



基礎編

か じゅ こん けん せい ぎよ さい ばい ほう

果樹の根圏制御栽培法 導入マニュアル



平成31 (2019) 年2月

果樹の根圏制御栽培法実践コンソーシアム共同研究機関

「革新的技術開発・緊急展開事業(うち地域戦略プロジェクト)次世代の果樹栽培法「根圏制御栽培法」導入実践による産地活性化」を活用

はじめに

盛土式根圏制御栽培法は、移植（植え付け）後の早期成園化および高品質果実生産、生産性向上、紋羽病等土壌病害回避を目的に開発した栽培方法です。当初、雨よけハウス栽培の「幸水」で技術開発し、生産現場へ導入されましたが、現在は、「幸水」以外の品種での栽培や露地栽培での導入が進んでいます。また、なし以外のぶどう、もも等の多樹種や、観光直売、新規参入等の成果をまとめ様々な経営類型での試験を実施し、全国各地で導入が進みつつあります。

このマニュアルは、平成28年度から行われた革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域プロジェクト）における「次世代の果樹栽培法「根圏制御栽培法」導入実践による産地活性化」の取り組みで得られた3年間の成果をマニュアルにまとめたものです。掲載した内容は現段階で明らかとなったデータであり、生産、収量の安定性等長期間のデータ蓄積が必要なもの、解決すべき課題も残されていますが、現在、盛土式根圏制御栽培法を導入されている生産者の方や今後導入を検討される方に活用していただくと幸いです。

目次

①定植準備～定植	2
②Y字棚の設置	7
③仕立て方	11
④かん水方法	15
⑤施肥管理	19
⑥着果管理	21
⑦クローン苗増殖	22
⑧注意事項	23
⑨導入経費および労働時間	24
⑩高品質果実生産事例（ナシ）	29
⑪都市部における根圏制御栽培法導入事例	31
⑫西日本における根圏制御栽培法実証事例	33
⑬執筆機関一覧	34

ほ場選定、資材の準備から定植までの流れをまとめた。
10aあたり定植にかかる日数は、シート設置・培土・肥料の配置が6人で半日、植付けが9人(3班)で1日程度である。

①定植準備～定植

ほ場の選定

果樹の根圏制御栽培を始めるには、日当たりが良好で強風が当たらず、傾斜の少ない排水良好なほ場で目の行き届く自宅近くが望ましい。

では固まってしまい透水性が著しく低下するので、赤玉土の選定には十分留意する。

また、バーク堆肥は、完熟したもの(窒素2.0%、りん酸1.1%、加里1.4%、炭素率25程度)とする。

水源の確保

根圏制御栽培の樹が最も水量を必要とするのは満開後90日頃であり、ニホンナシでは10a当たり1日約6m³(30リットル/樹/日×200樹/10a)必要である。このため、十分な水量の確保が必要である。

整地

小石等を取り除き地面を平らにする。整地が十分でないと盛土が崩れたり、かん水が停滞し根腐れの原因となる。なお、盛土をすると地面がやや沈み込むので、植え付け列の中心はやや盛り上げるようにする。

電源の確保

自動かん水を行うためには、かん水制御装置と電磁弁に供給する100V(又は200Vの三相)の電源が必要である。

栽植間隔

栽植間隔は列間2.5～3.0m、株間2.0mとする。列間はほ場の形や面積により決定する。栽植本数は、列間2.5mで200本/10a、2.7mで185本/10a、3.0mでは167本/10a、列間は2.5m以上あれば、600リットル程度のスピードスプレーヤーが走行可能である。

資材の準備

導入に当たっては、ほ場の選定や資材の購入等が必要となるので、計画的に準備する(図1)。

培土の作成

培土は、赤玉土とバーク堆肥を容積比2:1で混ぜ合わせたものを用い、培土量は150リットルとする。なお、赤玉土は、大粒(8mm以上):中粒:細粒(2mm未満)の割合が体積比で1:2:1のものを用いる。目が細かい土のみ

定植木枠の作成

盛土を作成するために、木枠を製作しておく。木枠はコンパネ等を用い、下底105cm×上底90cm×高さ30cmの台形を2枚、下底60cm×上底45cm×高さ30cmの台形を2枚用意し、ビス等で固定する。最後に、上面に支え板を斜めに固定する。

図1 植付け前の準備

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月					
植え付け前準備				ほ場の選定	栽植間隔・本数を算出	品種の決定	苗木の発注	資材の発注	井戸・電気工事	ほ場の整地	棚の設置	培土の調整	定植用木枠の作成	かん水装置の設置	苗木の植え付け・施肥	適宜かん水	※秋植えができなかった場合 苗の植え付け・施肥

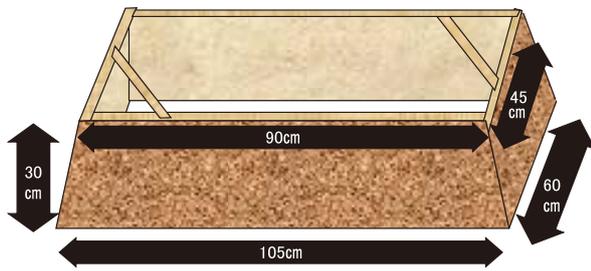


図2 定植用木枠の形状

列の方向

受光体制を考慮して南北方向を基本とする。

遮根シートの設置

植え付け予定の地面に、厚さ0.1mm以上、幅1.0mのビニルシートを敷く、その上に遮根シートを敷き、根圏を地面から完全に遮断する。遮根シートは、耐久性の高いルートラップ（長谷川産業、30Amm、幅2.1m）等を使用する。コストを削減するために、半分の幅（1.05m）に切断して使用してもよい。なお、遮根シートは根の脱走を防ぐため誤って穴を開けないように注意する。

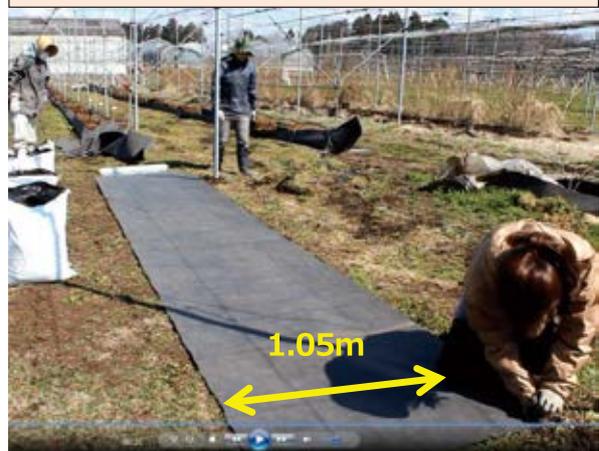
また、遮根シートの端は専用の止め具を用い、ビニルと一緒に仮止めしておく。

ビニルシートを敷く



ビニルシート（厚さ0.1mm以上、幅0.7~1.0m）

遮根シートを敷く



遮根シート（長谷川産業、30A、幅1.05m）をビニルシートの上に敷く（※動かないように仮止め）

定植

定植は、秋に行えば春の萌芽がよく、翌秋に充実した結果枝が確保できる。

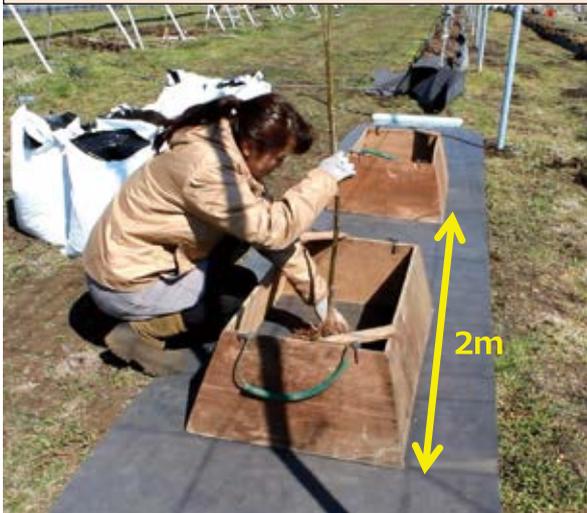
※1 作業の都合で春に定植する場合は、遅れると萌芽が劣るので、3月上旬を目安に実施し、植え付け後十分にかん水を行い、初期生育が停滞しないよう注意する。

※2 根圏に植付けまで1年余裕がある場合は、ポットに植付けし、主枝候補枝を3本程度養成した苗を植付けすることも可能である。この場合、移植当年に2本主枝から結果枝を養成し、移植2年目には2本主枝に結実できる。

※3 なお、主枝から結果枝の確保（発芽率）がその後の生育に大きく影響するため、**萌芽の揃いを良くするために1月中下旬にシアナミド液**（CX-10の10倍液，日本カーバイド工業）を苗に**散布**する。

① 植え付け予定の位置に木枠を設置し苗木の下に少し培土を入れた後、中心に苗を配置し根を広げる。苗は苗長180cm以上の特等苗を用いる。

木枠を設置し苗を配置する



木枠を設置し、苗を中心に配置する。
(※根の先を切除し新根の発生を促す)

② 培土、肥料は2度に分けて入れ、その都度木枠内の外周付近の土を強く固め盛土が崩れないようにする。

苗木の根元は強く固めると根腐れの原因となるので、軽く押す程度とする。

培土、肥料を入れ土を固める



培土、肥料を2回に分けて入れ、その都度木枠内外周の土を固め、盛土が崩れないようにする

③ 肥料は、緩効性被覆肥料236g (シグモイド100日タイプ、窒素14-りん酸14-加里12を窒素成分で30g)、ようりん360g、苦土炭酸カルシウム肥料192g、微量元素FTE715gを施用し培土に良く混和する。

④ 木枠を上を引き上げる。

木枠を引き上げる



盛土が崩れないように、木枠を上を引き上げる。
(※培土が乾いていると崩れやすいので、盛土に散水する)

⑤ かん水用のアロードリッパーを苗の周囲に設置する。

ドリッパーを設置する



かん水用のアロードリッパーを盛土に設置する。
(※アロードリッパーを均等に8本設置する)

⑥ 遮根シートを上げ、盛土が崩れシートが広がらないようにマイカー線等で固定する。また、雨水等の浸入を遮断するとともに、防草のために遮根シートの上に白黒マルチ等でマルチする。



マルチの違いによる盛土内の温度 マルチ資材の違いによる盛土内の温度変化と樹体生育に及ぼす影響を調べるため、4種

類のマルチを用い試験を実施した。薄手白黒マルチ(0.025mm)、厚手白黒マルチ(0.1mm)、機能性マルチ(赤外線カットフィルムを内包していて気温上昇抑制効果がある;開発段階)、黒の防草シートを比較すると、機能性マルチ(赤外線カットフィルム)で収穫がやや遅れたが、果実品質の差は無かった(表1)。

薄手白黒マルチ、厚手白黒マルチ、機能性マルチはマルチ内部の気温上昇を抑えられる。黒マルチはマルチ直下の気温が高温になり、樹体生育へ深刻な影響を及ぼすことがあるため使用しない。また、黒色防草シートは雨水の浸入を遮断できないことから露地では使用しない。

薄手白黒マルチは安価に設置できるが、耐久性に乏しく1年程度で被覆をやり直す必要がある。マルチ資材に破損があると雨水の浸入や雑草の発生を許すことから、マルチの破れが無いかな毎年チェックし、必要に応じて被覆し直す。

表1 マルチの違いによる果実品質への影響

処理区	収穫盛 月/日	横径 mm	縦径 mm	果重 g
機能性マルチ区	8/17a	93.6	77.7	401
防草シート黒区	8/15b	92.0	75.4	373
白黒マルチ区	8/15b	89.8	73.5	344
有意性 ^z	*	ns	ns	ns

処理区	地色 C.C.	糖度 %Brix	硬度 lbs	酸度 pH
機能性マルチ区	2.8	13.1	7.6b	5.4
防草シート黒区	3.0	13.2	8.3a	5.5
白黒マルチ区	3.1	13.5	8.4a	5.4
有意性 ^z	ns	ns	*	ns

^z有意性の*は同符号間で5%水準で有意
nsは有意差なし

^y多重比較はTukey法により同符号間で有意差なし

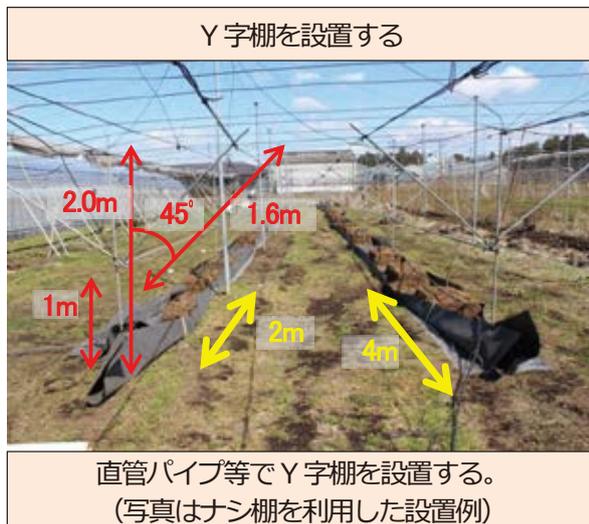
⑦Y字棚の設置

施設に応じ、Y字棚を設置する。

19mmの直管でY字棚を組み立てることが可能だが、裸地や棚の強度を上げたい場合は、列の両端を足場管で組むことで、強度を上げることができる。

2年目以降は着果に伴ってY字棚への負荷が大きくなるため、特に裸地では棚強度は高いことが望ましい。

結果枝誘引線は3～4本配置する。



⑧主枝の誘引

◆購入苗を当年移植する場合南北植えは、北方向に誘引する。※東西植えは西方向



◆苗をポットで1年養成した場合は、2本を1文字に誘引する。※ポットに植え付けした苗を地面から80cmで切戻し、主枝候補枝を3～4本養成しておく。根圏移植時に主枝候補から2本を選抜し誘引する。



植付けにかかる 標準日数

10aあたり定植にかかる日数は、シート設置・培土・肥料の配置が6人で半日、植付けが9人（3班）で1日程度である。植え付け予定の位置に培土・肥料を過不足無く配置しておくことが重要である。

植え付けにかかる人数は最低2人必要だが、苗の固定1人、培土・肥料の投入2人の3人組での作業が効率的である。

(執筆担当機関 栃木県農業試験場)

根圏制御栽培法は、ハウス、既存棚の利用、裸地と場所や作型を選ばず導入が可能である。

② Y字棚の設置

本栽培法は、露地、ハウスを問わず導入が可能である。

ハウスでの設置例

ハウスでの根圏栽培は、柱のある連棟ハウスへの導入を基本とし、水平ハリ等を利用して、Y字支柱を固定する(図2)。

列の両端の上部にある水平ハリの中にY字支柱の支持線を設置する。2、3樹おきにY字支柱(φ19mm直管)を立て、高さ80cmの位置に主枝支持管(φ19mm直管)を通す。Y字支柱(φ19mm直管)を主枝支持管から45度斜め上向きにハイセッターで固定し、上端は支持線に固定する。水平ハリ直下のY字支柱は、上端を水平ハリにネジ止めする。結果枝誘引線(φ2.0mm被覆半鋼線)2本を

Y字支柱に等間隔で張り、たるまないようにタニシート止め具等で固定する。

既存棚を利用した設置例

従来の平棚を利用する場合は、棚線を利用してY字支柱を固定する(図3)。

列はできるだけ平棚の幹線直下に配置する。2樹おきにY字支柱を組み、Y字支柱を幹線にハイセッターで固定する。棚面のY字支柱を固定する位置に小張線(被覆半鋼線)をたるまない程度に張り、Y字支柱を小張線にハイセッターで固定する。Y字支柱が果実や新梢の荷重で開かないように小張線と直角方向の幹線を交差クリップで止める。結果枝誘引線2本をY字支柱に等間隔で張り、タニシート止め具等で固定する。

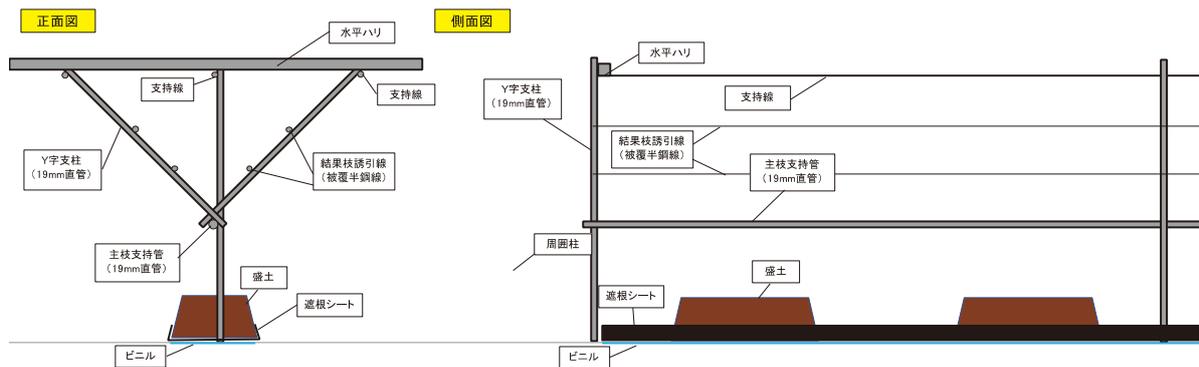


図2 ハウスでの設置例

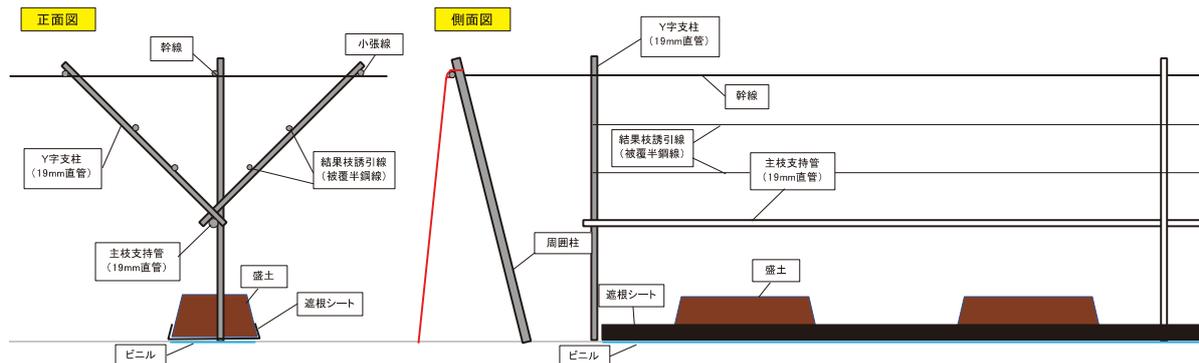


図3 既存棚を利用した設置例

裸地への設置例
(網棚無し)

裸地では列の両端を足場パイプで固定し、Y字棚を設置する(図4)。

列の両端のY字支柱は、φ48.6mmの足場管を用い、Y字支柱①(250cm, 地中に50cm埋め込み下端は台石を敷く)にY字支柱②(180cm)を45°交差させY字支柱①に連結する。Y字支柱を固定バー③にクランプで連結する。固定バー③の倒伏防止のため、斜め支柱④をクランプで連結し、下端を埋め込む(下端は台石を敷く)。斜め支柱をアンカーで引き、幹線の張力によるY字支柱①の浮き上がりを防止する。高さ80~90cmの位置で、Y字支柱と主枝支持管を異型クロスワンで連結する。

列の両端以外は4m間隔にφ22mm直管でY字支柱を組む。列が長くなる場合は20m程度おきに足場管で組んだY字支柱で補強する。両端のY字支柱②間に等間隔で被覆半鋼線をたるまない程度に張り、結果枝誘引線とする。線の片側をテンションクランプ(または

ターンバックル)で止めると、経年後のたるみ調整に便利である。

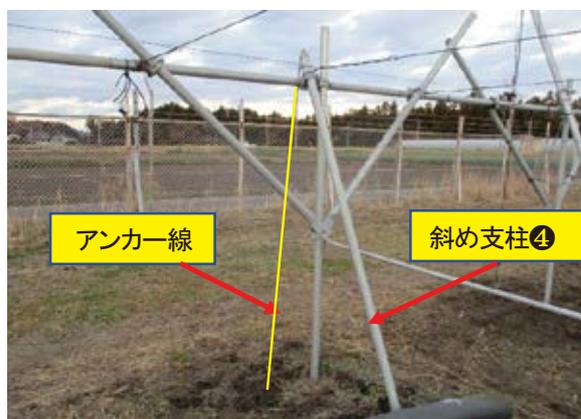


写真1. 列両端のY字支柱の設置例

根圏Y字棚の設置に便利な資材

・根圏専用Y字支柱

足場管の一方をつぶし、ボルト接合用の穴を開けたもの。自在クランプでの連結では2本のY



字支柱②を同じ高さでY字支柱①に連結できないが、専用Y字支柱では2本を同じ高さでY字支柱①連結できる。

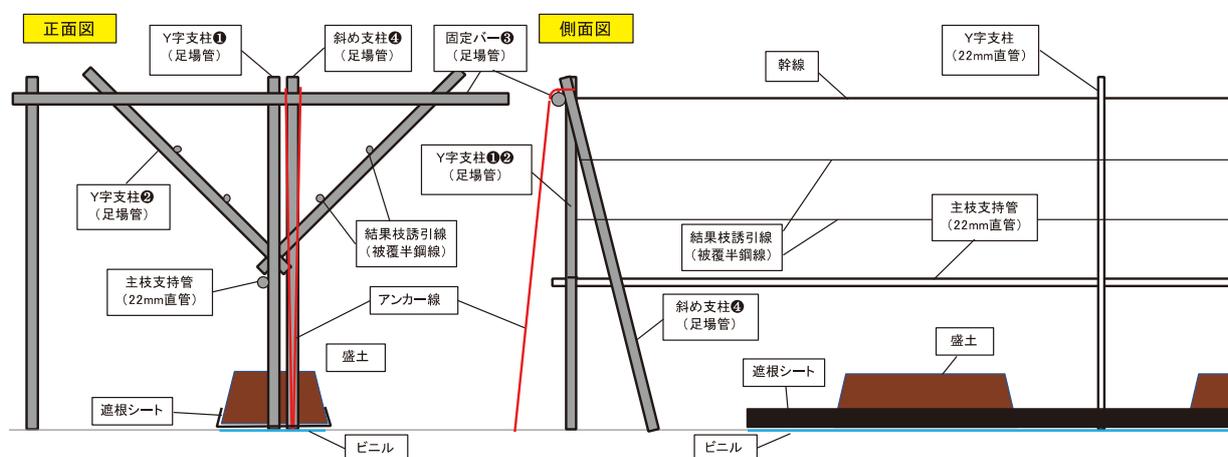


図4 裸地での設置例(網棚無し)

**裸地への設置例
(網棚・Y字棚一体型)**

裸地への根圏栽培の新規導入を、目的に、網棚と一体型の根圏専用果樹棚（Y字棚）を開発した。

①スタンダードタイプ (図5、6)

裸地に根圏のナシ等を導入する場合の網棚一体型果樹棚の標準的な仕様。網棚の周囲柱を果樹棚の周囲柱と兼用することで周囲柱の数を半分に抑えるほか、列の両端の周囲柱にY字棚の固定バーを連結することで固定バー補強のための斜め支柱を省いた。

両端の固定バーにY字支柱（足場管）を連結し、固定バー間に支持線を張り、支持線に両端以外のY字支柱（直管）をハイセッターで固定する。両端のY字支柱（足場管）に等間隔で被覆半鋼線をたるまない程度に張り、結果枝誘引線とする。ナシ以外

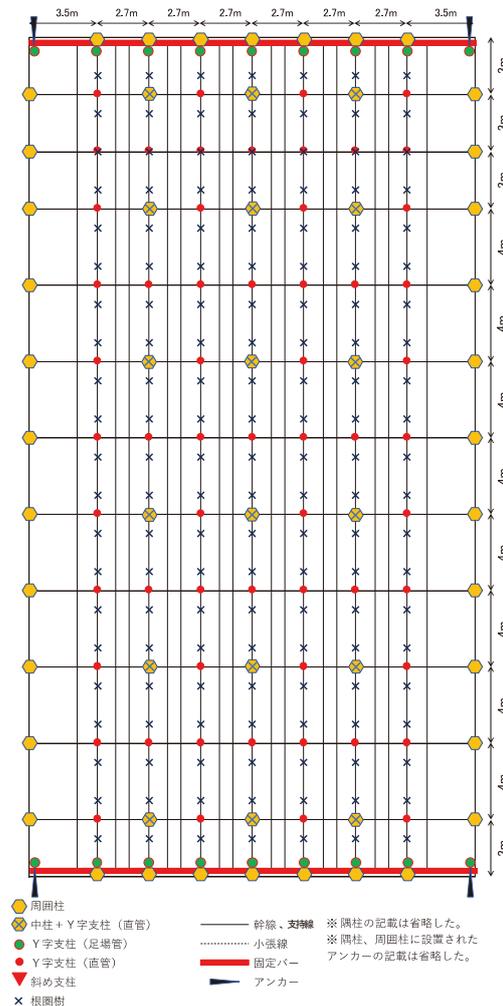


図5 スタンダードタイプの設置例

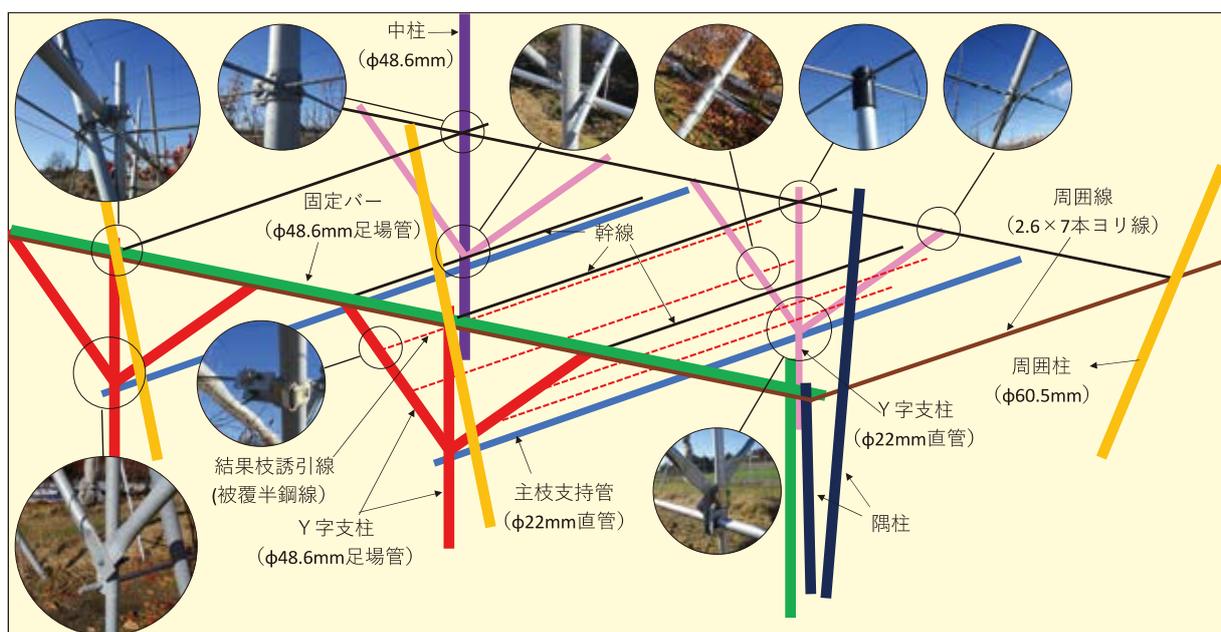


図6 スタンダードタイプの基本構造

にセイヨウナシ、リンゴ、モモ、スモモ、カキなどにも適用が可能である。樹種や仕立て方によりY字支柱に側枝誘引用の小張線を追加する。

②アップグレードタイプ(図7)

スタンダードタイプと同様の基本構造に、棚面の縦横に小張線を追加し、棚面の強度を高めた仕様。新梢誘引のため棚面に列方向の誘引線が必須のブドウや簡易雨除けを設置する場合に採用する。

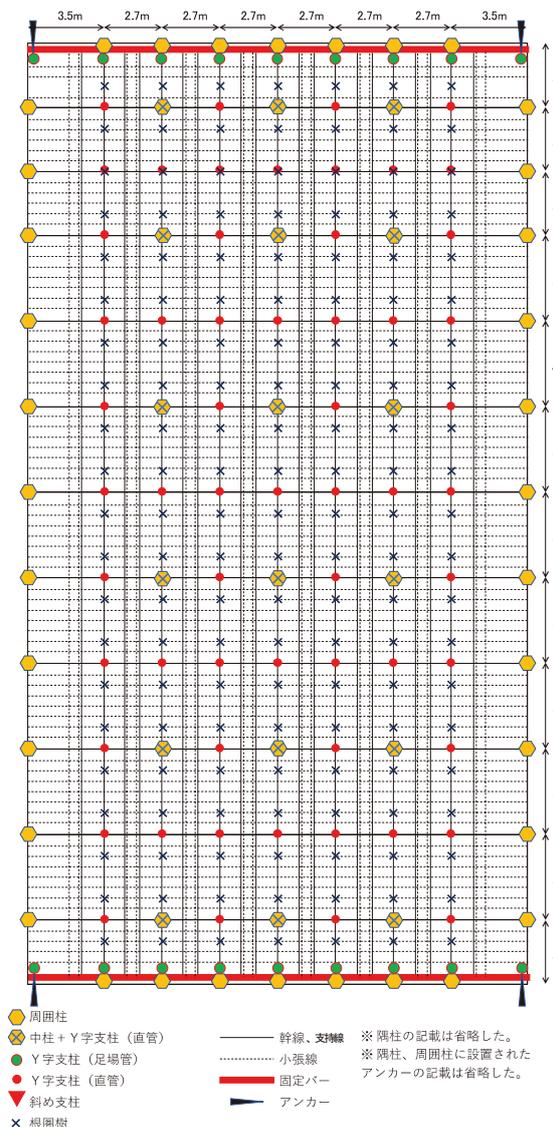


図7 アップグレードタイプの設置例

③エコノミータイプ(図8)

スタンダードタイプから果樹棚の周囲線を省き、さらに網棚の周囲柱を約半数に減らし設置コストを抑えた仕様。固定バーを支持する周囲柱が無い列は斜め支柱を設置して補強する。周囲柱が少なく列と直角方向の幹線が少ないため、果実や新梢の荷重でY字支柱が開いてしまう場合は、隣り合うY字支柱を連結して補強する。棚の強度はスタンダードタイプに比べやや劣るが、設置経費は8割程度となる(P24 参照)。

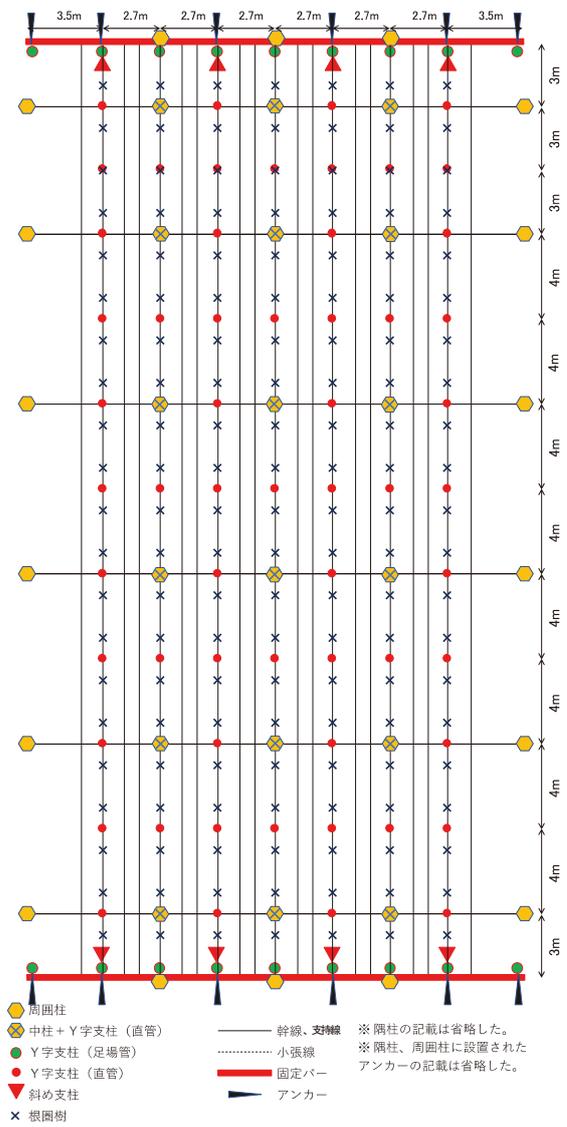


図8 エコノミータイプの設置例

(執筆担当機関 栃木県農業試験場)

ナシ以外の樹種の仕立て方は「導入マニュアル樹種編」を参照する。

③仕立て方（ナシ）

二年成り育成法

苗を植え付け、植付後2年目に結実し、3年目に樹形が完成する「二年成り育成法」で行う。育成方法は次のとおりである（図18）。

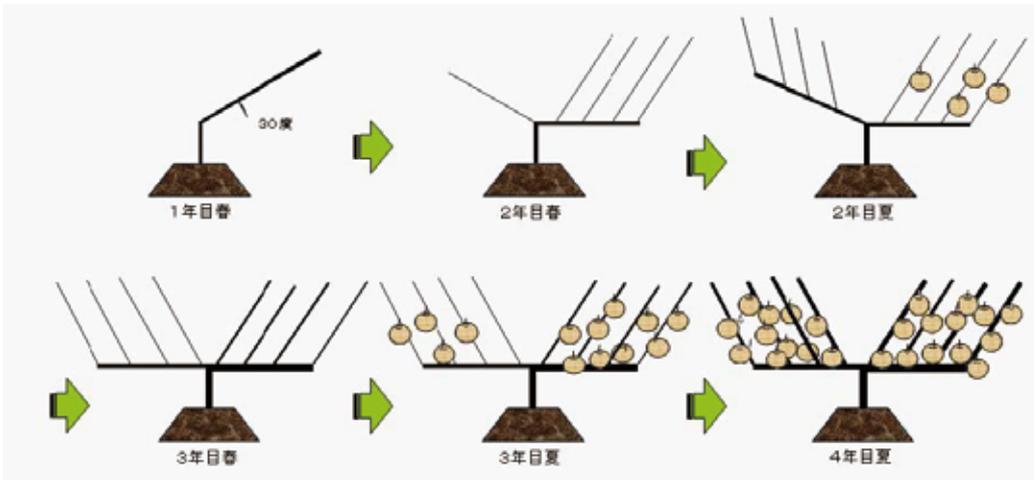
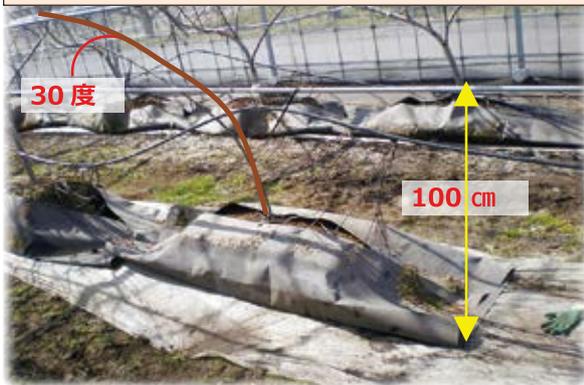


図9 二年成り育成法

- 1年目 栽植本数は10a当たり200本とし、植付け時に苗を150cmに切り戻し、主枝を30度に誘引する。夏期に新梢8本程度を発生させ60°程度に誘引するとともに、反対側に主枝候補を養成する。
- 2年目 1樹当たり25果を着果させる。また、反対の主枝から側枝8本程度を発生させ50度斜め上方に誘引する。
- 3年目 樹形が完成。

植付け1年目

地面から80cmを基点に、北方向に約30°の角度



【植え付け直後】

- ① 苗は盛土上面から150cm程度で切り返す。
- ② 苗は地面から80cmの位置を支点とし、30度

に誘引し、第一主枝とする。

【夏期の新梢管理】

- ③ 第1主枝から8本程度の結果枝を養成する。

新梢は、主枝からの発生位置を問わず利用する。また、新梢が倒れないように注意する。7月に60°程度に誘引し、腋花芽着生を促す。

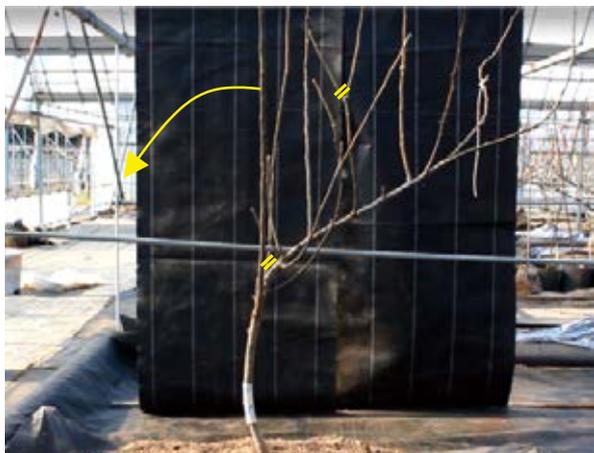
- ④ 一方、第1主枝の湾曲付近から発生した新梢は、第2主枝候補枝として、垂直に誘引し新梢伸長を促す。この際、第1主枝の背面から発生した新梢を使うと、剪定時誘引したときに枝が裂けることがあるので、側面から発生した新梢を用いると良い。第2主枝候補枝は、10月頃に第1主枝と反対側に45°程度に誘引しておく。

第1主枝からの新梢をY字棚に誘引する。第2主枝は主幹80cm付近の側面からの新梢を利用。



植付け2年目

【整枝・剪定】



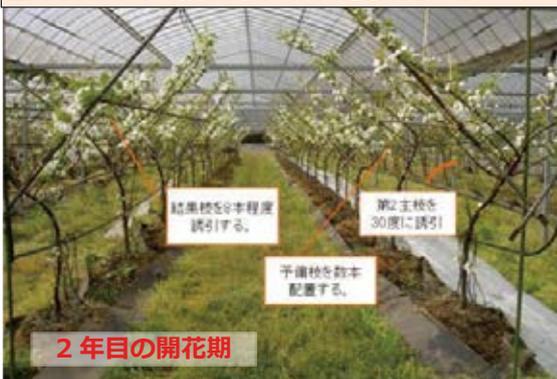
主幹部附近の強勢な新梢以外は、基本的に結果枝として利用する。短い新梢は予備枝として利用。



せん定・誘引後
結果枝先端は軽く切除する。

- ①結果枝8本程度、予備枝数本を配置する。
- ②第2主枝を主枝支持管から約30°に誘引する。

根圏は地下部の貯蔵養分量が少ない上、花芽の着生が良いので、摘雷等で無駄な養分競合を防ぐ。



【夏期の着果管理】

第1主枝に、葉果比50程度を目安に25果程度を着果させる。



③第1主枝に25果程度着果させる。

(着果数は、1果当たりの葉枚数が50枚程度となるようにし、多着果にならないように注意する)。

④第2主枝から8本程度の結果枝を養成する。

⑤新梢管理

結果枝上の短果枝や腋花芽から発生する徒長的な新梢は、摘果時に果そう葉のみを残し摘除し葉の繁茂を防止するとともに、次年度の短果枝を育成を図る。また、主枝から発生する発育枝は次年度以降の結果枝候補となるため、誘引や切り戻しを行い育成を図る。



新梢をピンチ



植付け3年目

【整枝・剪定】



両主枝から、結果枝を16本程度、予備枝を6本程度誘引する。

- ① 樹形が完成
- ② 両主枝から結果枝を16本程度、予備枝6本程度配置する。

※主枝基部付近に花芽の着生が良い結果枝があることが多いが、秋には強大な枝になるため弱い場合を除き元から剪除する。

【夏期の着果管理】



葉果比50を目安に、両主枝に40果程度着果させる。

- ③ 40果程度着果させる（3年目までは50枚／果を目安に着果させる）。
- （結果枝が十分確保できない樹は、1果当りの葉枚数が50枚程度となるように着果させる）
- ④ 新梢管理（2年目と同じ）

植付け4年目以降

【整枝・剪定】



【せん定前】短果枝の整理をする。結果枝先端は新梢が倒れないように内向きの芽で切る。



【せん定後】両主枝から、結果枝を16本程度、予備枝を6本程度誘引する。

【剪定終了後の状況】



整然と結果枝が配置される。冬期はウッドペッカーの破損も心配されるため、水抜きは必ず行う。

【成木の剪定基準】

- ①結果枝は3年を目安に更新していく。
- ②結果枝は、第一主枝、第二主枝からそれぞれ8本程度を配置する。
- ③側枝間隔は25cm程度で、こぶし2個分程度。
- ④また、次年度以降の結果枝を確保するために、予備枝を6本程度配置しておく。
- ⑤結果枝を確保するため、「くさび処理（結果枝基部から陰芽を発生させる方法）」、「Uターン予備枝（主枝基部から優良な結果枝を確保する方法）」を開発した。

【夏期の着果管理】



成木の着果数は80果程度（葉果比35）
※2800葉/樹（10葉/果そう×17果そう/枝×16枝・樹）

- ①4年目60果、5年目以降80果程度着果させる。
（結果枝が十分確保できない樹は、1果当たり葉枚数が35枚程度となるように着果させる）
- ②新梢管理（2年目と同じ）

【秋季の枝抜き】

収穫後、秋根の伸長とともに枝が充実する。根圏樹は貯蔵養分器官（根幹・太根・主幹・主枝）の割合が少なく、冬期の貯蔵養分量が少ない。次年度の初期生育を促すために、古い結果枝を剪除し、残った枝への貯蔵養分の蓄積を促す。



【枝抜き前】収穫後、次年度利用する結果枝や新梢の充実を図るため、古い結果枝の枝抜きを行う。



【枝抜き後】片側数本（2本程度、1樹で4本程度まで）の枝抜きを行った。

（執筆担当機関 栃木県農業試験場）

ナシ以外の樹種のかん水方法については「導入マニュアル 樹種編」を参照する。

④かん水方法（ナシ）

かん水装置

かん水装置は、制御盤、減圧弁、流量計、電磁弁を組み合わせた水量コントロールが可能な装置とし、かん水は、1日多頻度（20回程度）出来るものを用いる。

制御盤は、ラインごとに毎回のかん水開始時間、流量が設定できる機器が望ましいが、導入面積や品種構成、経費を考慮し採用する機器を決定する。

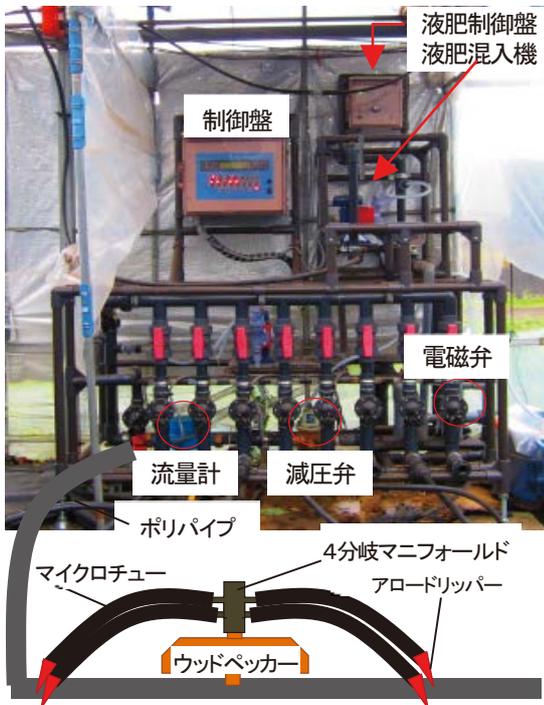


図10 かん水装置の概要

※培地に均等にかん水を行うために、ポリパイプに吐出量8ℓ/時の調節弁付きのウッドペッカーを（1樹当たり2個）取付ける。さらにウッドペッカーに4分岐マニフォールドを差し込み4本のマイクロチューブ（約60cm）、アロードリッパーを取り付けかん水を行う（図21）。

※なお、ウッドペッカーは調圧弁が付いていないと、かん水停止時に低い所から排液され吐出量に違いが出るので注意する。



盛土へのかん水

盛土への水は、ポリパイプに設置したウッドペッカーからマイクロチューブ、アロードリッパーをとおりかん水する。

アロードリッパーは盛土上面に、主幹を中心に8本均等間隔に設置する。また、かん水が設定量出ているか、水漏れがないか等、かん水関係のチェックを随時行い、盛土が乾燥し落葉、枯死することのないよう注意する。



ポリパイプから8本のアロードリッパーを設置する。

かん水資材のコスト低減を図るため、ポリパイプに直付けした複数の小型ウッドペッカーから直接盛土へかん水する方法について検討した。結果は以下のとおりである。

表2 直付けドリッパーの果実品質

処理区	果重 g	糖度 %Brix	酸度 pH	硬度 lbs
直付け6区（3L×4個＋ 2L×2個）	376	13.3	5.3	6.9
直付け8区（2L×8個）	370	13.2	5.2	6.2
慣行（アロードリッパー×8本）	392	12.8	5.2	6.1

直付けの場合は、直下の培土の水分率が高くなるものの、側面まで水が行き渡らず、盛り土内の水分率にばらつきがあったため、慣行に比べ果実肥大がやや劣り、肉質がやや硬かった。このことから、慣行のアロードリッパー 8本によるかん水実施が無難であり、直付けはさらに調査が必要となっている。

1日のかん水量

かん水は早朝から夕方まで1日20回、40分間隔で実施し、樹体の吸水量に合わせ

朝夕少なく昼多く設定する(表3)。1日当たりのかん水量は樹体の吸水量をもとに設定する。

表3 各回のかん水量(各回の比率に日かん水量を乗じてかん水する)

回数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
時間	5:00	5:40	6:20	7:00	7:40	8:20	9:00	9:40	10:20	11:00	
比率(%)	2	2	3	3	3	4	5	6	6	6	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	合計
時間	11:40	12:20	13:00	13:40	14:20	15:00	15:40	16:20	17:00	17:40	
比率(%)	6	7	7	7	7	6	6	5	5	4	100

生育ステージ別の
かん水量

成木の1樹当たりの日吸水量は、葉数の増加に比例して増え、果実肥大盛期となる満開後91～120日で約29リットルである(図11)。

※樹齢別の吸水量は表4のとおり。

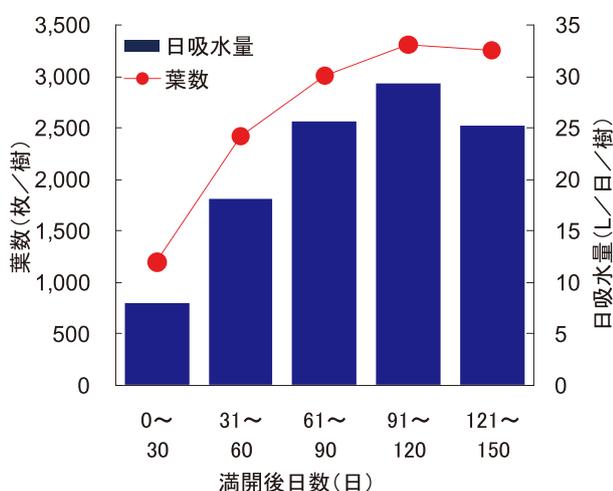


図11 ステージ別の葉数と平均日吸水量

① 催芽～満開後30日

発根、発芽促進、果実の初期肥大を良くするため、盛土が湿潤状態になるよう1年目5.0ℓ/樹、2年目7.5ℓ/樹、3年目以降10ℓ/樹かん水する。

② 満開後31～60日

1～3年目は新梢伸長を促し、樹勢をやや強めに維持し、結果枝の確保を図りたいため、吸水量に応じたかん水量とする。

この時期は、果実肥大が一時鈍るとともに、花芽分化始期にあたる。前述のとおり、この時期のかん水量を制限することで、その後の果実品質、花芽着生数が良好となるため成木においては、日かん水量を1樹当り10ℓと制限する。

なお、晴天が4日以上続く場合は、盛土が乾燥しすぎるため注意し、必要に応じて夜間中かん水する。

③ 満開後61～満開後90日

果実肥大が旺盛となる時期なので、かん水量を最大にする。この時期のかん水量は、1年目10ℓ/樹、2年目20ℓ/樹、3年目以降30ℓ/樹とする。なお、露地や雨よけ栽培では、梅雨時期となるため、雨天が続く盛土からの排液が多くなり通路がぬかるようであれば、かん水を10時頃に停止し、半量程度に調節する。なお、夕方に必ずかん水制御盤の電源を入れ直す。

④ 満開後91日～収穫期

果実肥大盛期から収穫期のかん水量は、最大のままとする。この時期に、かん水不足となると、落葉や果実肥大が低下するので、設定量のかん水が行われているか十分注意する。

なお、梅雨が明け、晴天が4日以上続く場合は、1日のかん水終了後1時間程度連続かん水し、盛土の過剰な乾燥を防止する。

⑤収穫後～落葉期

着果負担がなくなり、樹体の吸水量が少なくなるため、2年目15ℓ/樹、3年目以降20ℓ/樹とする。

⑥落葉後

落葉後、かん水を停止する。落葉期から次年度のかん水開始までは、マルチを開けて土

壌の水分状態を確認するとともに、乾いてきたら昼間たっぷりとかん水を行う。なお、冬期は塩ビ管やウッドペッカー等が凍結し破損することがあるので、かん水停止後はかん水装置の水抜きを実施し凍結を防止する。

【幸水以外の品種】

幸水より収穫が遅く大玉の品種は、果実肥大期から収穫期に1～2割程度かん水量を増やす。

表4 植付け2年目以降の日のかん水量(1樹当たり)

樹齢別の日かん水量 (ステージ別)	満開後日数(日)							
	催芽期～0	0～30	31～60	61～90	91～120	121～150	151～落葉期	
1年目	5.0	5.0	7.5	10.0	10.0	7.5	5.0	
1樹当たり日かん水量(L/樹/日)	2年目	7.5	7.5	15.0	20.0	20.0	20.0	15.0
	3年目	10.0	10.0	20.0	25.0	30.0	25.0	20.0
	4年目以降	10.0	10.0	10.0 ^z	30.0 ^z	30.0 ^z	25.0	20.0

表5 1日に3回切替えできるタイマーのプログラム例(30L/樹の場合)

1日の時刻帯別のかん水量	時刻帯(時)			合計
タイマーで各ライン3回切替えができる場合(下段は日30ℓの場合の例)	5:00～8:00	8:00～16:00	16:00～18:00	
	1～5回目	6～17回目	18～20回目	
各回のかん水割合 ^y	0.035	0.06	0.035	1.00
(例)30ℓの場合の各回のかん水量	1.05 ℓ × 5回	1.80 ℓ × 12回	1.05 ℓ × 3回	30ℓ
1回当たりのかん水時間(分)	8分	14分	8分	232分

^z 晴天が4日以上続き盛土が乾燥気味の場合は、夜間に8時間程度かん水するなど適宜対応する。

^y 均等かん水(毎回のかん水量が同じ)となる場合は、日中のかん水量が吸水量よりも少なくなるため、10～20%かん水量を増やす。

かん水装置の
実用性評価

複合管理制御装置は、地温や日射量に連動させた繊細なかん水制御ができるだけでなく、異常時には警報を発し、音と光(パトランプ)で知らせることが可能である。

複合管理制御装置は、地温や日射量に連動させた繊細なかん水制御ができるだけでなく、異常時には警報を発し、音と光(パトランプ)で知らせることが可能である。

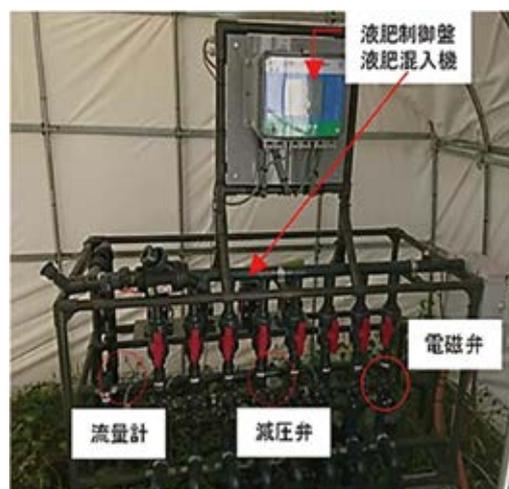


写真2 複合管理制御用装置

プログラムタイマーは、吸水パターンに応じたタイマーかん水が可能で、かん水設定も、系統ごとにボタン一つで簡単に量の調整ができるようになっている。ただし、警報や日射連動などの細かい制御は対応できないので、常にほ場を観察し、かん水状況の確認が必要である。簡易タイマーは、電池駆動式であるため、電源が不要で、水源さえあれば、どこでも設置が可能である。かん水の各系統の数だけ台数が必要になる。屋外仕様ではないため、風雨をしのげる被覆資材が必要である。実際のかん水量については、プログラムタイマーは停電で不安定だった日以外は、設定量より4%程度高い流量で、簡易タイマーは、設定量に対して±2%程度で推移した。なお、かん水機器及び資材の性能（誤差）などにより、必ずしも設定量どおりとならない場合が想定されるので、流量計を設置し、規定量と一致するように設定時間の再調整をする。
(執筆担当機関 栃木県農業試験場)



写真2 複合管理制御用センサ・装置
(左: 警報パトランプ、中央: 日射センサ、右: 地温センサ)



写真3 プログラムタイマー



写真4 簡易タイマー

表6 各かん水装置の性能と特徴

かん水装置の種類	かん水制御の方式	かん水可能な回数	かん水ライン数	液肥混入機の併用	かん水制御の特徴	備考
複合管理制御装置	流量制御	1～20回	8ライン	可	<ul style="list-style-type: none"> ・実測した流量に基づき電磁弁を開閉する方式ため、毎回設定された水量が確実にラインに供給される。 ・ライン配管に漏れがあった場合に、設定した水量が根圏樹に供給されない場合があるため、かん水漏れのチェックが重要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種センサー設置により地温や日射量に連動させた繊細なかん水制御が可能。 ・トラブルにより水が供給されない場合は、異常を感知し警報音と回転灯で警報を発することもできる。
プログラムタイマー	時間制御	20回(固定)	4ライン	可	<ul style="list-style-type: none"> ・配管を流れる流量ではなく、設定された時刻に電磁弁が開き、設定されたかん水時間経過後に電磁弁が閉じる時間制御方式のため、ライン配管に漏れがあった場合でも規定の圧力内であれば設定した水量が根圏樹に供給される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・トラブルにより水が供給されない場合、警告を発する機能がないため、随時、盛土表面の水分状態に注意し、確認する必要がある。 ・1日のかん水量を入力すると、標準的な吸水パターンに応じて各かん水時間のかん水量が設置できるため、制御盤の操作が簡便。
簡易タイマー	時間制御	1～20回	1ライン	不可	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラムタイマーと同様であるが、毎回のかん水開始時刻と水が出る時間を任意に設定できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電池駆動式のため電源が不要で、水源があればどこでも設置が可能である。 ・耐久性がやや劣る。 ・安価である。

ナシ以外の樹種のかん水方法については「導入マニュアル 樹種編」を参照する。

⑤ 施肥管理

施肥量

「幸水」の樹齢別の年間窒素吸収量（催芽前～収穫直後）は、1年生樹32g、2年生樹50g、3年生樹74g、8年生樹102gであった（図12）ことから、表7のとおり施肥量を設計した。

施肥はかん水開始時（催芽期）に、盛土表面に施用し、培土とよく混和する。また、土壤改良資材（ようりん、苦土炭カル、FTE）は2年分を1年ごとに施用する。

収穫後は、礼肥としてNK化成肥料を、窒素成分で基肥の20%量を盛土表面に施用する。

晩生品種の場合は、礼肥を行わないので、（基肥+礼肥）量を一括して基肥として施用することで、栽培可能と考えられる（エコロング424、140日タイプで857g）。

※FTE:微量要素肥料（マンガン（MnO₂）4.0%、鉄（Fe₂O₃）10.0%、亜鉛（ZnO）4.0%、銅（CuO）4.0、ホウ素（B₂O₃）2.0%、モリブデン（MoO₃）0.2%）

液肥の利用

液肥混入機を利用することで、施肥時間を大幅に削減することができる（通常3時

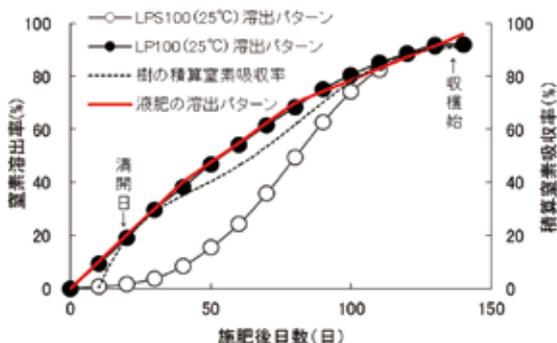


図13 液肥を利用した場合の窒素溶出パターン

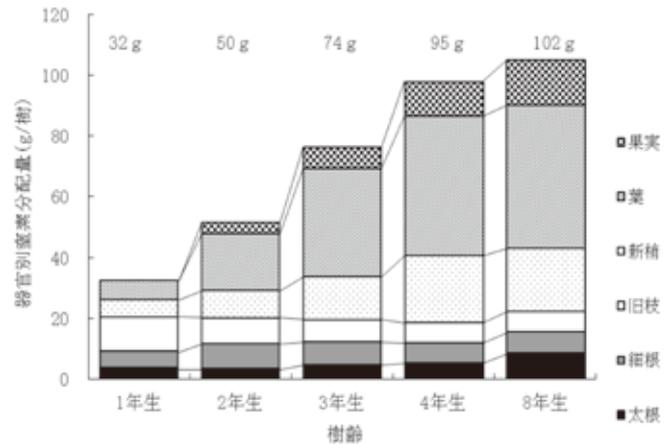


図12 樹齢別の器官別窒素分配率

※図中の数値は、収穫までの1樹当たり窒素吸収量

表7 樹齢別の1樹当たり施肥量

施用時期	肥料の種類	1樹当たりの施用量(g)			
		植付け時 (1年生樹)	2年目 (2年生樹)	3年目 (3年生樹)	成木 (4年生樹～)
基肥 (催芽期)	エコロング424 ²	236	357	536	714
	ようりん	360	-	360	奇数年に 360
	苦土炭カル	192	-	192	奇数年に 192
	FTE(微量要素)	15	-	15	奇数年に 15
	成分量(N-P-K)	33-28-33	50-43-50	75-64-75	100-86-100
礼肥 ³	NK化成(16-0-16)	38	63	94	125

² エコロング424の成分は(N14%-P12%-K14%)で、リニア型緩効性肥料100日タイプ

³ 礼肥は、収穫直後に施用

間→液肥0.2時間)。

樹の窒素吸収パターンとなるように、液肥の施用事例を作成した（図13、表8）。

表8 液肥を利用する場合の根圏成木の1樹当たり施肥量

項目	1樹当たりの液肥施用量(g)			
	催芽期～			
	満開後20日	21～60日	61～130日	131～180日
窒素成分量	40	30	30	20
1日当たり成分量	1.00	0.75	0.43	0.40
液肥量(原体量/日)	8.3	6.3	4.3	4.0

² 催芽期～60日までは尿素複合液肥1号(12-5-7)、

61日～180日までは尿素複合液肥2号(10-4-8)を施用した場合の事例

液肥の種類

液肥の種類などを変え、高品質果実生産が可能であるか「幸水」で検討した。使用した肥料は表9に記載した複合液肥(クミアイ複合液肥1号(12-5-7)クミアイ複合液肥2号(10-4-8))、有機入り液肥(はつらつ君(6-6-6))、微量元素入り液肥(養液土耕1号(15-8-10))を用い、慣行(緩効性肥料エコロング413-100(14-11-13))との比較を行った。

収穫時の果重は、有機入り液肥区が微量元素入り液肥区より大きくなったが他処理区において有意差はなかった(表9)。また、収穫盛、糖度、硬度、pH等に差はみられなかった。

糖の組成をみると、有機入り液肥区でソルビトールの割合が低かった以外は、特段の差はなかった。また、食味評価については、おおむね良好で、慣行区が最も平均点数が高く、次いで複合液肥区、有機入り液

肥区の順であった。なお、微量元素入り液肥区で低かったのは収穫時の糖度がやや低かったためと考えられた。(表10)。

なお、有機入り液肥は、栽培中にかん水資材に詰まりやすく、生育や収量に支障を来すおそれがあることから、根圏への利用には適さないといえる。

一方、複合液肥は、試験期間を通じて、慣行と果実品質が同等以上であり、盛土へ「有機ゴールド」などの有機質資材を施用することにより高品質果実生産が可能であると考えられた(表11)。

(執筆担当機関 栃木県農業試験場)

表9 液肥の種類と収穫時果実品質

処理区	収穫盛	果重 g	糖度 %Brix	硬度 lbs	酸度 pH
	月 日				
複合液肥区	8月8日	360 ab ^y	12.4	4.5	5.3
有機入り液肥区	8月12日	412 a	12.2	4.5	5.4
微量元素入り液肥区	8月10日	337 b	11.9	4.3	5.3
慣行区	8月10日	370 ab	12.5	4.7	5.3
有意性 ^z	ns	\$	ns	ns	ns

^z分散分析により\$は10%水準で有意、nsは有意差なし

^y多重比較はTUKEY法により同符号間に有意差なし

表10 糖組成と食味評価(2016年)

処理区	糖の種類				食味 評価 ^x
	スクロース	グルコース	フラクトース	ソルビトール	
複合液肥区	28.2	11.1	41.6	19.2 a ^y	3.0
有機入り液肥区	27.8	11.1	45.2	15.8 b	2.8
微量元素入り液肥区	24.5	10.9	44.9	19.7 a	1.0
慣行区	29.6	9.8	39.7	20.9 a	3.2
地植え(参考)	31.7	9.4	40.3	18.5 ab	-
有意性 ^z	ns	ns	ns	*	-

^z分散分析により*は5%水準で有意、nsは有意差なし

^y多重比較はTUKEY法により同符号間に有意差なし

^x食味評価指数は1位=4点、2位=3点、3位=2点、4位=1点とし、6名による評価の平均

表11 液肥の種類と果実品質の年次推移

処理区	果重 g			糖度 %Brix			硬度 lbs		
	'16	'17	'18	'16	'17	'18	'16	'17	'18
	複合液肥区 ^z	360	303	355	12.4	11.4	12.9	4.5	5.1
有機入り液肥区	412	348	-	12.2	11.7	-	4.5	5.1	-
微量元素入り液肥区	337	318	-	11.9	10.7	-	4.3	4.7	-
慣行区	370	330	346	12.5	11.2	12.7	4.7	4.7	5.2

^z複合液肥区は'18年の試験は有機肥料を施用(有機ゴールド:全体Nの20%)

⑥着果管理 (ナシ)

根圏制御栽培法の着果管理は、2、3年目の葉果比50、4年目以降35を目安とする。なお、「あきづき」や「にっこり」などの大果品種は葉果比を上げる。花芽が多いため花芽整理・摘雷等を適切に行う。ナシ以外の樹種の着果管理については、「導入マニュアル樹種編」を参照する。

着果数

①植付け後3年目までの着果基準

植え付け2年目の着果数の目安は25果（5果/m²）、3年目を40果（8果/m²）を目安とし、果重350g、1樹あたりの収量を2年目5kg～10kg（10a換算1～2t）3年目10kg～15kg（10a換算2～3t）を目標とする。なお、着果数の目安は葉果比50程度で、結果枝1本（1.3m）当たり3果である。

※2年目は結果枝8本、葉数1,200枚でLAIが2.0～2.3、3年目は結果枝14本、葉数2,200枚でLAIが3.0～3.8となる。

植え付け2年目、3年目は長果枝の花芽着生が良いため着果負荷が大きくなりやすい。摘果の遅れや摘果見残し等がないよう注意する。



2年目の着果数は25果程度とし、葉果比50を目安に着果させる。



3年目の着果数は40果程度とし、葉果比50を目安に着果させる。糖度は結果枝の先の方が高い。

②成木時（4～5年目以降）の着果基準

成木時の着果数の目安は、60～80果（12～16果/m²）とし、1樹あたりの収量を21kg～28kg（10a換算4.2t～5.6t）を目標とする。なお、着果数の目安は葉果比35程度で、結果枝1本当たり4～5果である。

※成木時は、結果枝16本、予備枝（新梢）6本で、葉数が約2,800枚となるため、LAIが約5.0程度となる。

また、葉果比とm²当り換算収量とは有意な負の相関、果重とは正の相関がみられる。着果数を多くし、葉果比を下げると、次年度の果実の初期肥大や花芽着生にも影響がでる。また、苗木のばらつきや生育初期のかん水管理等により、基準通り着果できない場合がある。着果数は樹勢や葉色などをみて樹毎に調整し他着果にならないようにする。



4年目以降の着果数は60～80果とし、葉果比35を目安に着果させる。

（執筆担当機関 栃木県農業試験場）

⑦クローン苗増殖

クローン苗増殖

根圏制御栽培法では導入時に良質の苗を多く必要とする。挿し木増殖ができれば遺伝的に固定された苗を供給できるが、ニホンナシなど挿し木繁殖ができない樹種が多く、実生台木に穂品種を接木することにより苗木を育成している。台木は実生繁殖のため実生の数が苗生産の制限要素となっている。

そこで、栃木農試では、日本製紙（株）で開発した「光独立栄養培養法」を基本に樹種ごとに適した苗の培養法について検討した。

培養条件や挿し木時期を変えて試験したところ、挿し木時期としては5月～6月の新梢挿しの発根率が高かった（表12）。

樹種では、ニホンナシ、マンシュウマメナシ（台木）、セイヨウナシ、クリ、スモモ、カキ、モモ、リンゴ、オウトウで発根が確認され、特にマンシュウマメナシ、スモモで発根率が高かった（表12）。

表12 挿し木苗の発根率(%)

処理日	5/27	6/28
ニホンナシ 「幸水」	29	57
ニホンナシ 「豊水」	29	71
ニホンナシ 「あきづき」	43	86
マンシュウマメナシ PB(N)	43	100
セイヨウナシ 「シルバーベル」	0	—
セイヨウナシ 「ラ・フランス」	—	17
クリ 「ぼろたん」	0	17
スモモ 「大石早生」	100	—
スモモ 「貴陽」	—	92
カキ 「次郎」	0	17
カキ 「太秋」	—	0
モモ 「あかつき」	0	42
モモ 「日川白鳳」	—	0
リンゴ 「ふじ」	—	17
リンゴ 「シナノゴールド」	—	8
オウトウ 「紅秀峰」	14	—

²供試した枝は処理日当日に採取し、採取後直ちに挿し穂を作成し、挿し木した

①安価な増殖法の検討

「光独立栄養培養法」では、温湿度、日長条件、CO2濃度を制御できる環境が必要である。そこで、そういった培養施設を用いない増殖法を検討したところ、軒下（自然条件下）でも発根が確認された（表13）。今後は、培養装置を用いない安価なクローン苗生産法について検討が必要と考えられる。

表13 処理条件別の発根率(%)

処理区	処理日 年/月/日	品種	日長条件		発根促進 剤処理	無処理	備考
			明期	暗期			
新梢挿し区①	2018/8/2	「あきづき」	24時間	0時間	33	17	
新梢挿し区②	2018/8/2	「あきづき」	18時間	6時間	25	0	
新梢挿し区③	2018/8/2	「あきづき」	自然日長		33	0	自然条件

²処理温度は、新梢挿し区①は明期30°C・暗期20°C(日長に連動)

新梢挿し区③は露地(軒下)の自然条件

³供試した枝は処理日当日に採取し、採取後直ちに挿し穂を作成し挿し木した



●培養装置内の状況

温湿度・光量・日長・CO2濃度を制御した。湿度は100%近くに保った。



●発根の様子 スモモ(貴陽)



ニホンナシ(「あきづき」)

(執筆担当機関 栃木県農業試験場)

⑧ 注意事項

根圏制御栽培法は、培土を地面から隔離し、養水分を管理することで生育を制御しているため、慣行の栽培法にはない特に留意すべきことがいくつかある。

かん水

- ①かん水は根圏制御栽培の要となるため、設定した量が供給されているか、随時、確認する。
- ②台風等の悪天候や落雷によりかん水制御装置が停止する場合がある。天候が回復した際に正常に稼働しているか確認を行う。
- ③なんらかの事情でかん水制御装置が停止し、即時の復旧が困難な場合に備え、手動でかん水が行えるようにあらかじめ準備しておく。

根詰まり

- ①盛土内の発根は、かん水を供給するアロードリッパーの設置箇所周辺で特に多く、ドリッパーを盛土に深く差し込み過ぎるなど出水部位が土壌と接触した場合にドリッパーの出水部位に根が入り込み目詰まりを起こすことがある。
- ②液肥や原水に含まれる成分、配管中に発生した藻などがかん水チューブ内に詰まることがある。特に有機物を含む液肥は配管内での藻の発生を助長するので、使用を避ける。
- ③葉のしおれ等の症状がみられた時は、盛土の乾き具合を確認し、ポリパイプ、ウッドペッカー、チューブ、アロードリッパーなどの配管に詰まりがないか、速やかに確認する。

原水中の窒素成分

- ①かん水に使用する原水については、栽培開始前に原水中に含まれる窒素(N)含量を調査しておくことが望ましい。
- ②窒素含量が高い場合、原水から供給される窒素量を年間の施肥窒素量から差し引くなど、施肥設計の見直しを行う。

<減肥の計算例>

なし（定植4年目以降）のかん水開始から100日までかん水量を1500L/樹、100日以降落葉までを3000L/樹とする。施肥基準量を基肥100gN/樹、追肥20gN/樹とし、基肥をエコロング100日リニアタイプで施肥する場合、原水窒素含量に基づく減肥後の施肥窒素量は表のようになる。

表14 原水窒素含量に基づく減肥後の施肥窒素量

原水N(mgN/L)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
基肥N(gN/樹)	99	97	96	94	93	91	90	88	87	85
追肥N(gN/樹)	17	14	11	8	5	2	0	0	0	0

獣害対策

- ①野鼠等の野生動物がかん水チューブをかじり切断することがあるため、ウッドペッカーおよびチューブがマルチ内におさまるよう設置時に留意し、被害防止に努める。(チューブは、長時間紫外線にあたると硬化するなど劣化が早まるため、チューブの劣化防止のためにもチューブをマルチ内に収納するのがよい。)

(執筆担当機関 栃木県農業試験場)

⑨根圏導入経費および労働時間

根圏制御栽培法導入にかかる10a当たりの経費の事例は、種苗費を除くと113万～341万円となり、かん水装置やY字資材費に差が出ている。

根圏導入の経費例

根圏制御栽培法導入にかかる10a当たりの経費の事例は、種苗費を除くと113万円～341万円となり、かん水装置やY字資材費に差が出ている。

樹種によって、導入するかん水装置の使用や資材が異なるため価格に差が生じたと考えられた。

導入には、定植用培土、シート資材、Y字棚資材、かん水装置、かん水関連資材、苗等が必要である。

栽培には多回かん水が必要なため、かん水装置の設置が必須であり、経費全体の大きな割合を占める。導入するかん水装置の仕様により価格も異なる。1台のかん水装置で栽培す

る面積を増やすと10a換算の経費を削減することが可能である。

専用定植培土は、購入する地域によって、運送費が異なり、遠隔地では費用が高くなる。そのため、代替資材の試験を開始したところであり、今後、代替資材による経費削減も可能である。

Y字棚資材費は、その仕様により価格が異なる。病害対策や品質向上のため樹種や品種により雨よけ施設が必要となる。

自己施工が可能であるが、新規に根圏制御栽培を導入する場合は大きな労力を必要とするため、労力が不足する場合は施工費を必要とするが業者施工が望ましい。

表15 根圏制御栽培法導入経費事例

		ナシ	ブドウ	イチジク	モモ	リンゴ カキ セイヨウナシ		
試験実施場所		栃木県農業試験場 (10a)	現地(40a)	福島県農業総合センター 果樹研究所	新潟県農業総合研究所 園芸研究センター	栃木県農業試験場	栃木県農業試験場	
項目	主な資材	栽植密度(200本植え/10a)	(167本植え/10a)	(168本植え/10a)	(200本植え/10a)	(167本植え/10a)	(167本植え/10a)	
1	定植用培土等	赤玉土 パークたい肥	250,000	946,740	554,400	576,714	208,750	208,750
2	シート等資材	ルートラップ マルチ 防草シート	330,400	866,080	339,576	370,900	330,400	330,400
3	Y字棚資材	直管パイプ 足場管等	208,309	849,730	716,404	77,893	208,309	208,309
4	灌水装置	灌水装置 液肥混入機 ポンプ	678,000	747,990	911,460	393,770	678,000	678,000
5	灌水関連資材	配管部材 ドリッパー	213,728	776,646	248,313	194,816	213,728	213,728
6	種苗費	苗木	140,000	357,000	504,000	0	250,500	250,500
7	装置設置工事	設置工事 本配管工事	50,000	314,250	0	0	50,000	50,000
8	雨よけ資材	簡易雨よけ資材 雨よけビニル	0	0	639,910	0	418,000	0
計			1,870,437	4,858,436	3,914,063	1,614,093	2,357,687	1,939,687
10a換算(税抜き)								
雨よけ有				3,914,063		2,357,687		
雨よけ無			1,870,437	1,214,609	3,274,153	1,614,093	1,939,687	1,939,687

* 苗の植え付け、棚設置にかかる人件費は含まれていない。
 * ブドウとモモは病害虫回避のため棚上に雨よけ施設を設置。
 * 井戸設置、電気工事は含んでいない。
 * 種苗費 ナシ:700円 ブドウ:3,000円 モモ、リンゴ、カキ、セイヨウナシ:1,500円
 イチジクは挿し木により苗を自家増殖したことから種苗費は含んでいない。
 * モモ、リンゴ、カキ、セイヨウナシは、ナシ200本植えを参考に試算した。
 * 網棚資材は含まない

かん水装置

かん水装置は仕様により、機能と操作性、価格に違いがある。現在は①複合管理制御装置②プログラムタイマー③簡易タイマーの3つから選択できる。

① 複合管理制御装置は、本体価格が約130万円で8系統のかん水を制御できる。液肥混入機の設置も可能で一機につき10万円程度である。地温や日射量に連動したかん水制御の設定が可能で、かん水停止などの異常時に警報を発する機能も付けられる。時期や樹齢に応じた系統ごとのかん水設定を手動で行う必要がある。

② プログラムタイマーは、本体価格が約40万円程度で、根圏制御栽培用に開発されたかん

水装置で、ボタン一つで1樹当たりのかん水量を0ℓ(かん水無し)から40ℓまで2ℓ刻みで設定することができる。液肥混入機の設置も可能で一機につき10万円程度である。日射と連動したかん水や警報機能はついていない。

③ 簡易タイマーは、本体価格が約2万円程度で、電池駆動のため電源が不要である。かん水1系統につき1台必要である。電池切れや故障時にかん水が停止することがあるため注意する。液肥混入機との併用はできない。時期や樹齢に応じた系統ごとのかん水設定を手動で行う。

かん水装置の設置には、本体及び配管資材費の他に設置工事費や送水ポンプ等の費用が必要となることがある。

表16 各かん水装置の性能及び価格

装置の種類	性能	かん水系統数	本体価格	液肥混入機との併用
複合管理制御装置	地温、日射連動、警報、エラー表示	8系統	130万円程度	可(4機:1機10万円程度)
プログラムタイマー	簡便にかん水設定可能	4系統	40万円程度	可(2機:1機10万円程度)
簡易タイマー	電源が不要	1系統1台	2万円程度	不可

根圏制御栽培用棚施設の設置経費

根圏制御栽培にはY字棚の設置が必要であるが、既存のハウスや棚を利用する場合、ハウスの水平ハリや棚線(幹線)を利用してY字支柱を固定するため、資材費は10a当たり約20~22万円程度である。

新規に開園する場合は、果樹棚、Y字棚とともに防風や鳥獣害対策として網棚を設置する

ことが望ましい。

網棚併設の根圏制御栽培用の棚としては①スタンダードタイプ②アップグレードタイプ③エコノミータイプの3種類があり仕様と参考価格は表17の通りである。

栽培する樹種や園地内の栽植計画に応じて設置する施設を選択する(p7参照)。

表17 各施設の仕様及び価格

棚の種類	仕様	果樹棚の仕様	価格(参考事例)	
			資材費	工事費
スタンダードタイプ	網棚・果樹棚の周囲柱を兼用した棚	幹線のみ設置	160万円程度	70万円程度
アップグレードタイプ	網棚・果樹棚の周囲柱を兼用した棚	幹線及び小張り線を設置	190万円程度	80万円程度
エコノミータイプ	網棚の周囲柱を半数にした棚 果樹棚の周囲線を削除した	幹線のみ設置(東西方向の幹線の本数はスタンダードタイプの半数)	130万円程度	55万円程度

* 価格は平成30年12月現在の事例であり、変動する可能性がある。また、設置する圃場の形状により変動することがある。

**果樹専門経営体の
経営改善事例(ナシ)**

果樹専門経営体(ナシ)にお

いて根圏栽培を全栽培面積の25%導入した場合、収入は導入後3年目で導入前の89%まで回復し、導入後4年目で導入前を上回った。

慣行(地植平棚栽培)では、導入後4年目まで収穫できず改植分の無収入が続くのに対して、根圏制御栽培法では早期から結実するため収入の回復が早かった。また、樹形が完成した4年目以降は導入前の112~116%と経営改善効果が図られた。

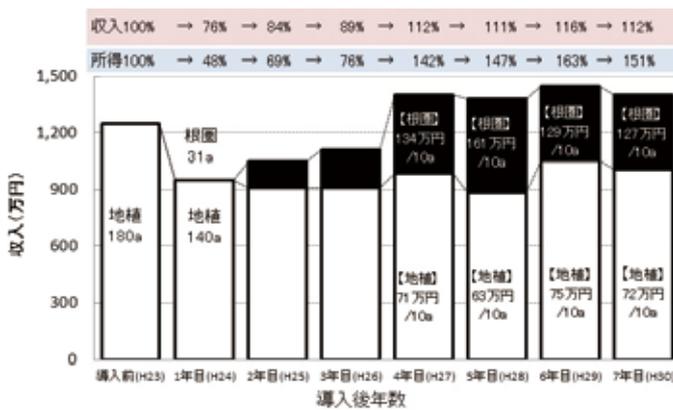


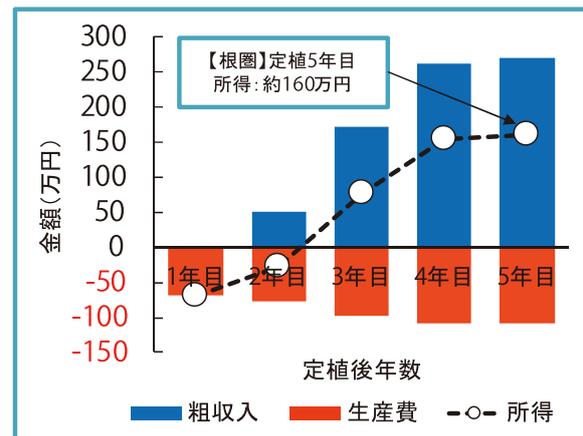
図14 実証農家の根圏導入前後の年次別収入・所得の推移

**果樹専門経営体の
経営改善事例(ブドウ)**

果樹専門経営体(ブドウ)に

おいて「シャインマスカット」を根圏制御栽培法で導入した場合、3年目から収入が生産費を上回った。移植4年目以降の経営収支をシミュレーションしたところ、導入後4年目で155万円、導入後5年目で161万円となった。

10a当たりの導入経費は約327万円要したが、種苗費や培土等にかかる経費の削減が図られるとより経営改善効果が高いと考えられる。



※導入品種は「シャインマスカット」を想定
※導入規模を10aで試算

図15 ブドウ根圏制御栽培法導入後の経営試算

表18 ブドウ根圏制御栽培法導入による10a当たりの経営指標

	定植後年数				
	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
粗収入	¥0	¥500,000	¥1,728,330	¥2,625,000	¥2,700,000
生産費	¥691,067	¥772,562	¥969,272	¥1,078,486	¥1,087,138
固定費	(¥661,172)	(¥661,172)	(¥661,172)	(¥661,172)	(¥661,172)
変動費	(¥29,895)	(¥111,390)	(¥308,100)	(¥417,314)	(¥425,966)
所得	¥-691,067	¥-272,562	¥759,058	¥1,546,514	¥1,612,862
所得率	-	-	44%	59%	60%
作業時間	-	-	292	-	-
時間当たり所得	-	-	¥2,600	-	-

※品種は「シャインマスカット」を想定。販売単価は1000円/kgまで試算。

土地利用型農業経営体の経営改善事例

水田5aおよび転換畑

5a計10aにイチジク根圏制御栽培法を導入した場合の経営収支について試算したところ、10a当たりの所得は導入後2年目には6万円、導入後3年目は93万円となった。地植栽培の所得も導入後2年目には11万円だったが、導入後3年目の所得及び収支累計は根圏制御栽培法が地植栽培を上回った。

地植栽培が水田で湿害を受け、成園化が大幅に遅れたのに対して根圏制御栽培法は、ほ場条件の影響を受けずに生育し、水田や転換畑において果樹を栽培する上で生じる課題を克服し早期の収量を確保できた。

表19 イチジクの栽培法別の経営収支

	根圏区			慣行区		
	1年目	2年目	3年目	1年目	2年目	3年目
収入(千円/10a)	0	404	1,555	0	254	505
収量(kg/10a)	0	593	2,102	0	373	683
単価(円/kg)	-	682	740	-	682	740
支出(千円/10a)	251	349	624	83	143	211
流動費	36	133	408	25	85	152
固定費	216	216	216	59	59	59
所得	-251	55	931	-83	111	294
収支累計(千円/10a)	-251	-196	735	-83	28	322

注1: 固定費は、原価償却費、土地改良・水利費。根圏施設の償却期間を10年、防風・誘引施設の償却期間を14年として算出した。

注2: 流動費は、肥料農薬費、諸材料費、出荷経費、動力光熱費等。

注3: 収量は、水田と転換畑の平均値を使用した。

表20 実証農家の根圏導入による経営内容の目標

品目	導入前		目標	
	面積(a)	生産量(kg)	面積(a)	生産量(kg)
A園 ナシ	根圏	—	40	11,400
	平棚	40	5,000	10
ブドウ他	69	1,670	59	2,350
B園 ナシ	根圏	—	20	6,200
	ジョイント	—	10	2,500
平棚	60	7,000	—	—
ブドウ	40	4,300	70	8,000
キウイ他	50	10,000	50	9,000

都市型農業経営体の経営改善事例

農地の限られる都市

近郊農家において根圏制御栽培法導入による経営改善事例を調査した。

A園は、2016年になし根圏制御栽培を10a増反した。早期の収量確保を実感したことから既存の平棚栽培の面積の一部も根圏制御栽培法に転換し、2020年以降のナシ目標生産量を導入前の2倍に掲げている。B園は、ナシ平棚栽培圃場の一部に根圏制御栽培法を導入し、経営におけるナシ栽培の面積は縮減するが、集約的に管理することで、導入前のナシ生産量を維持し、空いた平棚の圃場を他樹種の栽培に転換することで経営全体の販売金額を高めることを目標に掲げている。

また、導入時に補助事業を活用することが生産者の費用負担を軽減し改植の推進につながっている。

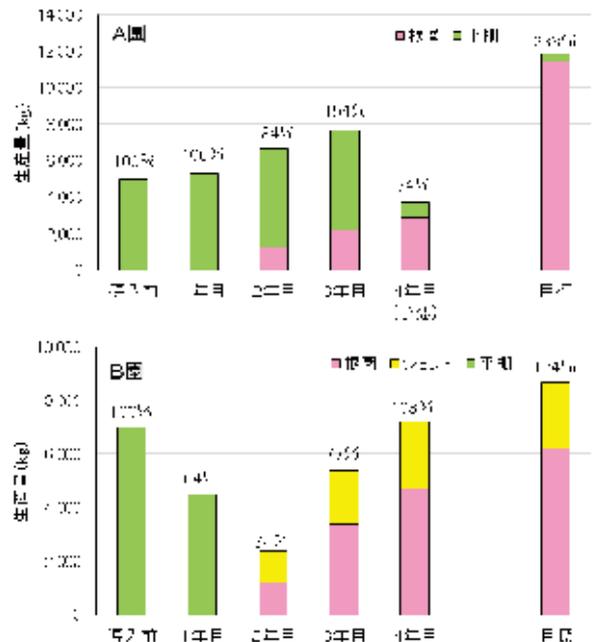


図16 根圏制御栽培法導入後のナシ生産量推移

労働時間

果樹専門経営体におけるナシ根圏制御栽培法導入から導入後7年目までの10a換算の作業時間は、図17の通りである。導入から導入後3年目までは、結果枝の増加に比例して労働時間が増加し、樹形の完成する4年目以降は年により変動し、成木の平均労働時間は197時間であった。

樹形が単純化しているため、摘果やせん定の時間は削減また雇用の活用も可能であるが、導入2～4年目は結果枝の花芽の着生がよいため、摘蕾を怠ると作業時間が増える可能性があるため注意する。

地植え栽培と異なりマルチ被覆作業やかん水の確認等の根圏制御栽培法特有の作業に時間を要することがある。

ブドウ「シャインマスカット」の導入後3年目の10a当たりの作業時間は292時間で、定植3年目の慣行栽培樹の49時間より多かったが、根圏制御栽培法の10a当たり収量が慣行栽培より多かったため、

果実1kg当たりの作業時間は、慣行栽培の15分に対して根圏制御栽培法が12分と約20%削減できた。

イチジク根圏制御栽培は、樹形や作業性が通常の露地栽培と同等であるため導入後3年目の作業時間は301時間と、経営指標の295時間と同等であった。慣行区は湿害のため樹冠の拡大が遅れたため労働時間が少なかった。

収穫調整、出荷、運搬作業時間に多くの時間を要した。

かん水に農業用水を使用する場合、用水ポンプ付近に流れ着いたゴミの除去やフィルター洗浄をこまめに実施する必要がある。

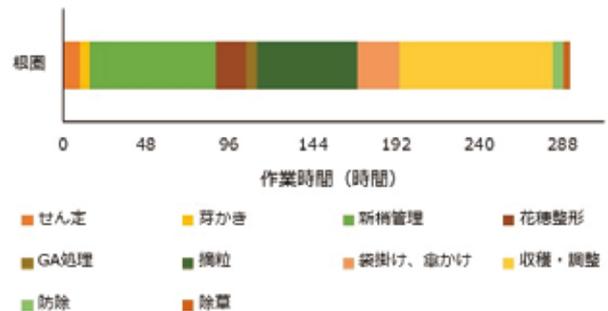


図18 ブドウ根圏制御栽培導入後3年目の作業時間

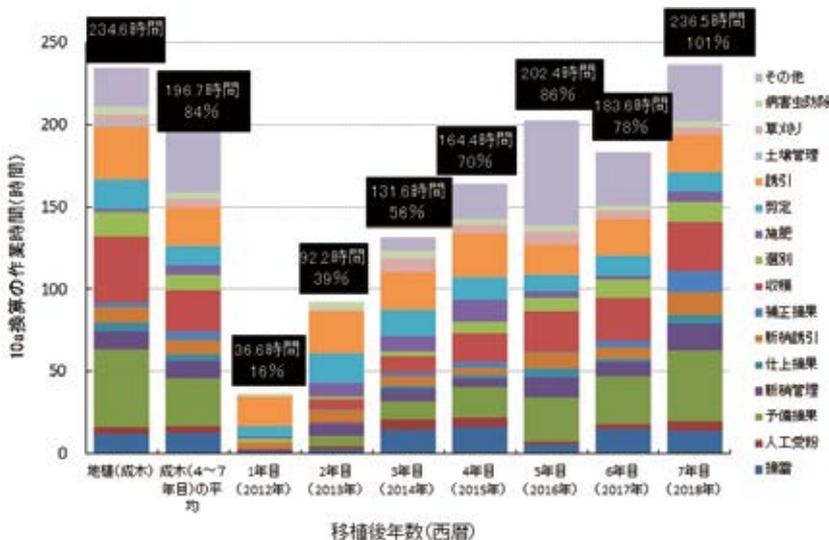


図17 ナシ根圏制御栽培法根圏導入後の作業時間

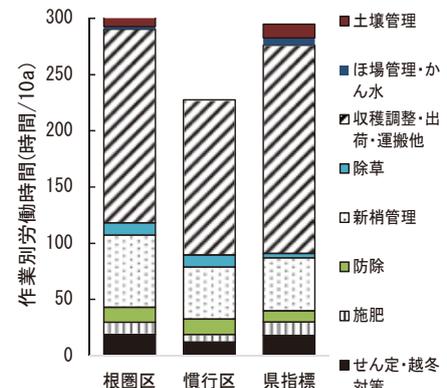


図19 栽培方法別の3年目の労働時間
(水田5a+転換畑5aの計10a、労働力は構成員1人)

⑩高品質果実生産事例（ナシ）

高品質果実の生産に向けて

果物に対する消費者ニーズが多様化する中で、近年、ブドウのシャインマスカットなど糖度の高い果物が高値で販売される傾向があります。

根圏栽培においても、有利販売を進めるため、高品質果実の生産に取り組む必要があります。ここでは、ナシの高品質果実の生産について、手法をご紹介します。

仕立て方

これまでの試験から、側枝の誘引角度が、果実品質に影響することがわかっています。

幸水の現地試験では、側枝の誘引角度は、「V字」よりも「水平」の方が果実重が大きくなり、糖度も向上しました。

また、果実の縦横比が小さくなり、外観品質も向上しました。（表21）

表21 側枝の誘引角度による果実品質(幸水)(平成29年、現地)

側枝の誘引角度	果実重(g)	糖度(%、Brix)	縦横比
水平誘引	464	12.5	0.8568
V字誘引	415	11.9	0.8827
	**	**	**

t検定により**1%水準で有意差あり

側枝を「水平」に誘引するためには、主枝高も高くする必要があります。

主枝高を160cmと60cmで果実品質を比較すると表2のようになります。品種による差や年次変動もみられますが、幸水では、高主枝高区で、糖度や食味が向上する傾向がみられました。

高品質果実の生産を目指す生産者は、側枝の誘引角度を「V字」から「水平」に切り替えています。



写真5 埼玉県春日部市の根圏ナシ園
(上：2017年3月 下：2018年3月)

表22 主枝高の違いと果実品質

品種	主枝高	糖度(%、Brix)				果肉硬度(lb)				食味(1劣～5良)			
		H28	H29	H30		H28	H29	H30		H28※	H29	H30	
		現地	現地	場内	場内	現地	現地	場内	場内	現地	現地	場内	場内
幸水	高主枝	12.6	12.5	12.4	13.1	4.5	5.5	5.0	6.1	2.2	3.5	3.1	3.0
	低主枝	12.3	11.9	12.0	13.4	4.3	5.5	4.6	6.4	2.1	3.1	2.8	3.2
	有意性	ns	**	**	ns	*	ns	**	*	ns	**	**	ns
豊水	高主枝	—	—	12.5	13.7	—	—	4.0	5.3	—	—	2.9	3.7
	低主枝	—	—	13.1	14.5	—	—	4.1	5.1	—	—	3.0	3.8
	有意性	—	—	+	+	—	—	ns	ns	—	—	ns	ns
彩玉	高主枝	—	—	14.0	15.2	—	—	5.2	6.1	—	—	3.5	4.2
	低主枝	—	—	13.8	15.5	—	—	4.7	5.9	—	—	3.5	4.2
	有意性	—	—	ns	+	—	—	ns	ns	—	—	ns	ns

**1%、*5%、+10%水準で有意差あり

※食味のH28(現地)は、1劣～3良として評価した。

かん水制限

果実肥大盛期にかん水を制限することで糖度を向上させることができます。

一方、かん水を極端に減らすと果実肥大が劣り、落葉を引き起こすことがあるので、十分な注意が必要です。

①制限期間：満開後91日～105日

幸水の果実糖度を向上させるためには、満開後91～105日にかん水制限をすることが有効です。（表23）

かん水量は、通常の1/2程度とします。梅雨明け後の高温が3日続いた場合は、通常のかん水を1日行い、過剰な乾燥は避けるようにします。

表23 かん水制限と果実品質（幸水）（平成28年、現地）

かん水方法	糖度(%、Brix)	果重(g)	食味(1劣～3良)
満開後90～105日制限	12.5	369	2.3
慣行	12.2	415	2.1

食味は、3段階評価で、良を3、中を2、劣を1として評価した。

②日射計の活用

曇雨天日では、1樹あたりの吸水量が晴天日の3/4～1/2程度となることから、日射計を活用することで、節水することができます。

かん水コントローラーと日射計が連動できる場合は、日射量0.1MJ以上でのかん水を目安とします。

日射連動を設定する場合は、早朝や夕方を避け、午前9時～午後4時を目安とします。

③pFメーターの活用

かん水制限を行う場合、pFメーターを設

置することで、土壌の乾湿状態をチェックすることができます。

制限期間においても、pF値が2.4を超えないように管理することが重要です。



写真6 pFメーターの設置状況

有機液肥

これまでの試験結果から、有機液肥を活用することで、糖度が向上する傾向が見られていますが、液肥については、粘度が低く、かん水チューブを詰まらせる心配のないものを選ぶ必要があります。

液肥の施用は、本マニュアルp19を目安としますが、糖度の向上を図るため、満開後90日～収穫中は、液肥の施用を一時中止します。

表24 施肥法による果実品質（幸水）（平成30年、現地）

施肥法	糖度(%、Brix)	硬度(lb)	果重(g)
有機液肥	13.8	5.8	291
慣行	13.2	5.8	345

（執筆担当機関 埼玉県農業技術研究センター久喜試験場）

⑪都市部における根圏制御栽培法導入事例

東京における 導入状況

東京におけるナシ栽培も、他産地と同様に樹齢40年以上の老木化や白モンパ病により樹勢が低下し、改植が必要な園が多い。また、圃場隣接地の宅地化など、生産環境が大きく変化している。そうした中で、根圏制御栽培は、土壤病害回避が図れるうえ、定植2年目から収穫が可能で早期成園化が図れ、さらに単位面積当たりの収量も多くなり、集約的な栽培が求められる東京でも魅力的な栽培方法であり、農家の期待は大きい。

東京における 導入事例

1. 根圏導入による経営内容の変化

都内で根圏を導入した実証農家の経営概要は表の通りである。A園は補助事業を活用し、既存平棚圃場を残しつつ、新規に根圏を10a導入した。その後、既存平棚の改植で30a導入した。ナシの栽培面積は増えており、改植に合わせて収量増を狙っている。B園は自己資金で、平棚栽培圃場の改植で根圏を導入した。根圏の収量増化を見越し、ナシ栽培面積を減らし、その分キウイ・ブドウなどを増やしている。両園とも、根圏の栽培状況を確認後、導入規模を拡大しており、根圏に多いに期待している。品種は、「幸水・あきづき」を中心に、多様な品種が導入されている。

そのような実証農家の様子を見て、さらに導入者が増えている(図20)。都内での導入に際しては、そのほとんどで補助事業

が活用されており、導入時の負担が軽減されている。

表25 実証農家の根圏導入による経営内容の変化

品目	導入前		目標	
	面積 (a)	生産量 (kg)	面積 (a)	生産量 (kg)
A園 ナシ	根圏	—	40	11,400
	平棚	40	5,000	10
ブドウ他	69	1,670	59	2,350
B園 ナシ	根圏	—	20	6,200
	ジョント	—	10	2,500
平棚	60	7,000	—	—
ブドウ	40	4,300	70	8,000
キウイ他	50	10,000	50	9,000



写真7 実証農家ほ場の樹体状況 (2017/8/9西東京)

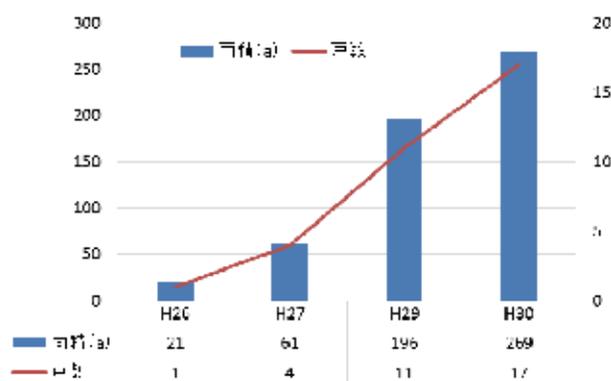


図20 東京でのナシ根圏制御栽培導入状況
注)H30年度事業計画を含む。

2. 導入後の経営変化

A園は、既存圃場を多く残し、導入したため、ナシ全体の生産量を落とさず、順調に

収量が増えた。追加で既存圃場の改植を行ったため、一時74%まで減ると予想されるが、最終的に導入前の2.38倍の増収を見込んでいる。B園は、既存圃場を連続で改植したため、導入2年目に34%まで減ったが、導入4年目には栽培面積が半分になったにもかかわらず、導入前の収量を回復した。最終的に導入前の1.24倍の収量を見込んでいる。

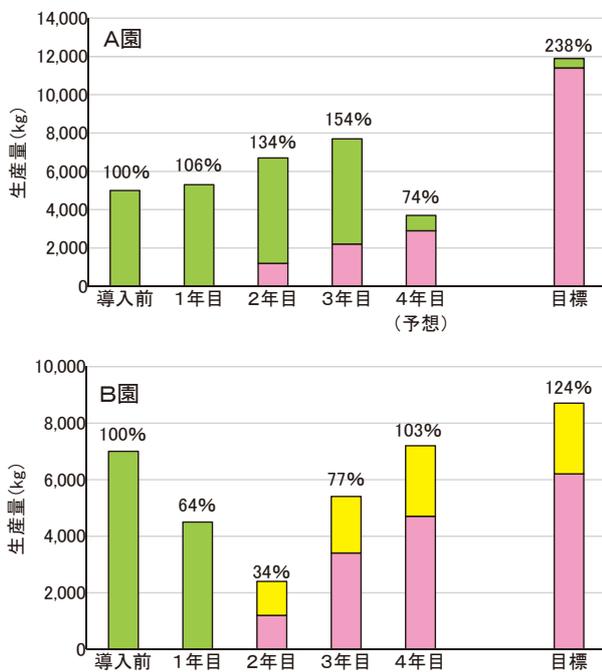


図21 根圏導入後のナシ生産量の推移

3. 期待される効果

実証農家の実感した導入効果は、導入後の収穫が早期にできることが大きかった。作業効率の向上や作業負担の軽減も実感している。また、改植時の白モンパ病やいや地による枯れ込みの心配から開放された心的負担の軽減も大きい。一方で、かん水や施肥、枝の管理などマニュアル通りにいかないこともあり、栽培管理技術の習熟の必要性を感じた。

根圏用 防除機の開発

都市部の農地は、住宅地に囲まれ、防除作業時のドリフトや騒音などが問題になっている。現状、根圏においても平棚栽培同様、スピードスプレーヤー（SS）で防除が行われていることが多い。根圏では、樹が直線に樹が配置され、列間が狭く、枝葉が近いため、より効率的に散布できる機器が求められていた。そこで、根圏樹形に適合した防除機を開発した（写真8）。防除機は、設置した2本のレール（φ25.4パイプ）上を自走し、根圏Y字樹形に合わせた静電ノズルから薬液を散布する。SSと比較し、使用液量は半分（200L/10a）で防除効果は同等であった。さらに、作業音は、SSより静かで（最大で74%）、住宅地に囲まれた都市部でも気にならない程度であった。また、レールを利用できる作業台車もあわせて開発した。防除機および作業台車は、ヤンマーアグリジャパン(株)より販売され、防除機の本体価格は1,300,000円程度になる（2018年12月3日現在）。



写真8 根圏用自走式防除機による散布の様子
（執筆担当機関 東京都農林総合研究センター）

⑫西日本における根圏制御栽培法実証事例

拠点ほ場での実証・展示

根圏制御栽培法は、これまでの果樹生産の概念を大きく変える生産技術体系であるため、西日本における実証拠点として三重県農業研究所では平成28年より実証ほを設置し、シンポジウムの開催や指導者養成講座を開催した。

【根圏制御栽培法西日本現地展示会の開催】

平成29年7月6日～7日に現地見学会を三重県農業研究所及び岐阜県大垣市で、シンポジウムを三重県津市で開催した（写真9）。現地見学会は三重県農業研究所で115名、岐阜県大垣市で106名、シンポジウムで118名の参加があった。愛知、岐阜、三重、静岡の東海地域からの参加者の他、西日本（鳥取、熊本、大分等）からの参加があり、本栽培法への関心が高いことが示された。



写真9 根圏制御栽培法西日本現地展示会の様子

【その他の広報活動及び成果】平成28年から平成30年にかけて、年間を通じ視察や研修会に対応し、延べ人数で500人以上に同栽培法について広報活動を行った。また平成30年には三重県及び近隣県向けの現地展示会を開催し、59名の参加があった。

【実証・展示の成果】

実証ほでは移植2年目に初結果し1果重400g以上、収量1.4t/10a、移植3年目には1果重400g以上、2.4t/10aの収量が得られ、マニュアル通りの結果を得られた。

三重県内ではブドウによる現地導入希望者が現れ、導入に向けた実質的な動きがみられた。

拠点ほ場での実証・展示

【赤玉土に代わる培土の検討】

本栽培法を西日本に普及させるためには栃木県の赤玉土を用いると輸送コストがかかりすぎることから、赤玉土に代わる培土の探索を行った。

今回探索した培土ではいずれも根圏培土の生育を上回る結果が得られていないが、新潟県のイチジク培土の検討では、安価な籾殻＋完熟牛糞堆肥による培土で良好な結果が得られており、他の樹種でも引き続き同栽培法に適した培土を探索していく必要がある。

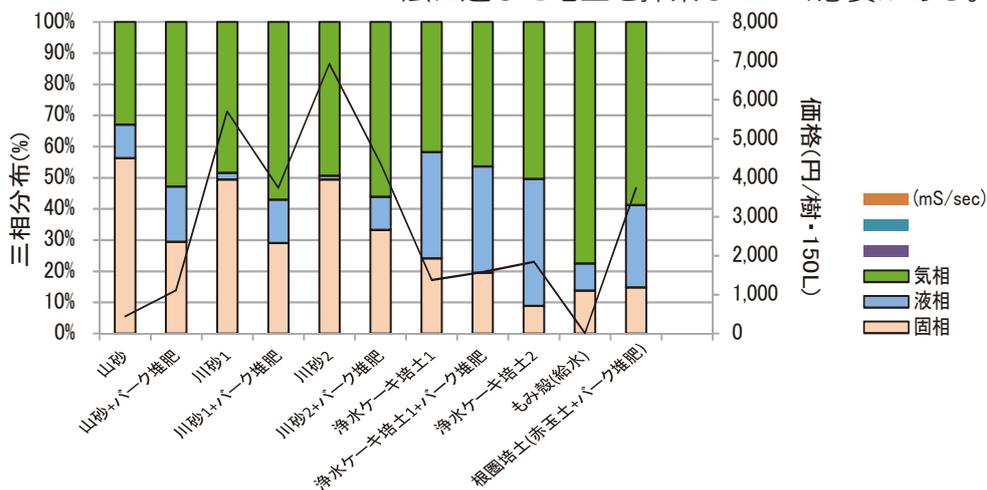


図22 各培土の三相分布と価格（※三相分布はpF2.7時）（執筆担当機関 三重県農業研究所）

執筆機関一覧

頁		執筆機関
2～6	定植準備～定植	栃木県農業試験場
7～10	Y字棚の設置	栃木県農業試験場
11～14	仕立て方	栃木県農業試験場
15～18	かん水方法	栃木県農業試験場
19～20	施肥管理	栃木県農業試験場
21	着果管理	栃木県農業試験場
22	クローン苗増殖	栃木県農業試験場
23	注意事項	栃木県農業試験場
24～28	導入経費および労働時間	栃木県農業試験場
29～30	高品質果実生産事例（ナシ）	埼玉県農業技術研究センター久喜試験場
31～32	都市部における根圏制御栽培法導入事例	東京都農林総合研究センター
33	西日本における根圏制御栽培法実証事例	三重県農業研究所

問い合わせ先一覧

機関名	住所	連絡先
栃木県農業試験場	栃木県宇都宮市瓦谷町1080	028-665-1241(代表)
埼玉県農業技術研究センター久喜試験場	埼玉県久喜市六万部91	0480-21-1113
東京都農林総合研究センター	東京都立川市富士見町3-8-1	042-528-0679
三重県農業研究所	三重県津市広明町13番地	0598-42-6356

【地域戦略】果樹類の生産性向上のため改植推進による産地活性化



【果樹の根圏制御栽培法 導入マニュアル】

基礎編

発行 平成31(2019)年 2月

編集・発行者 果樹の根圏制御栽培法実践コンソーシアム共同研究機関

代表 栃木県農業試験場

〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町1,080

TEL 028-665-1241(代表)

FAX 028-665-7892

E-mail nougyou-s@pref.tochigi.lg.jp

参画機関 福島県・埼玉県・東京都・新潟県・三重県・サントリーワイン
インターナショナル株式会社・三共包材株式会社・ヤンマーア
グリジャパン株式会社・大内わら工品・栃木県農政部経営技術課

本資料の取り扱いについて

複写・転載・引用にあたっては発行者の承諾を得ること