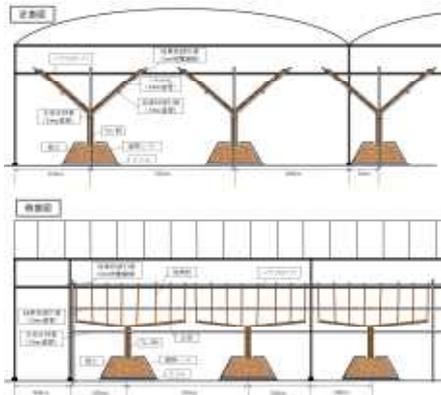
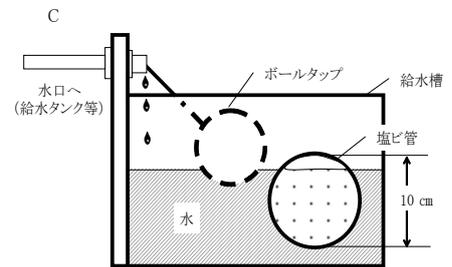


# 底面給水による なし盛土式 根圏制御栽培法



栃木県農業試験場

# 目 次

## I 開発のねらいとシステムの特徴

1. 開発のねらい・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
2. システムの特徴・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
3. 底面給水による根圏制御栽培の特徴・・・・・・・・・・・・・・・・ 3

## II 栽培技術

1. 定植準備・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
2. 培土および定植木枠の作成・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
3. 定植・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 4
4. Y字棚の設置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
5. 仕立て方（二年成り育成法）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
6. かん水方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16
7. 施肥管理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
8. 着果管理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
9. 作型、病虫害防除・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
10. 品種適応性・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20

## III 導入経費・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 21

## IV 根圏制御栽培におけるチェックポイント・・・・・・・・・・・・・・・・ 22

## V まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22

## I 開発のねらいとシステムの特徴

### 1. 開発のねらい

栃木県のなし栽培面積は931ha、生産量は全国第5位であり、品種構成割合は露地栽培の幸水、豊水で総面積の83.4%を占め、2大品種に偏った品種構成となっている。

特に、主力品種である幸水は導入から40年以上が経過し、老木化による樹勢低下、萎縮症による樹体の枯死、紋羽病等の土壌病害により、収量・品質の低下が深刻である。また、なしの市場価格の低下により農家所得が減少しており、本県においても例外ではない。

そこで、栃木県農業試験場では点滴灌水による盛土式根圏制御栽培（以下、根圏制御栽培）を開発し、慣行の地植平棚栽培とくらべ早期多収が図られるとともに、成園化後の収量が倍増し高品質果実を可能とした。しかし、点滴灌水は灌水制御盤や点滴装置などが必要で導入経費が大きいというデメリットがあるため、現地普及にあたっては低コストで安定的に給水できる灌水システムの開発が課題として挙げられる。

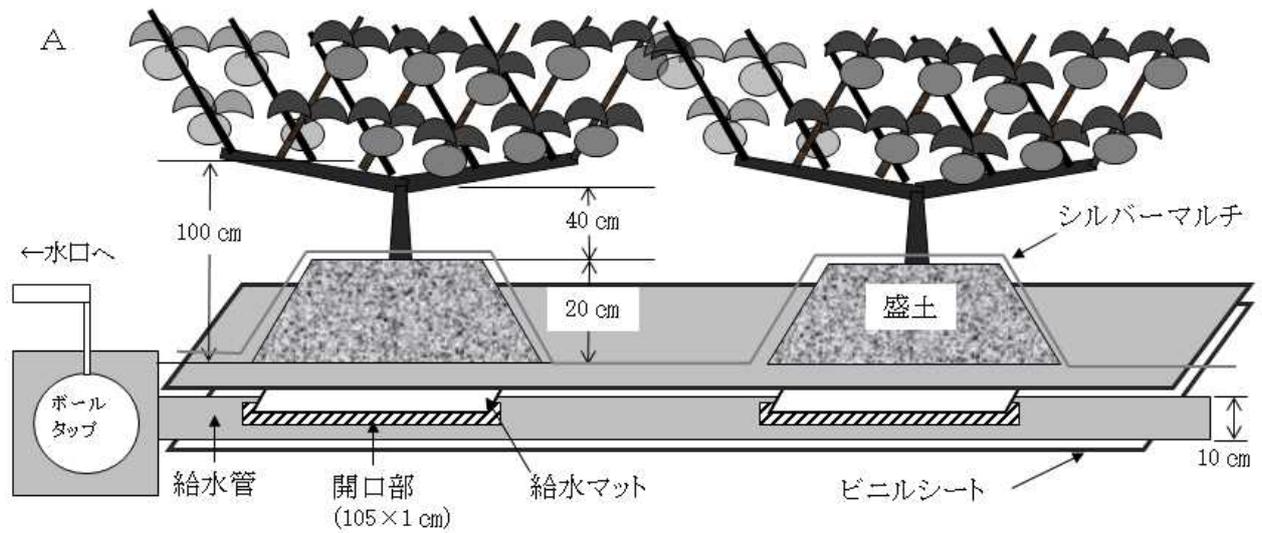
底面給水法は鉢底から養分や水分を与える手法の総称であり、施与方法も多様である。また、灌水制御盤が不要となるため、設置費用が安価な利点がある。しかし、ニホンナシにおいては底面給水による栽培事例は見当たらず、栽培の可能性も未知数である。

そこで、根圏制御栽培において導入コストの低減を図るため、ニホンナシに適する底面給水法の開発を行った。さらに、根圏制御栽培における底面給水法が樹体生育、収量および果実品質に及ぼす影響を明らかにし、低コスト根圏制御栽培法の確立を図った

### 2. システムの特徴

#### (1) システムの概要

底面給水法は、盛土の底に設置した給水マットから毛管吸引を利用して盛土に給水させる給水方法である。システムは、厚さ0.1 mmのビニルシートの上に、給水マット、耐久性、透水性および耐摩耗性に優れるポリエステル100%の不織布製の遮根シートを敷き、その上に赤玉土とバーク堆肥を容積比2:1に混合した培土150 Lを盛土（底面135×60 cm、上面125×55 cm、高さ20 cm）し苗木を植付る（第1図A）。底面給水は、給水マット（幅100 cm×奥行き70 cm）をビニルシートと遮根シートの間に敷設し、水平をとった給水管（塩ビ管、内径10 cm）上部に105×1 cmの開口部を設け、給水マットの一方を挿入し給水管内の水を供給することで行う（第1図A、第2図B、写真1）。給水マットは黒と白のポリエステル100%の長繊維不織布の二層となっており、給排水性能が良く寸法安定性が良い不織布製毛管マットを用いる。さらに、盛土上面にシルバーマルチをして盛土からの蒸発を抑制し、盛土の上面と底面の水分率の差を小さくする。なお、給水管側から盛土の奥側に5%の傾斜をつけ、給水した水が反対側に流れ落ちないようにする（第2図B）。



第1図 底面給水による盛土式根圏制御栽培の概要

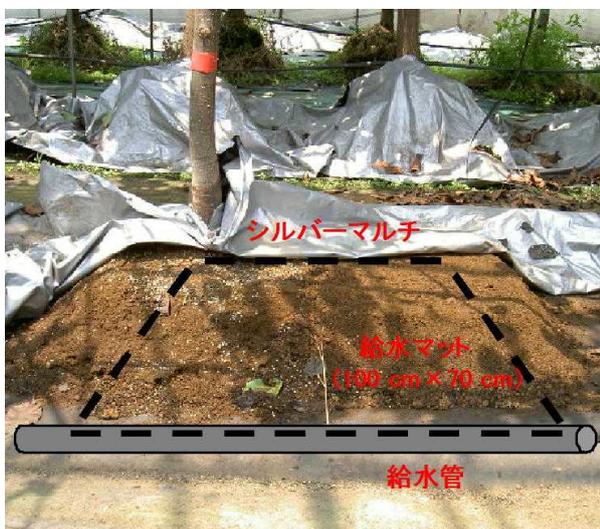
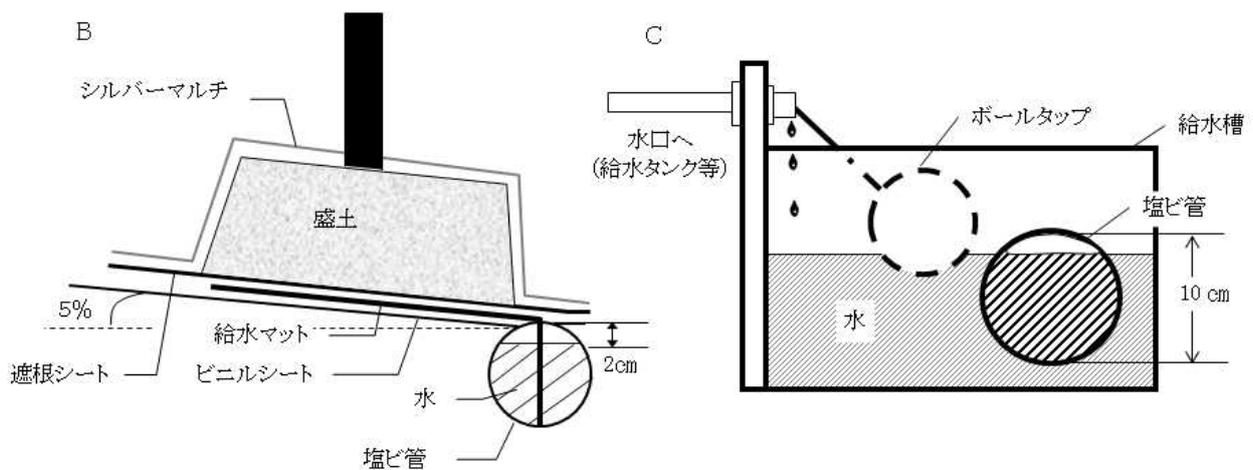


写真1 底面給水による根圏制御栽培の状況



第2図 底面給水システムの概要

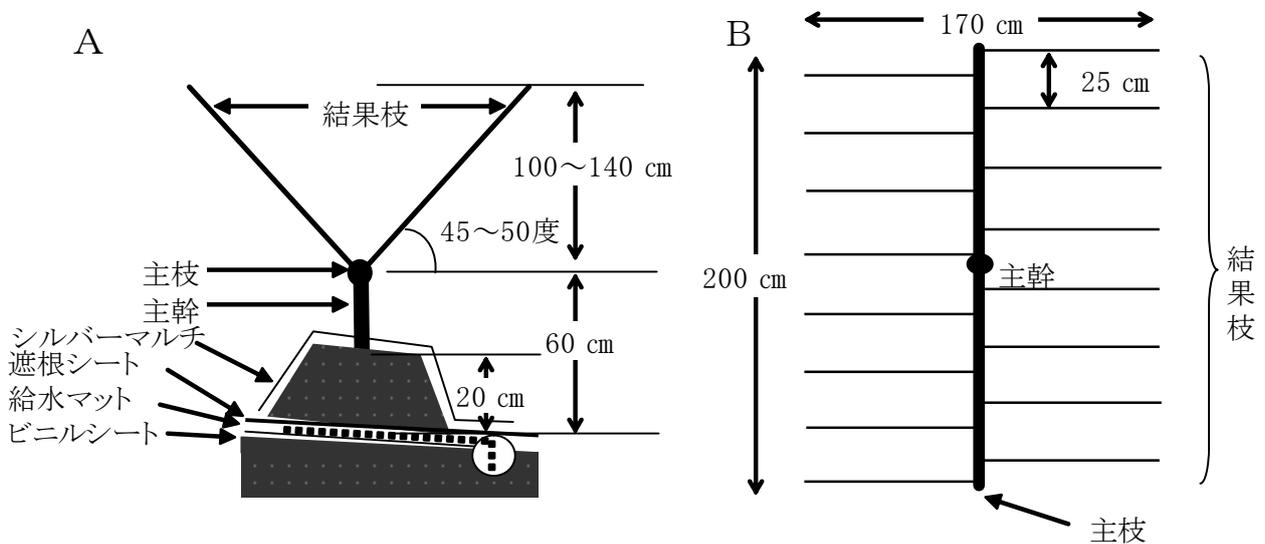
## (2) 給水マットの特性

給水マットの給水特性は垂直方向へ10 cm、水平方向へ200 cmの浸透特性を示す。また、傾斜を5%つけた場合、垂直方向への浸透特性は水面から約10 cmの高さである。マットの給水能力は盛土をせずつ水位を0 cm、マット幅を100 cmとした場合、水平方向に2 L・h<sup>-1</sup>程度である。給水水位は給水槽内のボールタップの設置位置を上下することにより水位を任意の高さに保つことができる（第2図C）。

## 3. 底面給水による根圏制御栽培の特徴

底面給水による盛土式根圏制御栽培法（以下、本栽培法）は、第1図に示す栽培システムで、大きな特徴は次の4点である。

- 1) 本栽培法は、ビニル、遮根シートの上に培土を盛土して根圏を地面から隔離し、水分を給水管から盛土底面に設置した給水マットにより供給し生育を制御する栽培方法である。滞水による湿害の発生がなく、樹勢をコントロールすることができる。
- 2) 本栽培法の灌水は、樹体の必要とする水分を底面から自動的に供給する底面給水法であり、樹体の生育に合わせた水分コントロールが自動的に自動的に行うことができる。
- 3) 樹勢コントロールにより密植栽培が可能で、従来7,8年程度かかって成園になるところが、「二年成り育成法」により植え付け2年目から約2 t・10 a<sup>-1</sup>の収量が得られ、3年目に約3 t・10 a<sup>-1</sup>と露地地植え平棚栽培（以下、慣行）成園以上の早期多収が可能となる。また、5年目を以降約6 t・10 a<sup>-1</sup>と慣行の2倍以上で点滴灌水同様に超多収が可能となり、果実品質も優れる。
- 4) 仕立て方は、2本主枝Y字仕立てにより、日当たりが良く軽労化が図れる（第3図）。



第3図 底面給水による根圏制御栽培の仕立て方

## Ⅱ 栽培技術

### 1. 定植準備

#### 1) ほ場の選定

底面給水は、盛土への給水を給水管により行う。給水管は水平でないと上部の開口部から水が溢れ出してしまうため、ほ場は傾斜がなく水平を保てる場所の必要がある。なお、傾斜がある場合は、数本ずつを1つの栽培ユニットとし、1列に数ユニットを設置することでも栽培が可能である。

#### 2) 水源の確保

根圏制御栽培された樹が最も多くの水量を要するのは満開後90日頃であり、10 a当たり1日約6m<sup>3</sup> (30L/樹/日×200樹・10 a<sup>-1</sup>) 必要である。このため、十分な水量の確保が必要である。

#### (3) 栽植密度

栽植密度は、列間2.5m、株間2.0mの200本・10 a<sup>-1</sup>とする。なお、ほ場の形や面積により列間を3 m程度まで広げても良い。列間は2.5 m以上あれば600 L程度のスピードスプレーヤーが走行可能である。

### 2. 培土および定植木枠の作成

#### 1) 培土の種類

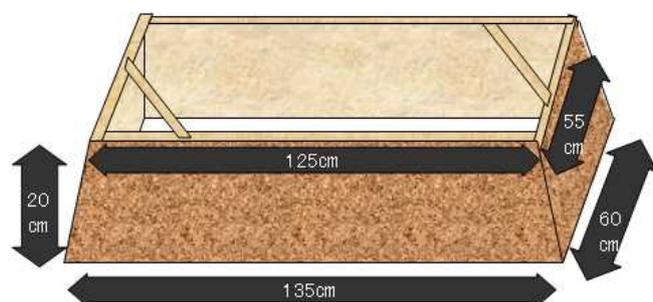
培土は、赤玉土とバーク堆肥を容積比2：1で混ぜ合わせたものを用いる。なお、赤玉土は、大粒（8 mm以上）：中粒：細粒（2 mm未満）の割合が体積比で1：2：1のものを用いる。細かい土のみでは固まってしまい透水性が著しく低下するので、赤玉土の混合割合には十分留意する。また、バーク堆肥は、完熟したもの（窒素2.0%、りん酸1.1%、加里1.4%、炭素率25程度）とする。

#### 2) 培土量

盛土の培土量は、底面給水においても点滴灌水同様150 Lとする。

#### 3) 定植用木枠の作製

盛土を作成するために、木枠を作製しておく。木枠はコンパネ等を用い、下底135 cm×上底125 cm×高さ20 cmの台形を2枚、下底60 cm×上底55 cm×高さ20 cm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（第4図）。



第4図 定植用木枠

### 3. 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が、作業の都合で春に行う場合は遅れると生育が劣るので、3月中旬を目安に実施し、植え付け後十分に灌水を行い、初期生育が停滞しないよう注意する。

### 1) 整地

前述したが、底面給水は地面が水平でないと給水管から水が溢れ出してしまうため、地面を水平に整地する。

### 2) 給水管の設置

給水管を設置するため、列の中心から40 cmのところから10 cm程度の深さの半円の溝を掘り、その反対面に向かって約5%の傾斜をつけて平らに整地する。次に、地面に0.1 mm程度のビニルシートを敷き、溝に給水管を設置する。給水管上部には、グライダー等で幅1 cm×長さ105 cmの開口部を、植付け位置を中心に、2 m間隔で設ける。

あらかじめ作成しておいた給水槽を給水管に取付ける。給水槽、給水管に水を流し、開口部ぎりぎりまで水がくるように給水管の上下をとり、正確に給水管の水平を決める（写真4～5）。



写真2 給水槽



写真3 給水装置の材料



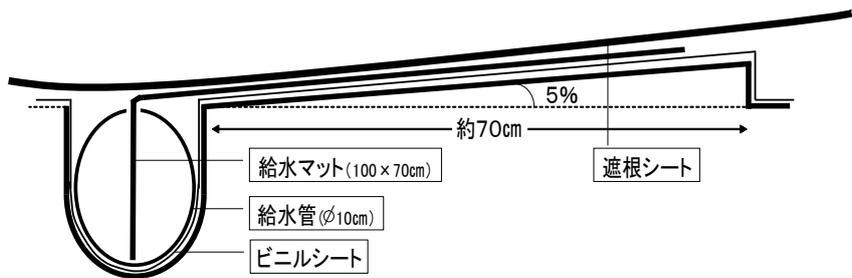
写真4 給水管を埋める溝掘り



写真5 給水槽、給水管の設置

### 3) 給水マット、遮根シートの設置

開口部に、幅100 cm×長さ70 cmの給水マットを挿入し、その上に遮根シートを敷き、給水マットと盛土を完全に遮断する。遮根シートは、耐久性の高いトスコ社製ルートラップ（厚さ3.0 mm、幅2.1 m）等を使用する。なお、遮根シートは根の脱走を防ぐため誤って穴が開かないように注意する（第5図、写真6～9）。



第5図 給水管、給水マット等の設置



写真6 給水管の反対側を高くし傾斜をつける



写真7 給水マットを給水管に挿入



写真8 給水マットを給水管に挿入



写真9 遮根シートの設置

#### 4) 定植

①まず、植付け予定の位置に木枠を設置し、中心に苗を配置し根を広げ、培土、肥料は2度に分けて入れ、その都度外周付近を強く固め盛土が崩れないようにする（写真10、11）。

②肥料は緩効性被覆肥料（シグモイド100日タイプ、窒素12-リン酸14-カリ12）を窒素成分で30 g、重焼りん180 g、苦土炭酸カルシウム肥料96 g、FTE7.5 gを施用し培土に良く混和する。

③木枠を上引き上げて取り外し、遮根シートでくるむように上部をホチキス等で閉じる。最後に盛土からの蒸発を防ぎ、盛土内の水分格差がなくなるように、シルバーマルチで被覆する（写真12、13、第6図）。



写真10 苗の設置



写真11 盛土の作成



写真12 遮根シートの巻上げ

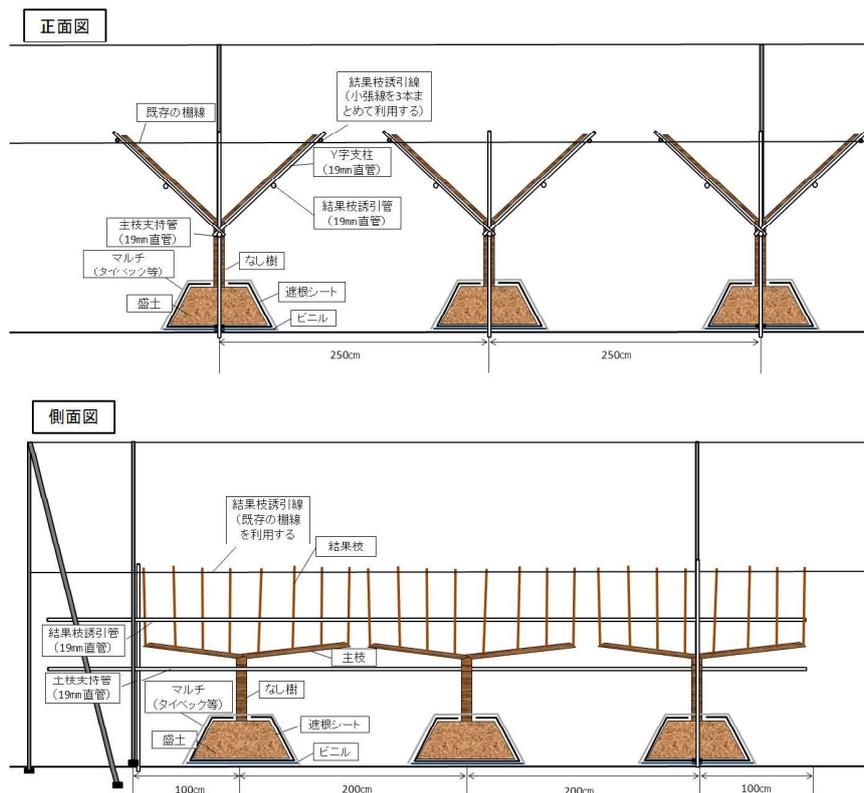


写真13 シルバーマルチの被覆



第6図 底面給水法の模式図

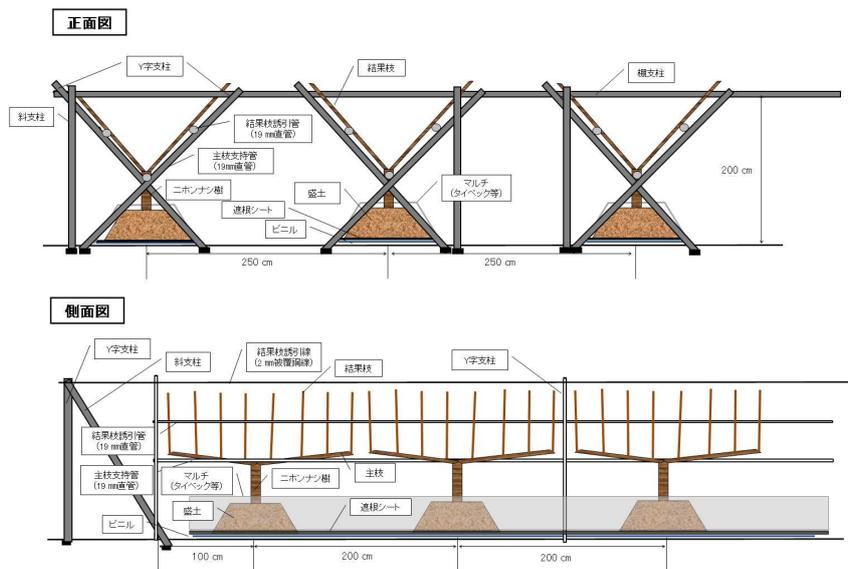




第8図 既存の棚を利用した設置例（中柱が5 m間隔の場合）

### 3) 裸地の設置例

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（第9図、写真14、15）。両端のY字支柱はφ48.6 mmの足場パイプを用い、X字に交差させ地中に30 cm程度埋込む。また、両端の棚には、棚の固定および倒伏防止のためφ48.6 mmの足場パイプを斜めに打込み固定する。棚面となる上部は地上から200 cmの位置をアングルで固定する。両端以外は4 m間隔で19 mm直管でY字支柱を組む。主枝支持管はY字支柱の交点の位置（地面から80 cm）、結果枝誘引管は地面から140 cmの位置に19 mm直管で設置する。また、Y字支柱の先端には2 mm被覆鋼線で結果枝誘引線を配置し結果枝を固定する。



第9図 裸地での設置例



写真14 裸地にY字棚を設置した状況



写真15 植付け後3年目の状況

## 5. 仕立て方（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10）。

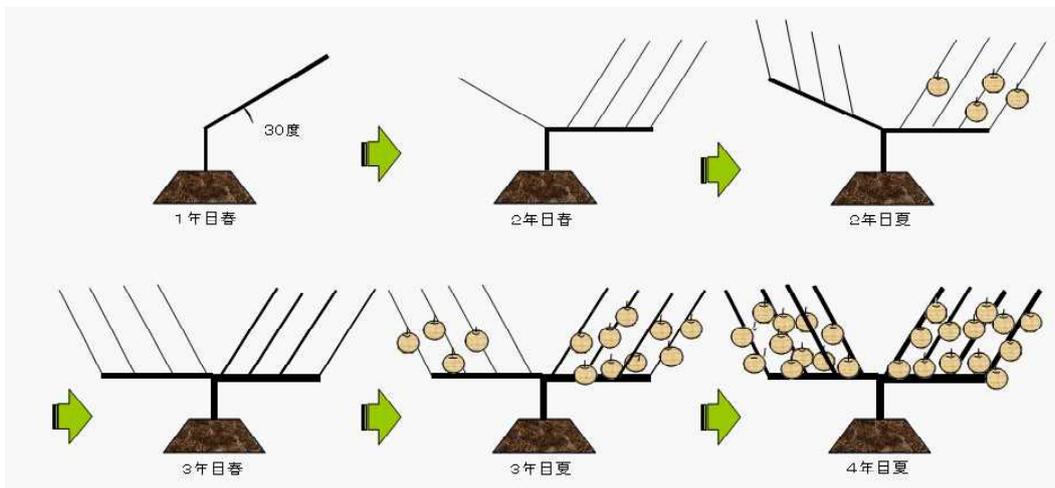


図10 二年成り育成法

1年目 栽植本数は10 a 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。夏期に側枝8本程度を発生させ50度斜め上方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。

### 1) 植え付け1年目の管理



#### 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60cm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

①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。

②一方、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、枝の上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、横から発生した新梢を用いると良い。

### 2) 植え付け2年目の管理



### 剪定後の管理（写真は開花期）

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度に誘引する。



### 夏期の着果管理

①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35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）。

②第2主枝から8本程度の結果枝を養成する。

③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、予備摘果時に果そう葉のみを残し摘除し葉の混雑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。

### 3) 植え付け3年目の管理



### 夏期の着果管理

①樹形が完成。

②40果程度着果させる。

（結果枝が十分確保できない樹は、1果当たりの葉枚数が35枚程度となるように着果させる。）

③新梢管理（2年目と同じ）

#### 4) 植え付け4年目以降の管理



##### 剪定・誘引後

- 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個分である。
- 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。



##### 夏期の着果管理

- 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果当たりの葉枚数が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)

#### 5) 整枝剪定

##### ①植付け後3年目までの整枝剪定

植付け後3年目までは、3.5)(1)①の「二年成り育成法」のとおりとする。

##### ②成木後の整枝剪定

4年目以降、結果枝の更新が必要となってくるため、効率的に結果枝の更新ができる管理技術を検討した。

##### ③くさび処理による結果枝基部からの新梢発生

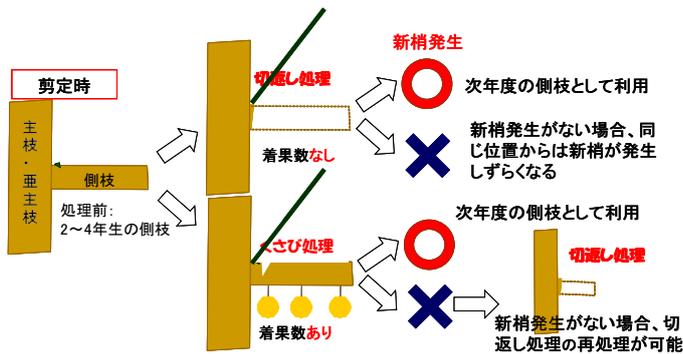
側枝基部に剪定時V字の切込みを入れるくさび処理(写真8A)は、新梢発生率が高く平均新梢長も1m程度となり次年度の側枝を確保できる(第1表)。また、処理した側枝に着果した果実の肥大や品質への影響もみられず、側枝を利用しながら新梢確保ができる。くさび処理は当年十分な新梢伸長が得られなくても、次年度に切返し処理による再処理ができる利点がある(第11図、写真16)。

第1表 結果枝更新処理の影響(2009年)

処理区	新梢発生率 %	平均新梢長 cm	収穫盛 月/日	果実横径 mm	果重 g	糖度 Brix	硬度 lbs
くさび	95 a	102 a	9/5 a	96.2 a	401 a	12.7 a	5.0 a
切返し	76 b	125 a	-	-	-	-	-
環状剥皮	80 b	61 b	9/3 a	91.2 b	339 b	12.5 a	5.2 a
芽きず	50 c	36 c	9/5 a	94.0 a	375 a	12.8 a	5.0 a
無処理	20 d	82 ab	9/4 a	94.3 a	377 a	12.6 a	4.9 a
有意性 <sup>z</sup>	*	*	ns	*	*	ns	ns

<sup>y</sup>多重比較はTukey法により同符号間で有意差なし

<sup>z</sup>有意性の\*は5%水準で有意. nsは有意差なし



第11図 結果枝更新処理の概要

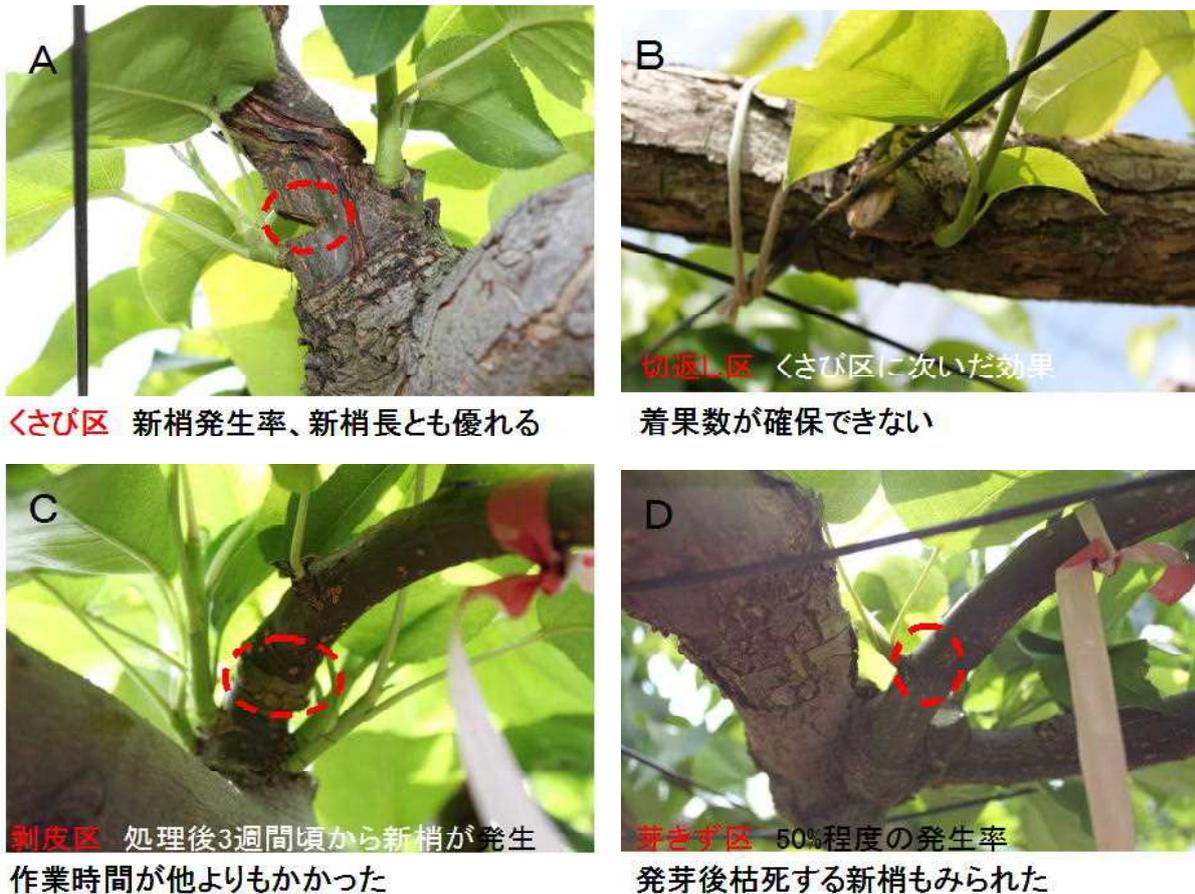


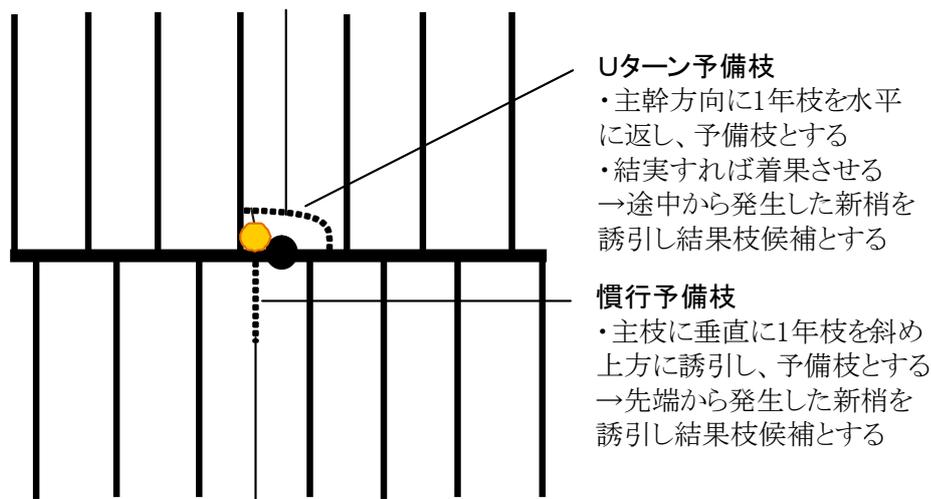
写真16 結果枝更新処理による新梢発生状況

#### ④主枝基部からの優良結果枝の育成

また、主枝基部から発生する新梢は強勢となることが多く結果枝として利用できないため、主枝基部の結果枝育成法を検討した。

慣行の約60度の角度で誘引する慣行予備枝（第12図）は、予備枝先端から強勢な新梢が発生し新梢長および新梢径が大きくなり腋花芽着生率が劣った（第2表）。主幹下方に向かって誘引するUターン予備枝は、予備枝先端に着果させ予備枝途中から発生する新梢を利用することで、新梢長が121 cmと中庸で腋花芽着生率が67%と高く優良な結果枝が育成できる。新梢を利用した1年枝は腋花芽着生率が劣る。

予備枝を主幹下方に誘引し、先端に着果させることで予備枝中間から発生する新梢伸長が旺盛となることが抑制され腋花芽着生率の向上を図ることができる。



第12図 結果枝基部の予備枝育成方法

第2表 主枝基部の結果枝更新処理による新梢発生状況

処理区	予備枝長 cm	新梢長 cm	新梢基部径 mm	腋花芽着生率 %
Uターン予備枝	33	121 b <sup>z</sup>	12 b	67 a
慣行予備枝	35	143 a	18 a	43 b
1年枝	-	113 a	17 a	33 c
有意性 <sup>y</sup>	ns	*	*	**

<sup>z</sup>多重比較はTukey法により同符号間で有意差なし

<sup>y</sup>有意性の\*\*は1%, \*は5%水準で有意. nsは有意差なし

#### 6) 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8～9本程度を配置する。
- ③側枝間隔は25～30 cm程度で平行に誘引する。
- 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本程度配置する（写真17、18）。



写真17 植付け5年目の剪定後



写真18 植付け6年目の結実状況

### 7) 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、予備摘果時に果そう葉のみを残し摘除し葉の混雑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するため、誘引や切り戻しを行い育成を図る（写真19）。



写真19 3年目夏期の状況

## 6. かん水方法

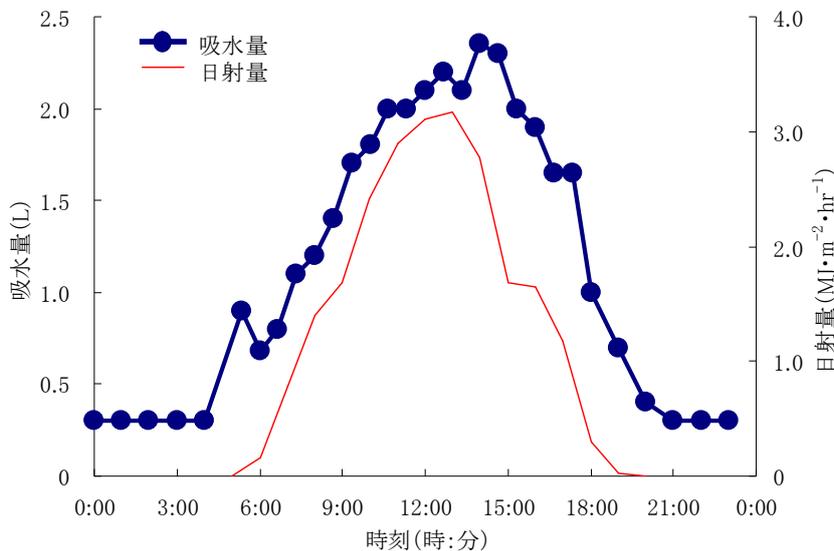
### 1) 給水装置

給水槽、給水管および給水マットにより盛土に給水を行う。また、盛土正面には盛土内の水分格差がなくなるようにシルバーマルチをする（第2、3図）。

### 2) 1日の給水量（1日の吸水量の推移から見た給水量）

従来の根域制限栽培で行われている灌水時期及び灌水量の決定方法は、土壌水分センサーを利用して灌水開始点を定める方法であった。土壌水分センサーは灌水開始点のみを設定できるタイプが多く、灌水が始まると指定した水量が一気に出てしまい、過湿と乾燥を繰り返す。また、根域制限栽培での培地内の土壌水分は不均一である場合が多く、このため、水分不足による落葉や小玉果が発生し、生産が不安定であった。そこで、自動的に給水を行うことができる底面給水法を開発した。

時刻帯別の吸水量は第13図のとおりで、瞬間日射量より1～2時間遅れて13～15時が最大となる。最大時の1時間当たりの吸水量は2.4 Lで、1時間当たり500 L・10 a<sup>-1</sup>程度の給水が必要である（第13図）。



第13図 吸水量と瞬間日射量の推移(2000年)

### 3) 給水水位

安定多収のための給水水位を明らかにした。

日吸水量は満開後30日までのを除き給水水位が高いほど多い傾向があり、-2 cm区では果実肥大が最も旺盛な満開後91～120日に29.3 L/樹/日と最大となった（第3表）。収穫時果重は給水水位が高いほど大きく、-2 cm区で365 gと最大、-8 cm区で最小の280 gとなり-2 cm区にくらべ85 g低下した。糖度は給水水位が最も低い-8 cm区で他の2区より高くなったが、-2 cm区でも13.3%と慣行栽培を1%以上上回った。なお、-8 cm区は7月中旬以降の昼間には葉のしおれが観察された。

これらのことから、給水水位は地面から2 cm程度低い位置とすることで、樹体の吸水量に応じた給水ができる。

第3表 給水水位の影響(2007年、移植4年目)

処理区	日吸水量 <sup>z</sup> (L/樹/日)				果重 g	着果数 果/樹	収量 t・10 a <sup>-1</sup>	糖度 Brix	硬度 lbs
	0~30 <sup>y</sup>	31~60	61~90	91~120					
-8 cm	9.8	9.1	10.3	12.1	280 c	59.0	3.3 c	14.6 a	5.6 a
-5 cm	8.8	15.8	22.1	22.5	333 b	62.3	4.1 b	13.3 b	4.8 b
-2 cm	9.5	19.7	25.1	29.3	365 a	62.0	4.5 a	13.3 b	4.5 b
有意性 <sup>w</sup>	-	-	-	-	**	ns	*	**	*

<sup>z</sup>日吸水量は晴天日の平均値

<sup>y</sup>数値は満開後日数

<sup>x</sup>多重比較はTukey法により同符号間に5%水準で有意差なし

<sup>w</sup>有意性の\*\*は1%, \*は5%水準で有意, nsは有意差なし. -は反復なし

#### 4) 給水マット幅

安定多収のための給水マット幅を明らかにした。

日吸水量は給水マットの幅が広いほど多く、100 cm区では新梢伸長が停止し果実肥大が最も旺盛となる満開後91~120日に28.8 L/樹/日と最大となった(第4表)。収穫時果重は給水マットの幅が広いほど大きく、100 cm区で373 gと最大、20 cm区が最小の275 gで100 cm区にくらべ98 g低下した。植付け5年目の10 a換算収量は給水マットの幅が広いほど大きく、100 cm区で6.1 tとなった。糖度は給水マット幅が最も狭い20 cm区で他の2区より高くなったが、100 cm区でも12.7%と栃木農試の慣行栽培の平年値11.7%を1%上回った。

これらのことから、給水マット幅は100 cmとすることで、樹体の吸水量に応じた給水ができる。

第4表 給水マット幅の影響(2008年、移植5年目)

処理区	日吸水量 <sup>z</sup> (L/樹/日)				果重 g	着果数 果/樹	収量 t・10 a <sup>-1</sup>	糖度 %Brix	硬度 lbs
	0~30 <sup>y</sup>	31~60	61~90	91~120					
20 cm	6.1	12.4	11.9	12.1	275 c	81.0	4.5 c	14.3 a	6.3 a
50 cm	8.8	16.7	18.8	21.3	322 b	80.3	5.2 b	13.5 b	5.3 b
100 cm	9.1	19.3	23.7	28.8	373 a	82.0	6.1 a	12.7 c	4.9 c
有意性 <sup>w</sup>	-	-	-	-	**	ns	*	**	*

<sup>z</sup>日吸水量は晴天日の平均値

<sup>y</sup>数値は満開後日数

<sup>x</sup>多重比較はTukey法により同符号間に5%水準で有意差なし

<sup>w</sup>有意性の\*\*は1%, \*は5%水準で有意, nsは有意差なし. -は反復なし

#### 5) 収穫前の給水水位

給水水位は給水槽のボールタップを上下することで容易に調整可能である。そこで、満開後91日以降の水位を-2 cmおよび-8 cmとし収穫まで一定水位とする-2 cm区および-8 cm区、満開後91日~105日を-8 cmとし106日~収穫期まで-2 cmと水位を変動させる-8-2 cm区の3処理区を設け、果重および糖度に及ぼす影響を調査した。

処理後の日吸水量は、水位が-2 cmで区で24 L程度L、-8 cmで9 L程度と水位を-8 cmに下げること、1/3程度に制限できた(第5表)。

収穫盛は-8-2 cm区が-2 cm区および-8 cm区より3~4日遅れた(第6表)。果重は-2 cm区が369 g、-8-2 cm区が381 gと-8 cm区の334 gよりも優れた。一方、糖度は-8-2 cm区および-8 cm区で13.5%を上回り-2 cm区よりも0.8~1.0%高かった。このように、満開後91~105日の水位を-8 cmにし給水制限を行い、その後水位を-2 cmに戻すことで、果重を低下させず糖度を向上させることができる。

第5表 収穫前の給水水位の影響(2009年、移植6年目)

処理区	日吸水量(L/樹/日)			期間別日吸水量(L/樹/日)	
	最少	平均	最大	満開後91~105日	106~125日
-2 cm	9.2	20.1	36.6	24.6	23.7
-8-2 cm	4.3	15.8	37.2	9.3	24.7
-8 cm	4.0	8.7	13.3	9.0	8.7

第6表 収穫前の給水水位の影響③(2009年、移植6年目)

処理区	収穫盛	果重	着果数	収量	糖度	硬度
	月/日	g	果/樹	t・10 a <sup>-1</sup>	%Brix	lbs
-2 cm	8/11 b	369 a	81.0	6.0 a	12.7 c	4.9
-8-2 cm	8/14 a	381 a	80.7	6.1 a	13.5 b	4.9
-8 cm	8/10 b	334 b	79.7	5.3 b	13.7 a	5.0
有意性 <sup>y</sup>	**	*	ns	*	**	ns

<sup>z</sup>多重比較はTukey法により同符号間に5%水準で有意差なし

<sup>y</sup>有意性の\*\*は1%, \*は5%水準で有意, nsは有意差なし

## 6) 生育ステージ別日かん水量

### ①催芽(被覆時)～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、培土が湿潤状態になるように、給水水位を-2 cmとする。

### ②満開後31～60日

果実肥大が一時鈍るとともに、花芽分化始期にあたることから給水水位は-5 cmとし、この時期の灌水量を制限する。目安として、pFメーター(主幹の横10 cm、深さ15 cm)で1.9～2.1程とする。

### 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、給水水位を-2 cmとし給水量を最大にする。pFは1.5程度を目安とする。なお、露地栽培では、梅雨時期となるため、雨天が続き通路から給水管に水が入らないように注意する。

### ④満開後91日～収穫期

果実肥大盛期から収穫期の給水水位は-2 cmと最大のままとする。この時期に、灌水不足となると、落葉したり果実肥大が低下するので、ボールタップが正常に稼働しているか、盛土が乾いていないかなど十分注意する。

なお、満開後91～105日に給水水位を-8 cmとし、pFが2.3～2.5程度と給水を制限し、その後-2 cmに戻すことで果重を低下させず糖度向上を図ることができるので、糖度の高い果実を生産したい場合や、日照が少なく糖度低下が心配な場合など実施する。

### 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、給水水位を-2～-5 cmとし必要量の給水を行う。また、秋根の伸長する時期でもあり、新梢の2次伸長や枝の肥大を抑制したい場合は-5 cm程度とし、新梢の急激な成長を抑制する。

## ⑥落葉後

落葉後、給水を停止する。落葉期から次年度の灌水開始までは樹体の吸水はほとんど行われないため、給水管の中の水分で次春まで十分である。なお、給水管は土中に埋まっているため給水管や水が凍結することはほとんどないが、ボールタップにつながる塩ビ管等がむき出しになっている場合は、水抜きや凍結防止のため断熱材等で被覆を行う。

表7 生育ステージ別給水水位

	催芽～ 満開後30日	31～60日	61～90日	91～105日	106日～ 収穫期	収穫後
給水水位	-2cm	-5cm	-2cm	-2cm	-2cm	-2cm～ -5cm
冷夏年や糖度向上をねらう場合 (-8cm)						

## 7. 施肥管理

施肥は灌水開始時の催芽期に、緩効性被覆肥料（リニア型100日タイプ、窒素(N)12%-リン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)14%-カリ(K<sub>2</sub>O)12%)を用いる。

施肥量は、成木（植付け4年目以降）で着果数80果の場合の収穫期までの1樹当たり窒素吸収量は102gであるため、窒素成分で100gとする。

なお、解体調査の結果により植付け1年目は1樹当たり窒素成分で30g、2年目は50g、3年目は75gとする。

また、収穫後、礼肥として2、3年目にNK化成肥料を窒素成分で1樹当たり10g、4年目以降20g施肥する。

また、重焼りん、苦土炭酸カルシウム肥料および微量元素肥料（マンガン(MnO<sub>2</sub>)4.0%、鉄(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)10.0%、亜鉛(ZnO)4.0%、銅(CuO)4.0%、ホウ素(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)2.0%、モリブデン(MoO<sub>3</sub>)0.2%)をそれぞれ1樹当たり180g、96g、7.5gを植え付け初年、3年目、5年目、7年目と奇数年の催芽時に施肥する。

施肥方法は、盛土の表面に施肥し培土と混和する。

## 8. 着果管理

### 1)花芽の整理・摘蕾

根圏制御栽培は、花芽の着生が良いため、花芽の整理・摘蕾を行い着果数の制限を行う。

花芽の整理は、果軸の折れやすい上向きの花芽、短果枝群を中心に整理する。摘蕾は、結果枝の先端、予備枝の全花及び腋花芽・短果枝の花数を半数程度に摘花する。

### 2)人工受粉

人工受粉は満開時及び満開後2日の2回以上行う。人工受粉にあたっては、従来の梵天を使用する方法のほか、溶液受粉も省力化が図れ有効である。

### 3)摘果

露地栽培での予備摘果は満開後30日、仕上摘果は50日、補正摘果は100日に行う。

なお、施設栽培の場合は、予備摘果を満開後20日、仕上摘果を50日、補正摘果を90日に行う。

また、ジベレリン処理を行う場合は満開後30～40日に行う。

#### 4) 着果数

1樹当たりの目標着果数は、2年目（初結実）は25果（5果/㎡）、3年目40果（8果/㎡）、4年目60果（12果/㎡）、5年目以降60～80果（12～16果/㎡）とする。

なお、着果数は1果当たりの葉枚数が3年目までは50枚程度、4年目以降は35枚程度となるようにし、樹勢や葉色などをみて加減し、多着果とならないようにする。

#### 9. 作型、病虫害防除

本方式での適応作型は、加温栽培、雨よけ栽培、露地栽培の全ての作型で栽培可能である。加温栽培での温度管理は慣行に準ずるが、慣行棚栽培と比べ温度むらが生じやすいため、ダクトの配置等に注意する。

病虫害防除は、県病虫害防除指針に基づき行う。

#### 10. 品種適応性

幸水以外に、豊水、にっこり等での栽培事例があり、適応は可能である。

### Ⅲ 導入経費

なしの底面給水による盛土式根圏制御栽培を始めるに当たって、新たに必要な経費は、かん水装置、支柱、遮根シート、培土、苗木等である。必要な経費は次のとおりで、点滴灌水に比べ設置費用を70万円程度削減でき、10a当たり120万円程度である。この他に、設置のための人件費、ハウス等の施設、かん水に必要な水源の確保などが別途必要となる。

### ナシ根圏制御栽培導入にかかる経費例(10a当たり200本植の場合)

～10a当たり200樹を栽植する場合の経費(露地平棚に設置する場合)～

	点滴灌水経費			底面給水経費		
	単位	単価	金額	備	考	
1 定植用培土等	赤玉土	20 ?	6,000	120,000	100L × 200樹	
	パーク堆肥	4 t	16,150	64,600	50L × 200樹	
	ようりん	36 kg	28.75	1,035	1.2g/L × 30,000L	
	苦土タンカル	19.2 kg	18.25	350	0.64g/L × 30,000L	
	FTE	2 kg	200	300	0.05g/L × 30,000L	
	エコロン424	5 袋	1,796	8,980	1年目肥料 250g × 200樹	
<b>小計</b>			<b>195,265</b>	<b>195,265</b>		
2 シート等資材	ルートラップ	4 巻	75,000	300,000	2m × 200樹	30A × 幅210cm × 100m
	ビニール	4 巻	6,100	24,400	2m × 200樹	0.1 × 幅135cm × 100m
	カールピン	400 個	15	6,000	2個 × 200樹	
<b>小計</b>			<b>330,400</b>	<b>330,400</b>		
3 V字棚資材	奥行直管パイプ	219 本	595	130,305	19.1mm × 1.1 × 5500	奥行3本
	V支柱用直管パイプ	134 本	184	24,656	19.1mm × 1.1 × 1700	3樹おき
	支柱直管パイプ	67 本	271	18,157	19.1mm × 1.1 × 2500	3樹おき
	ピアスビス ユニクロ	500 個	19	9,500		
	ハイセッター	335 巻	13	4,355		
	直管誘引用ひも	1 巻	7,000	7,000	黒ロープ 3mm、8kg巻	
	結束用バンド線	1 巻	1,100	1,100	1.0 × 150m	
<b>小計</b>			<b>195,073</b>	<b>195,073</b>		
4 灌水装置	なし					
<b>小計</b>			<b>728,000</b>	<b>0</b>		
5 灌水関連資材	給水槽	10 個	1,000	10,000		
	ポールタップ	10 個	2,500	25,000		
	シルバーマルチ	4 巻	25,000	100,000		
	シーラーセット	1 式	1,000	1,000		
	ポリパイプ	1 本	8,400	8,400		
	塩ビ管	400 m	1,180	118,000	100mm × 4m	VP管
	塩ビ管継ぎ手(ストレート)	90 個	180	16,200	100mm	
<b>小計</b>			<b>213,728</b>	<b>278,600</b>		
6 種苗費	幸水1年生苗	200 本	700	140,000		
<b>小計</b>			<b>140,000</b>	<b>140,000</b>		
<b>計</b>			<b>1,802,466</b>	<b>1,139,338</b>		
<b>合計(税込み)</b>			<b>1,892,590</b>	<b>1,196,305</b>		

※支柱等の設置、苗の植付け、灌水関連資材の組み立てにかかる人件費(60万円程度)は含まれていません。  
 ※この他に、施設費や支柱等を止めるためのパイプ、プレス管等が必要になる場合もあります。  
 ※施設等に植え付ける場合に入る樹数はハウスの形状等にもよりますが、施設面積/5㎡ × (0.8~0.9)程度となります。  
 ※ナン棚に設置する場合は、サドルバンド、ビス、ワイヤー等の経費が必要ありません。  
 ※更地に設置する場合は、直管パイプが減り、足場パイプ等の棚を固定する部材が必要になります。

#### IV 根圏制御栽培におけるチェックポイント

症状	チェック項目	解決法等
落葉する	①水はきちんと出ているか	①ボールタップが動いているか。 ②給水マットが抜けていないか。 ③給水管に水が流れているか。
新梢の勢いが強い	①盛土の外へ根が逃げているか	①冬期に盛土の外へ逃げた根を切断。盛土が遮根シートから外に出たり、草が生えると根が逃げやすくなるので要注意。 なお、生育期間中に大量の根を切断すると、水分不足による落葉を起こすので注意する。
新梢の伸びが劣る 葉色が薄い	①かん水量は適当か ②水はきちんと出ているか ③施肥は適正か	①給水水位は適正か。 ②樹齢にあった施肥が行われているか。
水が出ない	①ボールタップが動いているか ②給水マットが抜けていないか	①ボールタップが動いているか。 ②給水マットが抜けていないか。 ③給水管に水が流れているか。

#### V まとめ

なしの根圏制御栽培システムについては、現在県内外で二十数件の生産者が導入、希望している。導入のきっかけとしては、①老木化や萎縮症で生産性が低下しているため、改植により早期多収を期待し導入する、②ハウスや雨よけ栽培、にっこりなど作期の拡大による規模拡大、所得向上を図る手段として取り入れる、③後継者が就農に当たって導入するの3タイプに大別できる。また、今後導入を希望しているなし生産者は、①により経営拡大を図る人が多い。

これまでの露地栽培では、成園まで7,8年程度を要することから、新植による規模拡大を志向する生産者は近年ほとんどみられていなかったが、今後は、定年帰農、後継者といった新規就農者や廃園対策としての導入が期待できる。また、豊水やにっこり等の品種での実用性も確認しており、新品種等の導入拡大にも大きく寄与するものと考えられる。

そして、停滞するニホンナシ産業にとって、早期多収、高品質生産が可能であり、低コストでの導入が可能な底面給水による盛土式根圏制御栽培が、ニホンナシ生産の起爆剤となることを願っている。

執筆担当者

農政部 経済流通課 係長 大谷義夫<sup>※</sup>

<sup>※</sup>研究当時（園芸技術部 果樹研究室 主任研究員）

新技術シリーズNo.13

## **【底面給水によるなしの盛土式根圏制御栽培法】**

発行 平成25年 3月29日

発行者 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 028-665-1759

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

印刷所