機械導入による省力化

列植することで機械収穫作業等による省力化が期待できます

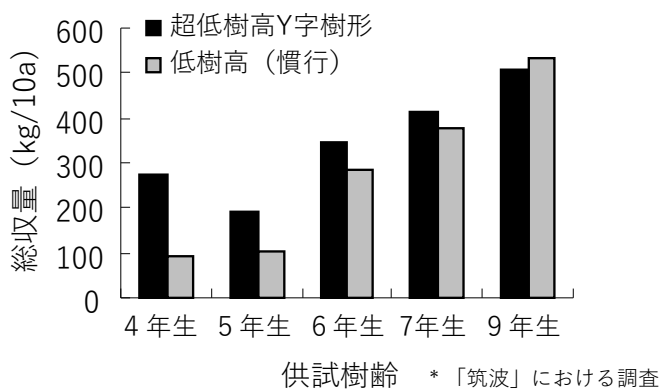
穂ごと自動収穫を行った場合、収穫時間は慣行比で88%削減できます（試算値）



低樹高(慣行)
※白赤の棒は全長2m



超低樹高Y字樹形
※白赤の棒は全長2m



収量の推移



自動走行車と収穫システム

栽培の基本

①圃場、苗木の準備と植栽

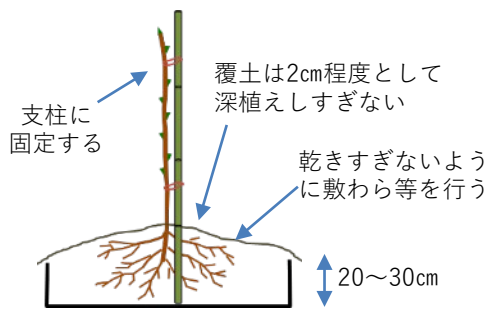
苗木の調達（注意点）

収穫期の作業量が多いため、早生～晩生までの作期分散を考慮しつつ品種選定し、生育の揃った健全な苗木を購入します。また、本栽培方法では1年枝に着果させるため、「利平」「銀寄」「岸根」「美玖里」などの樹勢が強い品種には向きません。

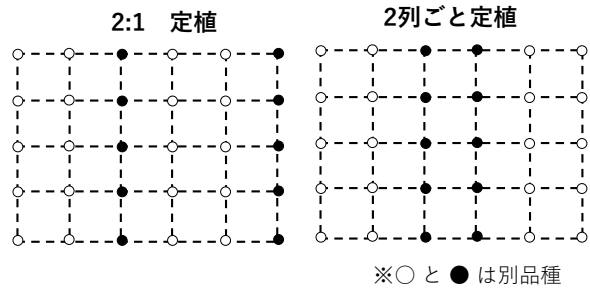
植栽方法

定植場所は、必要に応じてたい肥を混ぜ込むなどして耕起しておきます。定植時期は、凍害の心配がない地域では秋植えが良いです。苗木同士を密植しすぎると病虫害発生が増加して健全果収量が低下するので、畝間4m・株間3m（83本/10a）を目安とします。

複数品種を混植しますが、品種別出荷をする場合は早生品種同士を隣接させないなど工夫した植栽計画図を作成します。



定植方法の例



栽植計画図の例

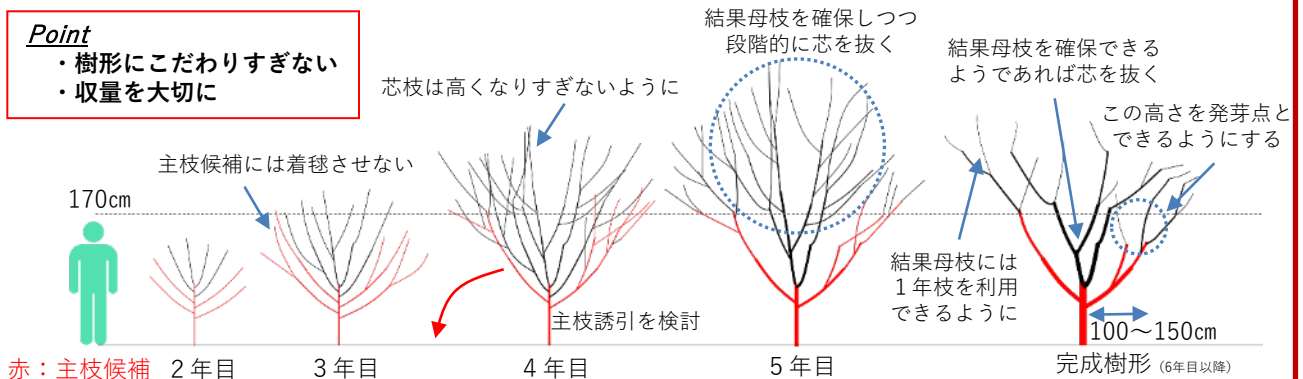
②生育初期の管理と主枝・側枝の養成

生育初期の管理と主枝養成

定植時には地上から1m程度の位置で切り返しを行います。3年目までは慣行樹形と同様に主幹形で育成します。主枝候補とする枝は1/3～1/4程度切り返し、競合する枝は間引きます。4年目頃から樹勢に応じて主枝をやや水平になるように誘引します（隣接樹同士で引き合うと良い）。5年目までには主枝を決め、低樹高に落ち着くようであれば芯抜きしてY字になるように仕立てます。ただし、樹形にこだわりすぎると樹勢低下や収量の極端な低下に繋がるため、樹の様子を見ながら段階的に行います。

Point

- ・樹形にこだわりすぎない
- ・収量を大切に

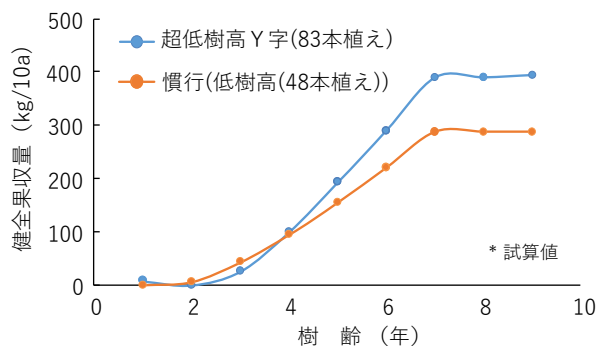


③成園化までの目標収量と着果管理

定植後年数と目標収量

2年目までは結果母枝先端を切り戻して主枝の育成を優先します。

定植3年目	50 kg/10a
定植4年目	100 kg/10a
定植5年目	200 kg/10a



着果管理

クリでは摘果等を実施せず、結果母枝量で調節を行う。

収量(「ぼろたん」)

④せん定管理

夏季せん定 (6月下旬頃まで)

翌年の優良な結果母枝を確保するうえで夏季せん定は重要な作業です。また、不要な新梢を残さないことで日当たりや風通しを良くします。

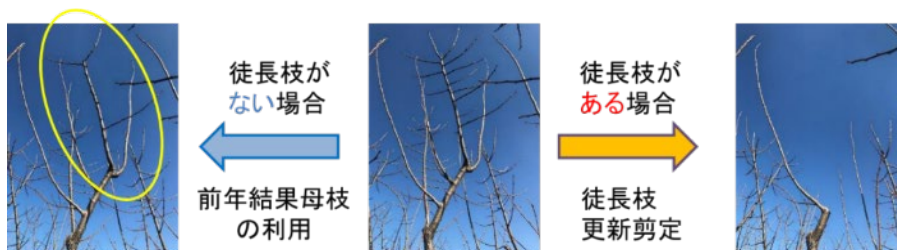
不要な新梢とは、(1)主枝下側から出たようなもの、(2)主枝背部から発生し長大になりそうなもの、(3)先端が垂れて下を向いているもの等が該当します。内向枝は樹冠が暗くなる原因となるのでやむを得ない場合を除いて1~2本にとどめます。



夏季せん定したものの様子

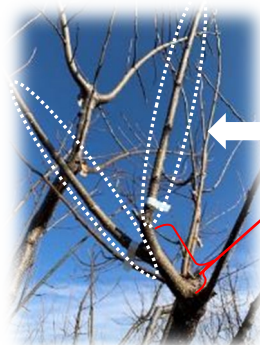
冬季せん定 (落葉後)

当樹形では、基本的に1年枝を利用しますので、結果枝はせん除します。しかし、必要な結果母枝量(3~4本/m²)を確保できない場合は前年結果枝を再度利用します。



「予備枝」を置くことで1年枝を確保しやすくなります。

「予備枝」にする枝は、配置できない1年枝や結果母枝にするには細い枝を活用します。充実していない枝を置いた場合や採光条件等によって、発芽しないこともありまますので留意して配置してください。



予備枝を利用した1年枝の確保

発生した2つの新梢

5芽程度(20cm)を残して切り返すことで新梢の発生をねらう

年間労働時間の削減と経営試算

①年間労働時間の慣行樹形との比較

クリの省力化試算（新樹形＋機械化）

クリ	慣行樹形 労働時間(h)	機械化樹形 労働時間(h)	機械化樹形 削減率(%)	樹形＋機械化 労働時間(h)	樹形＋機械化 削減率(%)
年間作業合計	39.2	31.0	20.9	15.3	60.9
整枝・せん定	16.0	7.8	51.3	7.8	51.3
施肥	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0
病虫害防除	2.0	2.0	0.0	0.2 (注)	89.9 (注)
除草	2.0	2.0	0.0	0.4 (注)	80.0 (注)
収穫	16.0	16.0	0.0	1.9 (注)	88.4 (注)
選別調整	2.0	2.0	0.0	3.9	-93.0
出荷	1.0	1.0	0.0	1.0	0.0

(注) 自動走行車（市販化未定）を利用した場合の労働時間及び削減率を記載
労働時間は茨城県の経営指標及び当所における「ぼろたん」の調査結果で試算した

- ・超低樹高Y字樹形とすることで、整枝・せん定作業の労働時間が51%削減できます。
さらに、収穫・除草等の自動化が実現できれば、年間労働時間を61%削減できます。

②キャッシュフロー（定植1年目から6年目までの累計収支）

クリ超低樹高Y字樹形

年次	支出			収入			
	項目	金額 (円)	摘要	収量 (kg/10a)	単価 (円/kg)	金額 (円)	摘要
1年目	肥料費、農薬費、資材費他	89,384		0	587	0	
	(内訳) 種苗費	58,800	84本/10a、特等「丹沢」				
	肥料費	7,140					
	農薬費	9,148					
	小農具費	1,245					
	光熱水費	1,203					
	その他	11,848					
2年目	肥料費、農薬費、資材費他	30,584	肥料、農薬等	0	587	0	
3年目	肥料費、農薬費、資材費他	51,755	販売経費含む	25	587	14,675	すべてJA出荷
4年目	肥料費、農薬費、資材費他	51,755	販売経費含む	100	587	58,700	すべてJA出荷
5年目	肥料費、農薬費、資材費他	51,755	販売経費含む	200	587	117,400	すべてJA出荷
6年目	肥料費、農薬費、資材費他	51,755	販売経費含む	300	587	176,100	すべてJA出荷
累計		326,988		625		366,875	

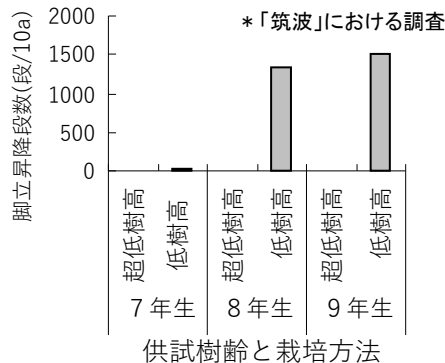
- *収量は、当所で調査した品種の値から試算したもの
- *苗木代及び販売単価は「丹沢」のものを使用している
- *各種経費等には茨城県の経営指標から引用している

- ・収量が成園並となる5年目には117千円/10aの収入を確保できる試算となります。
- ・6年目までの累計収量は625kg/10aで、収入にすると367千円/10aとなります。

機械化樹形の具体的な効果

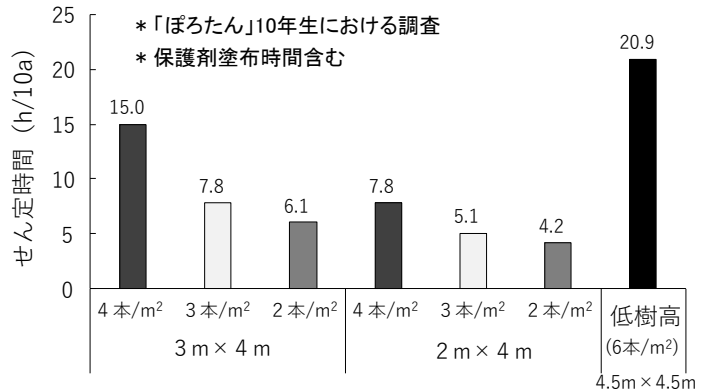
①作業の省力化、軽労化等

- ・超低樹高（2～3m程度）にすることで、昇降段数がなくなり軽労化が図れます。



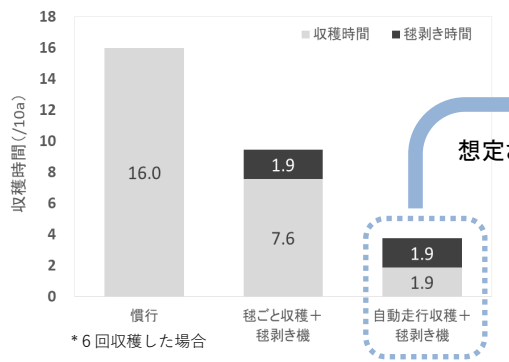
脚立の昇降段数の比較

- ・慣行（低樹高）と比べ、超低樹高ではせん定時間が減少します。



栽植方法によるせん定時間の違い

- ・毬ごと機械収穫して毬剥き機を利用することで、収穫時間が慣行に比べて76%削減できます。

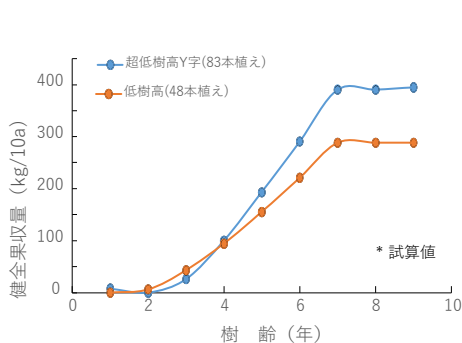


収穫体系の変化による省力化

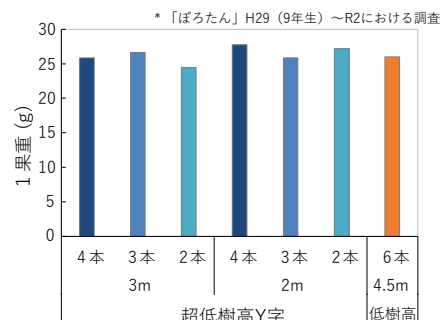
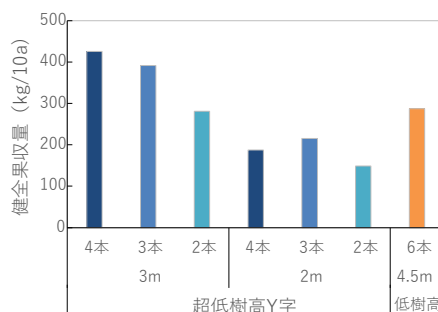


②早期多収等

- ・定植5年目には、健全果収量で200kg/10aを達成することが可能となります。なお、超低樹高Y字樹形では間伐などを実施しないので、一時的な収量減少もありません。
- ・栽植密度によって健全果収量は影響を受けますが、1果重は同等です（「ぼろたん」）。



収量の推移(「ぼろたん」)



栽植密度と結果母枝密度別の健全果収量(左)および1果重(右)

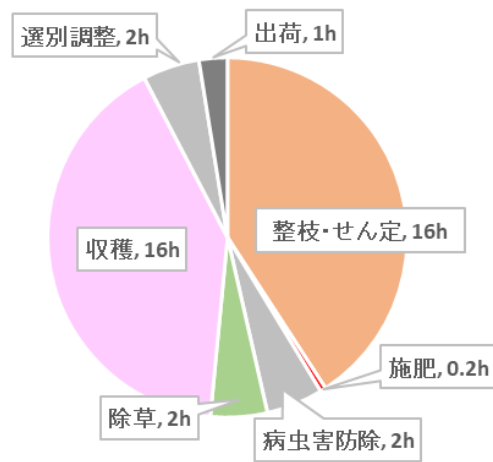
クリの大規模栽培の可能性

クリは、年間作業のうち「せん定」と「収穫」に長い労働時間を要します。「せん定作業」は前述の「超低樹高Y字栽培」を導入することにより、脚立の昇降がなくなるため、軽減することができます。また、1年枝を利用するのでせん定作業の単純化が図れます。

しかし、収穫は超低樹高としても軽減することは難しく、面積拡大の上で大きな課題となります。さらに、クリは収穫期になると自然と落果してくるため、品種による収穫期の時間的分散にも限界があります。

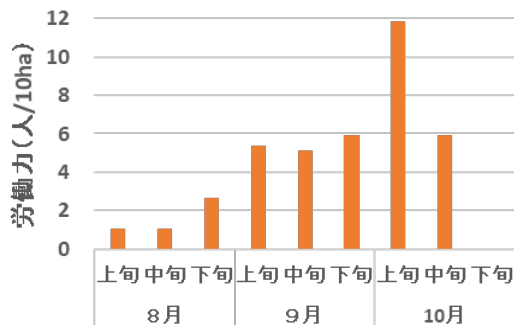
そこで、自動走行車によって収穫することが可能となれば、10aあたりの「収穫」にかかる年間作業時間が慣行栽培と比較して88%削減できます。これに、除草や防除を自動化することも併せると年間作業時間を61%削減できます（年間労働時間の慣行樹形との比較を参照）。

クリ慣行栽培の労働時間内訳

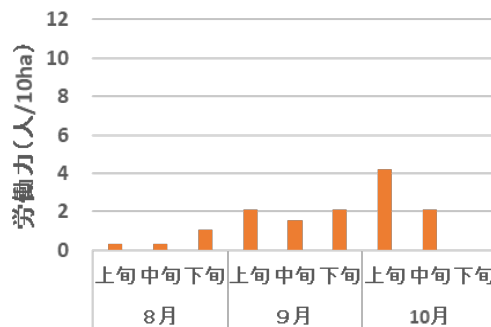


計：39.2時間/10a

収穫時期の必要労働人数
慣行10ha栽培



超低樹高Y字で自動収穫導入



「丹沢」「筑波」「石鎚」を面積で均等植え、1日8時間の月20日間労働、2名で経営する場合を試算しました。

慣行樹形で10ha規模の栽培を実施しようとする、8月下旬～10月中旬まで労働力が不足した状態が続くことになり、雇用する必要があります（延べ25人）。一方で、収穫を自動化することができた場合は、10月上旬のみ雇用を導入する必要がありますが、基本的に2人/10haの労働時間で作業をすることができます。



収穫システムを試験した
自動走行車とパーツ
(市販化未定)

茨城県農業総合センター

執筆機関・問い合わせ先 一覧

掲載記事	研究機関	問い合わせ先
(ウンシュウミカン) 双幹形仕立て	福岡県農林業総合試験場	092-922-4946
【コラム】自動化機械適性と省力効果	福岡県農林業総合試験場	092-922-4946
(中晩生かんきつ) 双幹形への樹形改造	愛媛県農林水産研究所果樹研究センター	089-977-2100
【コラム】カンキツの樹形改造と植調剤・着果負担による長大枝抑制	農研機構果樹茶業研究部門	029-838-6453
(リンゴ) ジョイントV字トレリス樹形	宮城県農業・園芸総合研究所	022-383-8134
(リンゴ) トールスピンドルシステム	長野県果樹試験場	026-246-2415
(リンゴ) 同一樹種による異なる機械化樹形の適用場面	農研機構果樹茶業研究部門	029-838-6453
(ニホンナシ) ジョイントV字トレリス樹形	神奈川県農業技術センター	0463-58-0333
【コラム】自動化栽培活用による省力効果	神奈川県農業技術センター	0463-58-0333
【コラム】機械化樹形における果樹棚（支柱）の設置	農研機構農村工学研究部門	029-838-7655
(セイヨウナシ) 「ルレクチェ」ジョイントV字トレリス樹形	新潟県農業総合研究所園芸研究センター	0254-27-5555
(ブドウ) Y字樹形	群馬県農業技術センター	0270-61-0066
【コラム】新梢管理装置の開発	群馬県農業技術センター	0270-61-0066
(カキ) ジョイントV字トレリス樹形	福岡県農林業総合試験場	092-922-4946
(カキ) わい性台木主幹形仕立て	静岡県農林技術研究所果樹研究センター	054-376-6155
(カキ) 同一樹種による異なる機械化樹形の適用場面	農研機構果樹茶業研究部門	029-838-6453
(オウトウ) ジョイントV字トレリス樹形	福島県農業総合センター果樹研究所	024-542-4951
(モモ) ジョイントV字トレリス樹形	福島県農業総合センター果樹研究所	024-542-4951
(モモ) V字仕立て（高樹高）	農研機構果樹茶業研究部門	029-838-6453
(モモ) 同一樹種による異なる機械化樹形の適用場面	農研機構果樹茶業研究部門	029-838-6453
(クリ) 超低樹高Y字樹形	茨城県農業総合センター園芸研究所	0299-45-8340
【コラム】クリの大規模栽培の可能性	茨城県農業総合センター園芸研究所	0299-45-8340

著作権等に関する事項

本事例集に掲載された図表は、A I（機械化樹形）コンソーシアム構成員が著作権を有するものであり、A I（機械化樹形）コンソーシアム構成員から使用の許可を得ています。本事例集に記載内容は「私的使用」または「引用」など著作権法上認められた場合を除き、無断で転載、複製、販売などの利用はできません。

研究課題や本資料の全般に関するお問い合わせは農研機構果樹茶業研究部門に、
本資料に掲載した各技術の詳細については各研究機関にお問い合わせください。

編集 A I（機械化樹形）コンソーシアム
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門
〒305-8605 茨城県つくば市藤本2-1
029-838-6453（研究推進室長）
029-838-6451（果樹連携調整役）
発行 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹茶業研究部門長