

# I 農用地の除染

# 1 水田・畑地

## (1) 反転耕

### ア 概要

プラウによる反転耕により表層土を下層に、下層土を表層に反転させることにより、表層に集積している放射性セシウムを下層に埋却する。

深度は30cmを目標とする。

### イ 作業手順

- (ア) ゼオライトの散布（ブロードキャスター又はライムソワー）
- (イ) 反転耕（二段耕プラウ等）
- (ウ) 踏圧（トラクタ（クローラ型））
- (エ) 耕起砕土（パワーハロー又はロータリー）
- (オ) 均平・整地（レーザーレベラー）
- (カ) 土壌改良資材等の散布（ブロードキャスター又はライムソワー）
- (キ) 耕起砕土（パワーハロー又はロータリー）

### ウ 留意点

- (ア) 反転耕が実施できる条件（下層土の状況、地下水位）を事前に十分に確認する。
- (イ) 水田の場合、耕盤を破壊することから、踏圧を十分に行うとともに、水稻の初年目の作付けは原則として無代かき田植を行う。

なお、水田における反転耕の手順及び反転耕後の水稻移植方法については、Ⅲ参考1の(3)「水田における除染のための「反転耕」作業技術マニュアル」を参照する。

URL : <http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/53898.pdf>

## (2) 深耕

### ア 概要

耕深は30cmを目標とする。

深耕には、深耕ロータリーや駆動式ディスクを利用する方法が望ましい。

深耕ロータリーは30cm以上の深耕が可能であるが、駆動式ディスクは通常耕深が20cm程度までであることから、耕うん速度を遅くしたり、耕うんを複数回実施するなどして耕深の確保に努める。

### イ 作業手順

- (ア) 駆動式ディスクの利用

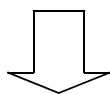
駆動式ディスク耕うん機について

駆動式ディスクは、ディスクをPTO軸で駆動し、深耕、反転を行う機械。比較的低い馬力のトラクタでも深耕、反転耕が可能なのが販売されている。また、湿田での利用も可能である。

### a 作業の流れ

- ①機材をトラクタに装着し、水平に調整する。
- ②ディスクを反転耕ができる角度に調整する。
- ③ほ場が硬くディスクが刺さらない場合は、ウエイトを増やす。必要に応じてトラクタにカウンターウエイトを追加する。
- ④耕深の調整は左右の尾輪で行う。
- ⑤作業速度は1.5km/h～であるが、ほ場条件により説明書にしたがって調整する。
- ⑥耕うん法は、隣接耕うんで行う。下図のようになるので、ディスク角度調整後うね戻し耕うんを行う。

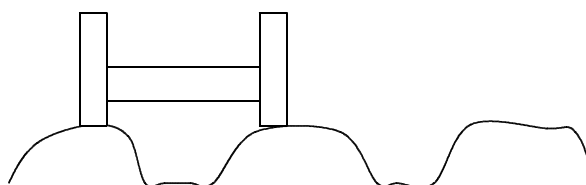
駆動式ディスクによる深耕



ロータリー耕による碎土、攪拌

必要に応じてレーザーレベラーによる均平作業を行う

図：うね戻し耕うんの走行ライン



### b 駆動式ディスク（写真）と作業能率等（カタログ値）



標準耕幅	150～200cm
耕 深	20cm程度まで
作業速度	1.5～3.0km/h
作業能率	14～36分/10a

### c 作業上の留意点

- ・駆動式ディスクは通常ロータリーより重い場合があるので、トラクタのウエイト装着を必ず行うこと。さらに、ほ場への出入り、傾斜地での旋回等には十分注意すること。
- ・期待どおりの効果（深耕）を得るためにディスク角度等の調整を説明書どおりに行うこと。また、作業状態を見ながらディスク角や速度等を調整して作業すること。
- ・その他説明書をよく読んで使用すること。

### (イ) 深耕ロータリーの利用

深耕ロータリーは、ハウスや畑地での有機物のすき込みや混層耕に利用されている。

基本的な構造は通常のロータリーと同様であるが、通常のロータリーが15cm程度までの耕深であるのに対し、30～60cmの深さまで耕うんできる。

#### a 作業の流れ

深耕ロータリーによる  
深耕

必要に応じてレーザーレベラーによる均平作業を行う

- ①トラクタは、微速（クリーブ）走行できるものを準備する。
- ②均平板は、埋め込み性能に影響するので、説明書どおりに確実に調整すること。
- ③傾斜地では原則、上下方向に作業すること。
- ④耕うん方法は枕地3工程分残して行う。
- ⑤作業機を持ち上げるときには、ロータリーの回転を止めて行うことにより爪あとの穴が小さくなる。

#### b 深耕ロータリー（写真）と作業能率等（カタログ値）



標準耕幅	100 ～ 190 cm
(製品による差があるので注意)	
標準耕深	30 ～ 60 cm
(製品による差があるので注意)	
作業速度	0.2 ～ 1.0km/h
作業能率	43 ～ 200 分/10a
(製品やほ場状態により異なる)	

#### c 作業上の留意点

- ・製品に既定された馬力の範囲内のトラクタを利用すること。
- ・トラクタへのウエイトを必ず装着すること。また、ほ場への出入りなどでは、畔に引っ掛かる可能性があるので十分注意すること。
- ・爪や回転部分に草やワラなどが巻き付いたときは、エンジンを止めて点検等を行うこと。
- ・耕深により延長均平板や側板が必要な場合があるので説明書の指示に従うこと。
- ・固いほ場や石の多いところでは、深耕ロータリーをゆっくり降ろすこと（回転する爪の勢いでダッシング（トラクタが押される）が発生する可能性がある）。
- ・粘土質が強いほ場では、土の抱え込みが発生する。
- ・礫が多いところでは機械が損傷するおそれがある。
- ・その他説明書をよく読んで使用すること。

### (3) 表土の削り取り

#### ア 概要

未耕起のほ場を対象に、5 cm 程度の厚で表土を削り取る。

レーザーレベル装置付きのブルドーザ（以下レーザーブル）及びバックホウ（以下レーザーバックホウ）等を使用することで、表土を一定の厚さで精度よく除去することができる。レーザーブル及びレーザーバックホウでの放射性物質の低減効果等は以下の通り。

#### (ア) 土壌の放射性セシウムの減少率

福島県農業総合センター内の水田における削り取りのブロック試験（25 m<sup>2</sup>程度）の結果では、放射性物質の大部分は、試験田の表土の表層約 5cm に含まれており、

土壌中の放射性物質の減少率は、レーザーブルで T=5cm では 65%、T=6cm では 77%、レーザーバックホウは T=5cm で 82%、T=6cm では 86 %であった。ただし、土質等によって違いがあるので注意する。(T：削り取りの厚さ)

#### (イ) 作業時間

削り取りの作業時間は、レーザーバックホウ単独で 2.3h/10a (ブロック試験)、ほ場(92 × 10m=9.2a)においては、レーザーブルとレーザーバックホウ併用で 0.74 ~ 1.01h/10a (ブル速度 2.3km/h) 程度であった。



レーザーブルによる表土の削り取り



レーザーバックホウによる表土の削り取り

### イ 作業手順

#### (ア) 作業順序

機種選定→必要に応じて除草→測量→仮設道路設置→表土削り取り→運搬車への積込→残土処理

#### (イ) 機種の選定

- 放射性物質濃度の高い土壌については、原則としてレーザーバックホウを使用する。
- 濃度の比較的低い土壌では、レーザーブルを主とし、水田の場合はレーザーバックホウを両サイドに使用する。
- 施工方法は、地形、区画条件、搬入路の条件、田面等の状態、地耐力、土壌条件を考慮して決定する。ほ場区画が 30 アール規模 (長さ 90 ~ 100 m × 幅 30 m 程度) の場合、レーザーブルは 7 ~ 10 t 級湿地用、レーザーバックホウは法面バケット仕様 0.5m<sup>3</sup> 級が標準である。
- 搬入路となる耕作用農道は、幅員が狭いケースが多く、経路を十分に調査して機種を選定する (道路の構造、幅員、勾配、地耐力、ほ場の区画形状と配置等)。

#### (ウ) 除草

必要に応じ、除染作業の 2 週間程度前に作業して細断し乾燥させる。着手前には、地盤上の支障物、雑物等を除去して削り取り作業に支障のないようにする。

#### (エ) 測量 (機械の設定方法等)

- 事前に地盤の測量により現況地盤高を把握し、削り取り標高、勾配を決定する。格子状に 10m 間隔で平均標高を求め、削り取りに必要な高さを設定する。
- レーザー発光機をほ場外にセットし、田面上にブレードを設置して標高を調整する。表土が軟質の場合は、レーザーブルの自重により、操作パネル上の設定値に対して数 cm 沈下して削り取り厚が厚くなるため、予備試験で確認し調整する。
- 標高データから操作パネルで高低差を入力し、削り取り作業を開始する。

## ウ 作業上の留意点

- (ア) 表土を削り取る厚さは、水田の放射性物質の鉛直分布を標準面積、土質毎に調査して決定する。なお、雑草が繁茂してルートマットが形成されている場合は、マット厚さを含めた厚さが望ましい。
- (例) 5cm 程度に放射性物質がほとんど含まれる場合は、大型機械の誤差を考慮して設計値とする (5cm の場合+誤差 1 ~ 2cm = 6 ~ 7cm)。
- (イ) 表土を剥ぎ取る場合は、2 回以内程度として、土をこね返さないようにする。  
表土をレーザーブルのブレードで均平に仕上げる際に、クローラで数回踏みつけるとクローラに付着した放射性物質の濃い表土と下の土が混ざり残ってしまうため、できる限り整地はしない。レーザーバックホウによる削り取りは、バケットを地表面に対してできるだけ鋭角に 2 回程度ですき取る。
- (ウ) ほ場の長さが概ね 90 ~ 100m 程度と長い場合は、2 分割して中央部に表土を集積するほうが効率的である。
- (エ) 表土の除去に係る放射性物質の減少率は、表土の放射性物質の鉛直分布の範囲や土質、ほ場条件、施工機械の機種等によって変動するため、施工前に予備試験を行うものとする。
- (オ) レーザー装置のない機械の場合は、表土を削り取る厚さが一定せず、削り取った土量が増嵩したり、土壌の放射性物質の減少率が低くなる可能性がある。
- (カ) 作業に当たっては、十分な施工計画を立て、作業員の安全を第一に実施すること。

## (4) 放射性物質流出防止措置の実施

福島県農林地等除染基本方針（平成25年3月改訂）に基づき、除染のための反転耕を行う場合に限り、放射性物質の流出防止措置として放射性セシウムの吸着効果がある資材（ゼオライトなど）の施用が認められている。

## (5) 原状地力回復の考え方

原状回復の考え方については、「除染対策事業における農用地除染での原状回復及び土壌調査の考え方について（平成24年10月29日、農林地再生対策室）」及び除染対策事業における原状回復の算定方法について（平成24年10月29日、農林地再生対策室）」を参考とする。

### 除染対策事業における農用地除染での原状回復 及び土壌調査の考え方について（除染対策事業関係）

平成24年10月29日  
農林地再生対策室

#### 1 原状回復に係る考え方について

反転耕や深耕の際に施用する土壌改良資材（ゼオライト）や肥料（カリ質肥料、リン酸質肥料、石灰質肥料）、たい肥の施用量については、除染により土壌の地力等が減じた分を補う原状回復分のみとなります。

このため、除染前後の土壌調査結果を基に施用量を算出した上で施用する必要があります。算出方法については、(6) 原状回復の算定方法（除染対策事業関係）を参考にしてください。

なお、一定の地区内で地形や土壌の種類、営農の状況が同じであることが説明できる場合は、その地域内で統一した施用量とすることも可能です。

#### 〔施用する土壌改良資材等と関連する土壌指標〕

ゼオライト（CEC）、カリ質肥料（置換性加里）、リン酸質肥料（可給態リン酸）、石灰質肥料（置換性石灰）、たい肥（全炭素又は腐植）

#### (参考例)

土壌調査の結果、カリ成分が反転耕や深耕後に30mg/100g → 20mg/100gに低減した場合、除染対策事業における土壌改良資材の施用量は前後の差の10mg/100gとなります。

したがって、10cm深の作土に施用する場合は、カリ成分量で10kg/10a、15cm深で施用する場合は、15kg/10aの施用となります。

#### 2 土壌調査について

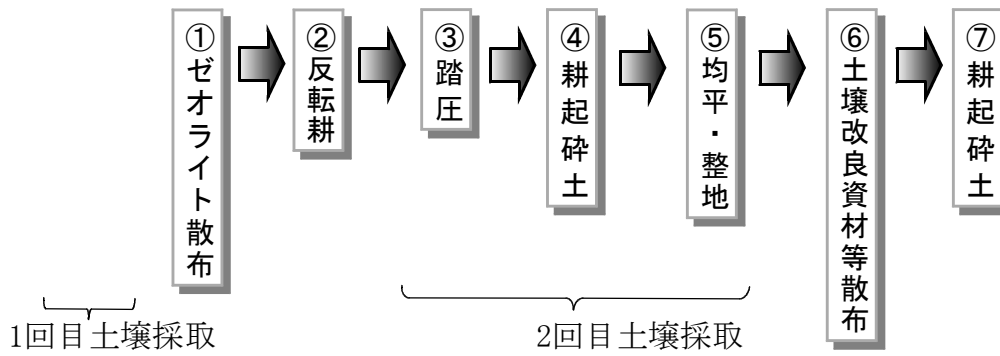
##### (1) 土壌採取時期について

ア 原則、土壌採取は深耕や反転耕など除染作業の前後で行ってください。

イ ただし、土壌調査結果を待つことにより深耕や反転耕後の作業が遅れ、作付けが間に合わない場合、除染作業前に上層（表面～15cm）の土と下層（15～30cm）の土を測定し、上層の土と下層の土の差を勘案して施用量を算出することも可能。

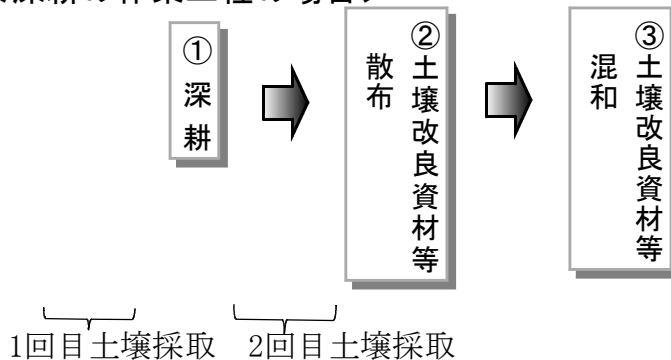
ウ なお、土壌改良資材等を施用した後の土壌調査は、原則除染対策事業の対象として認められないので、注意してください。

#### <反転耕の作業工程の場合>



- ① ゼオライトの散布（ブロードキャスター又はライムソワー）
- ② 反転耕（深耕プラウ）
- ③ 踏圧（トラクタ（クローラ型））
- ④ 耕起砕土（パワーハロー又はロータリー）
- ⑤ 均平・整地（レーザーレベラー）
- ⑥ 土壌改良資材等の散布（ブロードキャスター又はライムソワー）
- ⑦ 耕起砕土（パワーハロー又はロータリー）

#### <深耕の作業工程の場合>



- ① 深耕（深耕プラウ又は深耕ロータリー）  
（礫等により耕耘深度が浅い場合は個別に相談する）
- ② 土壌改良資材等の散布（ブロードキャスター又はライムソワー）
- ③ 土壌改良資材等の混和（パワーハロー又はロータリー）

## （２）土壌調査の実施頻度や採取方法について

ア 国では土壌調査の実施頻度については示していません。

イ ただし、土壌調査結果は土壌改良資材等の施用量を説明するための算定基礎となることから、地形や土壌の種類、地域の営農状況などを考慮し、事業実施後に説明できる範囲で土壌調査の実施頻度を設定してください。

（参考）

ア 県除染対策課の「除染業務に係る技術指針」では、土壌中の放射性セシウム濃度測定のための測定頻度は、0.5～5ha当たり1点と記載。

イ 土壌の採取方法は農林水産省で示している方法（5点採取法）で実施。



## 除染対策事業における原状回復の算定方法について

平成24年10月29日  
農林地再生対策室

### I カリ質肥料

#### 1. 土壌中の置換性カリ含量の減少分の計算法

(例) 0～15cm : 25mg / 100g (作土層)  
15～30cm : 15mg / 100g (下層) となった。

<30cm深の深耕を実施する場合>

作土層と下層が混合されるため、20mg / 100gとなる。

したがって、

元々の作土層の含量より5mg / 100gが深耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

※深耕の前後で土壌を採取する場合、前後の差が原状回復分となる。

<30cm反転耕を実施する場合>

作土層と下層が逆転する。したがって、

元々の作土層の含量より10mg / 100gが反転耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

#### 2. ケイ酸カリの施用量の計算法

(例) 深耕の際の5mg / 100g分をケイ酸カリ施用で原状回復する。  
その際、以下の前提条件の基、計算を実施する。

<前提条件>

①土壌の比重を1とする。

②ケイ酸カリの施用深度は15cmとする。

↓

15cm深の10aの土壌重量は150tと試算できる。

<ケイ酸カリ施用量の計算>

したがって、

5mg / 100gは、7.5kg / 150t / 10aとなる。

したがって、

ケイ酸カリ (く溶性カリ : 20%) の施用量は、

$7.5\text{kg} \div 0.2 = \underline{37.5\text{kg} / 10\text{a}}$ となる。

### II ゼオライト

#### 1. 土壌中のCECの減少分の計算法

(例) 0～15cm : 20me / 100g (作土層)  
15～30cm : 18me / 100g (下層) となった。

<30cm深の深耕を実施する場合>

作土層と下層が混合されるため、19me / 100gとなる。

したがって、

元々の作土層の含量より1me / 100gが深耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

※深耕の前後で土壌を採取する場合、前後の差が原状回復分となる。

< 30 cm反転耕を実施する場合 >

作土層と下層が逆転する。

したがって、

元々の作土層の含量より  $2\text{ me} / 100\text{ g}$  が反転耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

## 2. ゼオライトの施用量の計算法

(例) 深耕の際の  $1\text{ me} / 100\text{ g}$  分をゼオライト (150me/100gと仮定) 施用で原状回復する。

その際、以下の前提条件の基、計算を実施する。

<前提条件>

①土壌の比重を1とする。

②ゼオライト (150me/100gと仮定) の施用深度は15 cmとする。

↓

15 cm深の10 aの土壌重量は150 tと試算できる。

<ゼオライト施用量の計算>

したがって、

$1\text{ me} / 100\text{ g}$  は、 $1,500,000\text{ me} / 150\text{ t} / 10\text{ a}$  となる。

したがって、

ゼオライト (150me/100gと仮定) の施用量は、

$1,500,000\text{ me} \div 150\text{ me} \div 10,000 = \underline{1.0\text{ t} / 10\text{ a}}$  となる。

## Ⅲ リン酸質肥料

### 1. 土壌中の可給態リン酸含量の減少分の計算法

(例) 0～15 cm :  $40\text{ mg} / 100\text{ g}$  (作土層)

15～30 cm :  $20\text{ mg} / 100\text{ g}$  (下層) となった。

< 30 cm深の深耕を実施する場合 >

作土層と下層が混合されるため、 $30\text{ mg} / 100\text{ g}$  となる。

したがって、

元々の作土層の含量より  $10\text{ mg} / 100\text{ g}$  が深耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

※深耕の前後で土壌を採取する場合、前後の差が原状回復分となる。

< 30 cm反転耕を実施する場合 >

作土層と下層が逆転する。

したがって、

元々の作土層の含量より  $20\text{ mg} / 100\text{ g}$  が反転耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

### 2. ようりんの施用量の計算法

(例) 深耕の際の  $10\text{ mg} / 100\text{ g}$  分をようりん施用で原状回復する。

その際、以下の前提条件の基、計算を実施する。

<前提条件>

①土壌の比重を1とする。

②ようりんの施用深度は15 cmとする。

↓

15 cm深の10 aの土壤重量は150 tと試算できる。

<ようりん施用量の計算>

したがって、

10 mg / 100 gは、15 kg / 150 t / 10 aとなる。

したがって、

ようりん（リン酸：20%）の施用量は、

$15 \text{ kg} \div 0.2 = \underline{75 \text{ kg} / 10 \text{ a}}$ となる。

#### IV 石灰質肥料（土壤の置換性石灰を基に計算する場合）

##### 1. 土壤中の置換性石灰の減少分の計算法

（例） 0～15 cm：260 mg / 100 g（作土層）

15～30 cm：200 mg / 100 g（下層） となった。

<30 cm深の深耕を実施する場合>

作土層と下層が混合されるため、230 mg / 100 gとなる。

したがって、

元々の作土層の含量より30 mg / 100 gが深耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

※深耕の前後で土壤を採取する場合、前後の差が原状回復分となる。

<30 cm反転耕を実施する場合>

作土層と下層が逆転する。

したがって、

元々の作土層の含量より60 mg / 100 gが反転耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

##### 2. 苦土石灰の施用量の計算法

（例） 深耕の際の30 mg / 100 g分を苦土石灰施用で原状回復する。

その際、以下の前提条件の基、計算を実施する。

<前提条件>

①土壤の比重を1とする。

②苦土石灰の施用深度は15 cmとする。

↓

15 cm深の10 aの土壤重量は150 tと試算できる。

<苦土石灰施用量の計算>

したがって、

30 mg / 100 gは、45 kg / 150 t（10 a）となる。

したがって、

苦土石灰（酸化カルシウム：32%）の施用量は、

$45 \text{ kg} \div 0.32 = \underline{140.6 \text{ kg} / 10 \text{ a}}$ となる。

#### V 石灰質肥料（土壤のpHを基に計算する場合）

土壤pHの矯正のための石灰施用量の算出には以下の2つの方法がある。

## 1. 緩衝曲線による方法

pH矯正に要する石灰資材の量は土壌により異なることから、実験室レベルで数段階の石灰資材を土壌に添加し、その後のpHを測定することで緩衝曲線を作成し、目標とするpHに必要な資材量を算定する。

実際に緩衝曲線を求めるには、専門の分析機関にお願いする必要がある。

## 2. アレニウス表による方法（簡易法）

アレニウス表（表1）を用い石灰資材量を簡易に求める方法で一般的に用いられている。ただ、緩衝曲線による方法に比べ精度が落ちる。

以下に、アレニウス表による方法での石灰資材施用量の計算法を記述する。

ただし、この方法を使用できるのは、

①除染前に作土と下層土を採取する場合には、反転耕。

②除染前後に作土を採取する場合には、深耕と反転耕。

となるので注意する。

表1 アレニウス表によるpH矯正用の炭カル施用量  
(矯正目標pH6.5に要する10a当たりkg、深さ10cm、仮比重1.0)

土性	腐植含量	4.0	4.2	4.4	4.6	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	6.0	6.2	6.4
砂壤土	含む	424	390	356	323	289	255	221	188	154	120	86	53	15
	富む	634	581	533	480	431	379	330	278	229	176	128	75	26
	頗る富む	986	908	829	750	671	593	514	435	356	278	199	120	41
壤土	含む	634	581	533	480	431	379	330	278	229	176	128	75	26
	富む	844	776	709	641	574	506	439	371	304	236	169	101	34
	頗る富む	1,268	1,166	1,065	964	863	761	660	559	458	356	255	154	53
植壤土	含む	844	776	709	641	574	506	439	371	304	236	169	101	34
	富む	1,054	971	885	803	716	634	548	465	379	296	210	128	41
	頗る富む	1,549	1,425	1,301	1,178	1,054	930	806	683	559	435	315	188	64
埴土	含む	1,054	971	885	803	716	634	548	465	379	296	210	128	41
	富む	1,268	1,166	1,065	964	863	761	660	559	458	356	255	154	53
	頗る富む	1,830	1,684	1,538	1,391	1,245	1,099	935	806	660	514	368	221	75
腐葉土		2,062	1,898	1,733	1,568	1,403	1,238	1,073	908	743	570	413	248	83

注) 消石灰使用の場合は0.74を乗じた量を施用する。

### (1) 除染前に作土と下層土を採取する場合

#### ア 土壌pHの低下分の計算法

(例) 0～15cm: 5.8 (作土層)

15～30cm: 5.0 (下層) となった。

<30cm反転耕を実施する場合>

作土層と下層が逆転する。

したがって、

pH5.0を5.8に回復する分が原状回復分となる。

#### イ 炭カルの施用量の計算法

(例) 炭カル施用で原状回復する。

その際、以下の前提条件の基、計算を実施する。

<前提条件>

①土性は埴壤土、腐植は含む、とする。

②土壌の比重を1とする。

③炭カルの施用深度は15cmとする。

<炭カル施用量の計算>

{(アレニウス表 p H5.0から p H6.5に矯正する炭カル量) - (アレニウス表 p H5.8から p H6.5に矯正する炭カル量)} × 施用深度 15 cm ÷ 10 cm  
 = (506 - 236) × 15 ÷ 10  
 = 405  
 したがって、  
 炭カルの施用量は、 405 kg / 10 a となる。

## (2) 除染(深耕)前後に作土を採取する場合

### ア 土壌 pH の低下分の計算法

(例) 除染前：5.8  
 除染後：5.4 となった。  
 したがって、  
 pH 5.4 を 5.8 に回復する分が原状回復分となる。

### イ 炭カルの施用量の計算法

(例) 炭カル施用で原状回復する。  
 その際、以下の前提条件の基、計算を実施する。

<前提条件>

- ①土性は埴壤土、腐植は含む、とする。
- ②土壌の比重を1とする。
- ③炭カルの施用深度は15 cmとする。

<炭カル施用量の計算>

{(アレニウス表 p H5.4から p H6.5に矯正する炭カル量) - (アレニウス表 p H5.8から p H6.5に矯正する炭カル量)} × 施用深度 15 cm ÷ 10 cm  
 = (371 - 236) × 15 ÷ 10  
 = 203  
 したがって、  
 炭カルの施用量は、 203 kg / 10 a となる。

## VI たい肥

たい肥の施用量は、土壌中の全炭素含量や腐植含量を基に計算する。

$\text{土壌全炭素含量 (\%)} = \text{土壌腐植含量 (\%)} \times 0.58$
--

土壌の分析値が腐植含量で示されている場合は、下記により全炭素含量に換算する。

また、施用するたい肥の全炭素含量のデータも入手する必要がある。

### 1. 土壌中の全炭素含量の減少分の計算法

(例) 0～15 cm：2.80% (作土層)  
 15～30 cm：1.54% (下層) となった。

< 30 cm 深の深耕を実施する場合 >

作土層と下層が混合されるため、2.17%となる。

したがって、

元々の作土層の含量より0.63%が深耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

< 30 cm 反転耕を実施する場合 >

作土層と下層が逆転する。

したがって、

元々の作土層の含量より1.26%が反転耕により減ずる。

この分が原状回復分となる。

## 2. たい肥の施用量の計算法

(例) 深耕の際の0.63%分をたい肥(全炭素:30%)施用で原状回復する。

その際、以下の前提条件の基、計算を実施する。

<前提条件>

① 土壌の比重を1とする。

② たい肥の施用深度は15 cmとする。

↓

15 cm 深の10 a の土壌重量は150 t と試算できる。

<たい肥施用量の計算>

0.63%は、 $945 \text{ kg} / 150 \text{ t}$  (10 a) となる。

したがって、

たい肥(全炭素:30%と仮定)の施用量は、

$945 \text{ kg} \div 0.3 = \underline{3,150 \text{ kg} / 10 \text{ a}}$  となる。

※ 除染に係る土壌診断経費(外部委託等含む)は、除染対策事業の対象となる。

## 2 樹園地

### (1) 樹皮の洗浄

#### ア 概要

粗皮が形成されにくい樹種など（もも、すもも、おうとう、うめ及びりんごやなし等の若木）では、高圧洗浄機を利用して樹皮を洗浄すると、樹皮に付着した放射性物質を約55%除去できる（図1）。

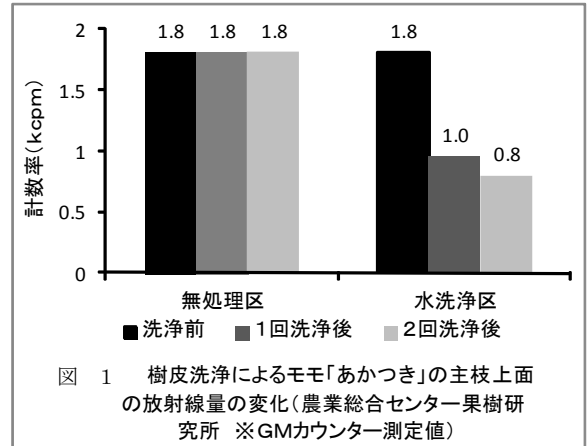


図1 樹皮洗浄によるモモ「あかつき」の主枝上面の放射線量の変化(農業総合センター果樹研究所 ※GMカウンター測定値)

#### イ 作業の手順

(ア) 粗皮が形成されにくい樹種など（もも、すもも、おうとう、うめ及びりんごやなし等の若木）で実施する。

(イ) 高圧洗浄機（図2）を用い洗浄する。洗浄は、主幹部や主枝の上面及び側面を中心に実施し、作業は主枝先端から基部、高い部位から低い部位の順序で行う。



図2 高圧洗浄機ともも水圧摘らい用の旋回ノズル（ハンドガンタイプ）

表1 樹皮の洗浄の条件と作業時間

処理本数	20本/10a
処理水圧	4~6MPa(40~60気圧)
処理水量	30~60リットル/1樹
作業時間	180~360分/10a(移動時間含む)
必要水量	600~1,200リットル/10a

注: 使用機械は高圧洗浄機(旋回ノズル)を用い、成木の主枝(2本)、亜主枝(4本:各主枝2本)の洗浄を行った場合。



作業着の準備

→

装備の点検

→

水圧の調整

図3 作業の準備



(ウ) スピードスプレーや装備の動噴を使用して洗浄することも可能であるが、高圧洗浄機に比べ水圧が弱い（1.5MPa※15気圧）ので洗浄時間および水量を2倍程度にすると一定の効果が得られる（樹皮汚染の低減率45%）。

#### ウ 作業上の留意点

- (ア) 作業時は、ちりやほこりの吸い込みや肌への付着等を防止するため、マスク、保護メガネ、雨合羽、ゴム手袋、長靴等を着用する。
- (イ) 作業後は、手足、顔等の露出部分を洗浄し、服を着替えるなどして屋内にちりやほこりを持ち込まないように注意する。
- (ウ) 高所作業や機械作業が伴うため、作業には十分注意し安全確保に留意する。また、洗浄水が通行人や近隣の家屋などに飛び散らないように配慮し実施する。
- (エ) 生育期間中は除去物質の葉や果実への飛散が懸念されるため、越冬害虫の耕種的防除と合わせ落葉期以降、休眠期間中に実施する。



## エ 関連資料【樹種別の高圧洗浄の方法】

### ももの樹皮洗浄の目安

対象樹 若木4年生～7年生 成木8年生～15年生 老木16年生以上

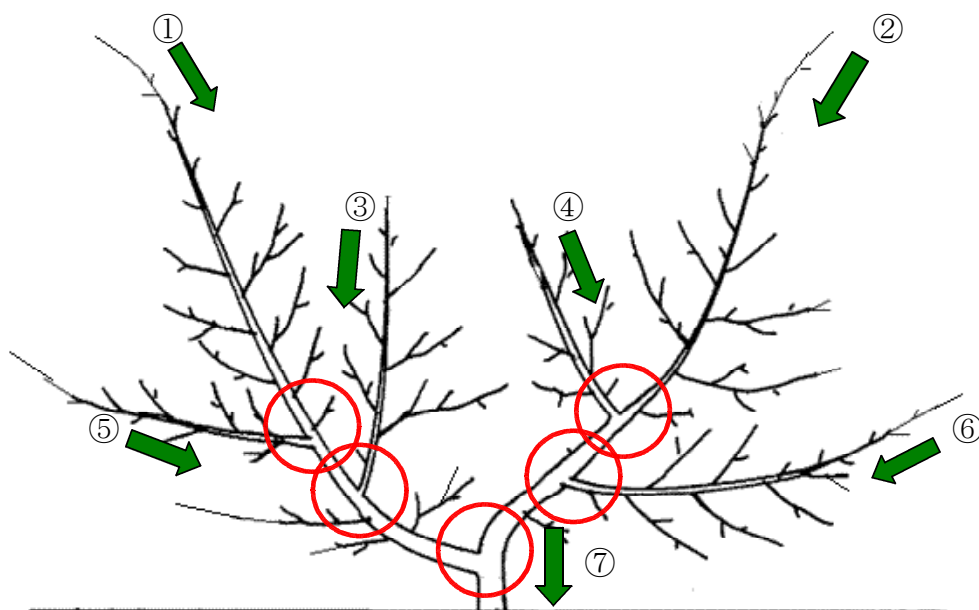
洗浄水圧 4～6MPa(40～60Kgf/cm<sup>2</sup>)

必要水量 30～60ℓ/1樹

作業時間 9分～18分/1樹

#### 留意事項

- 1 洗浄部位は直径5cm以上の太さの枝を対象にする。
- 2 洗浄の順序は、①～⑦のように枝先から基部方向へ、高い位置から低い位置へ洗浄し、最後に主幹部を洗浄する(下図)。
- 3 樹体の背面を重点的に洗浄し、腹面は軽く洗浄する。
- 4 枝幹の先端から基部方向へ向けて洗浄区間を約1mに刻み、区間ごとにノズルを縦方向に約3往復させて(2秒/1往復当り)洗浄する。
- 5 樹皮表面の枝の切除部位や樹皮荒れ部位、枝分岐部○は念入りに洗浄する(下図)。



もも樹体側面図



念入りに行う!

洗浄は枝の縦方向へ約3往復させる!

#### 注意事項

- 1 樹皮及び結果枝の花芽損傷を少なくするため洗浄水圧は4～6MPaを原則とする。
- 2 生きた樹皮の損傷を回避するため、ノズルを樹皮から約20cm離して噴射し、同一か所への集中噴射は避ける。
- 3 作業者の被曝防止と周辺への洗浄水の飛散に十分注意する。
- 4 脚立を使用する際は開脚防止チェーンを必ずかけ、特に高所での作業時は転倒などに十分注意する。

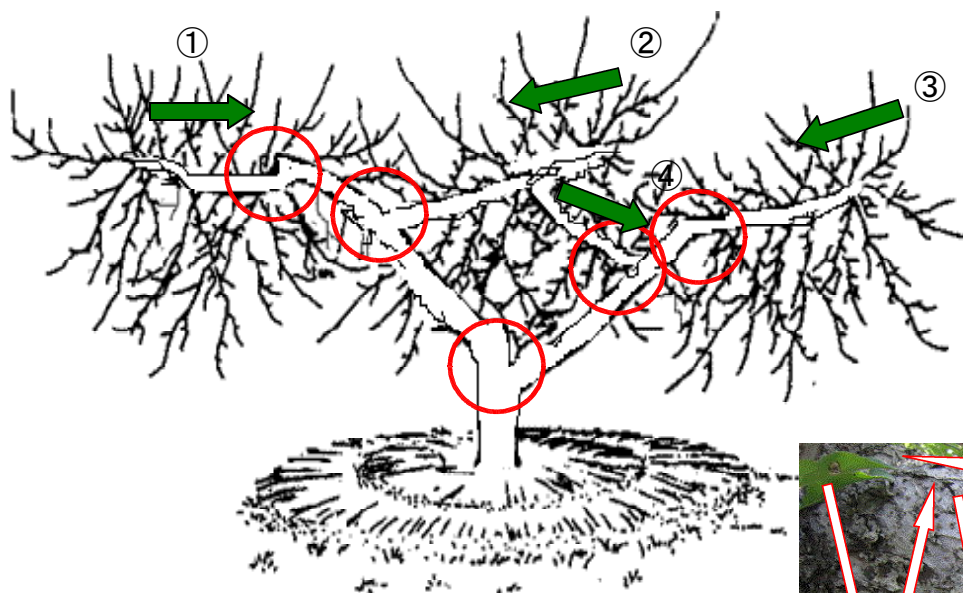


## りんごの樹皮洗浄並びに粗皮削りの目安

対象樹	若木(粗皮が形成されていない樹)、成木(粗皮が形成されている樹)
洗浄水圧	6~8MPa(60~80Kgf/cm <sup>2</sup> ) ※若木は6MPa、成木は8MPaで処理
必要水量	120~140ℓ/1樹
作業時間	25分~30分/1樹

### 留意事項

- 1 洗浄部位は直径5cm以上の太さの枝を対象にする。
- 2 洗浄の順序は、①~④のように高い位置から低い位置へ洗浄する(下図)。
- 3 枝幹の先端から基部方向へ向けて洗浄区間を約1mに刻み、区間ごとにノズルを円周方向に4往復させて洗浄(8秒/洗浄範囲1m当り)後、縦方向に1往復(2秒/洗浄範囲1m当り)仕上げの洗浄を行う。
- 4 主幹と主枝、主枝と垂主枝の分岐部○は念入りに洗浄する(下図)。また、樹皮表面にコケ類などが繁茂している場合はきれいに洗浄する。



りんご樹体側面図

洗浄は円周方向に往復。仕上げは縦方向に素早く1往復する。



### 注意事項

- 1 樹皮及び結果枝の損傷を最小限にするため、洗浄水圧は6~8MPaを原則とする。
- 2 生きた樹皮の損傷を回避するためノズルを樹皮から約20cm離して噴射し、同一か所への集中噴射は避ける。
- 3 粗皮等が飛び散りやすいため、作業者の被曝防止の徹底と洗浄水の周辺(宅地や道路等)への飛散に十分注意する。
- 4 脚立を使用する際は開脚防止チェーンを必ずかけ、特に高所での作業時は転倒などに十分注意する。

## なしの樹皮洗浄並びに粗皮削りの目安

対象樹 若木(粗皮が形成されていない樹)、成木(粗皮が形成されている樹)

洗浄水圧 6~10MPa(60~100Kgf/cm<sup>2</sup>)

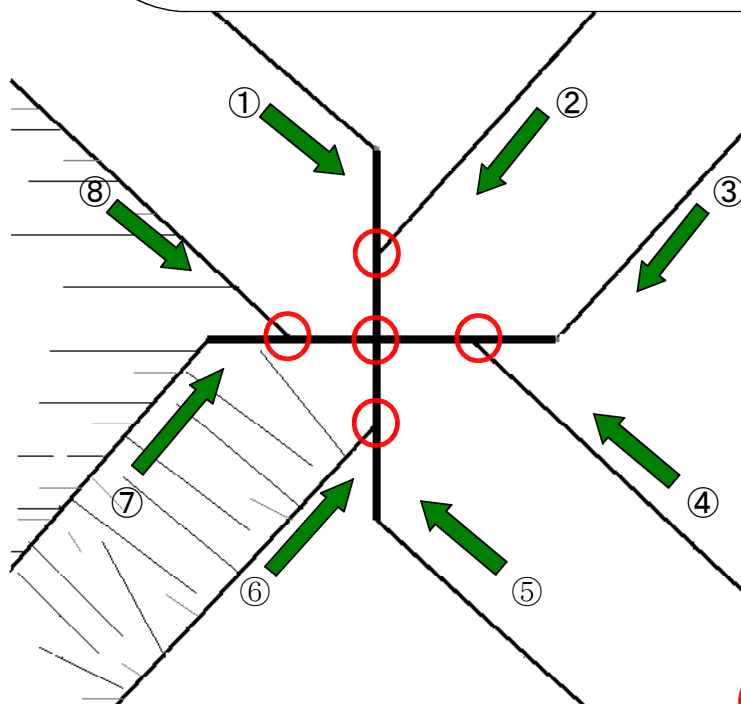
※若木は6MPaで処理、粗皮が形成されている成木は8~10MPaで処理

必要水量 120~190ℓ/1樹

作業時間 20分~30分/1樹

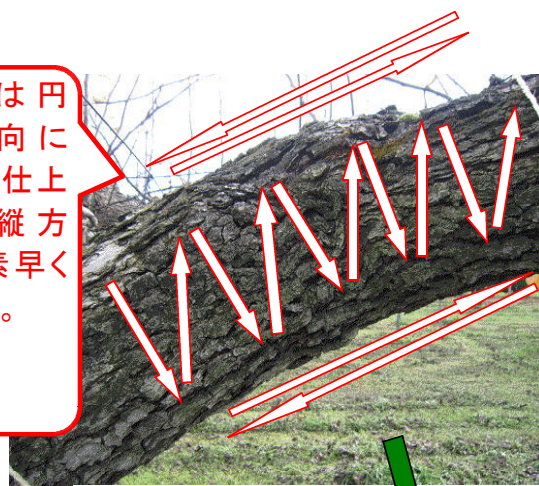
留意事項

- 1 洗浄部位は直径5cm以上の太さの枝を対象にする。
- 2 洗浄の順序は、①~⑧のように主枝先端から主幹部へ洗浄する(下図)。
- 3 枝幹の先端から基部方向へ向けて洗浄区間を約1mに刻み、区間ごとにノズルを円周方向に5往復させて洗浄(13秒/洗浄範囲1m当り)後、縦方向に2往復(5秒/洗浄範囲1m当り)仕上げの洗浄を行う。
- 4 主幹と主枝、主枝と亜主枝の分岐部○は念入りに洗浄する(下図)。また、樹皮表面にコケ類などが繁茂している場合はきれいに洗浄する。

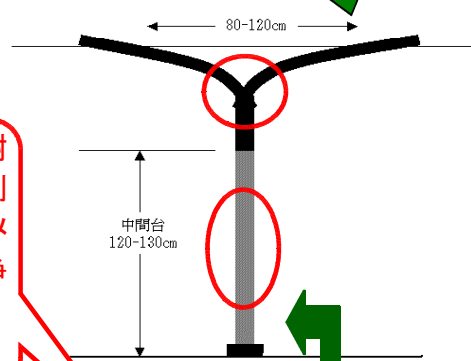


なし樹体平面図

洗浄は円周方向に往復。仕上げは縦方向に素早く2往復。

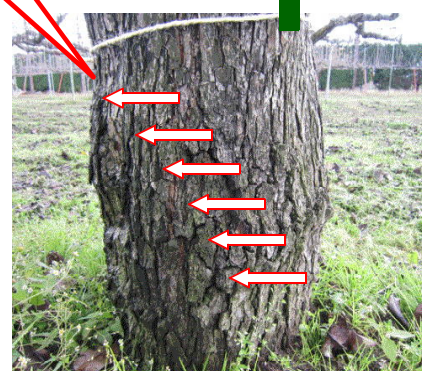


主幹部は樹皮表面を削り落とすイメージで洗浄する。



### 注意事項

- 1 樹皮及び結果枝の損傷を最小限にするため、洗浄水圧は6~10MPaを原則とする。
- 2 生きた樹皮の損傷を回避するため、ノズルを樹皮から約20cm離して噴射し、同一か所への集中噴射は避ける。
- 3 主幹部は主枝に比較して粗皮等が剥がれにくいいため、手作業の粗皮削りとあわせて処理すると効果が高い。
- 4 粗皮等が飛び散りやすいため、作業者の被曝防止の徹底と洗浄水の周辺(宅地や道路等)への飛散に十分注意する。



## かきの樹皮洗浄並びに粗皮削りの目安

対象樹 若木(粗皮が形成されていない樹)、成木(粗皮が形成されている樹)

洗浄水圧 6~10MPa(60~100Kgf/cm<sup>2</sup>)

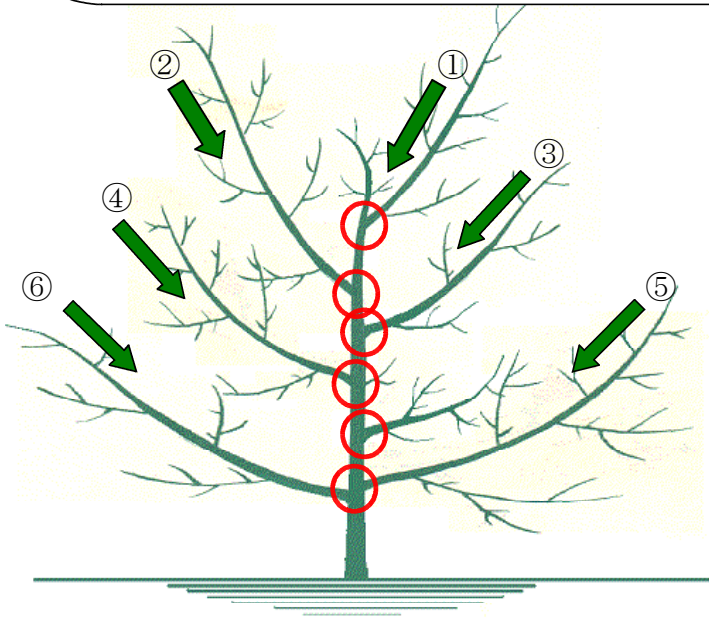
※若木は6MPaで処理、粗皮が形成されている成木は8~10MPaで処理

必要水量 100~120ℓ/1樹

作業時間 20分~30分/1樹

### 留意事項

- 1 洗浄部位は直径5cm以上の太さの枝を対象にする。
- 2 洗浄の順序は、①~⑥のように主枝先端から主幹部へ洗浄する(下図)。
- 3 枝幹の先端から基部方向へ向けて洗浄区間を約1mに刻み、区間ごとにノズルを先端から基部へ向けて一方向にゆっくり動かし(6秒/1m当り)、枝の太さに応じて反復する。
- 4 主幹と主枝、主枝と垂主枝の分岐部○は念入りに洗浄する(下図)。また、樹皮表面にコケ類などが繁茂している場合はきれいに洗浄する。



かき樹体側面図



作業は一方向にゆっくり丁寧に洗浄を行う。



### 注意事項

- 1 樹皮及び結果枝の損傷を最小限にするため、洗浄水圧は6~10MPaを原則とする。
- 2 生きた樹皮の損傷を回避するため、ノズルを樹皮から約20cm離して噴射し、同一か所への集中噴射は避ける。
- 3 粗皮等が剥がれやすく飛び散りやすいため、作業者の被曝防止の徹底と、周辺(宅地や道路等)への粗皮や洗浄水の飛散には十分注意する。
- 4 脚立を使用する際は開脚防止チェーンを必ずかけ、特に高所での作業時は転倒などに十分注意する。



## ぶどうの樹皮洗浄並びに粗皮削りの目安

対象樹 若木(粗皮が形成されていない樹)、成木(粗皮が形成されている樹)

洗浄水圧 8~10MPa(80~100Kgf/cm<sup>2</sup>)

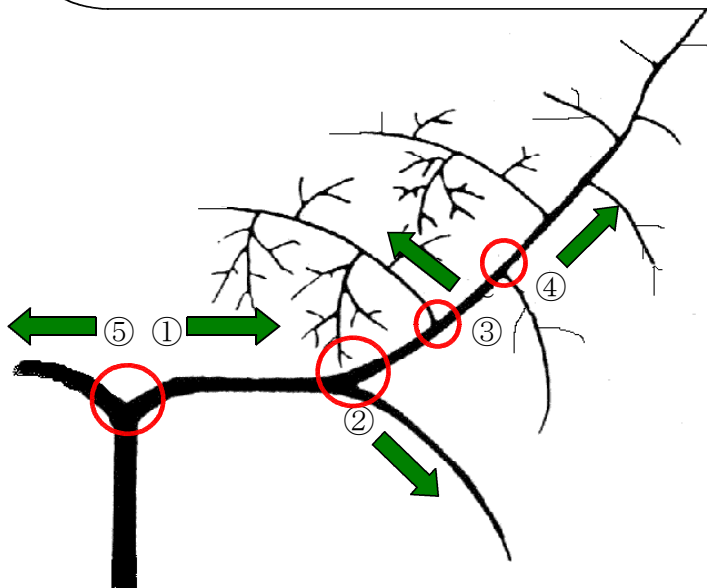
※若木は8MPaで処理、粗皮が形成されている成木は10MPaで処理

必要水量 400~500ℓ/1樹

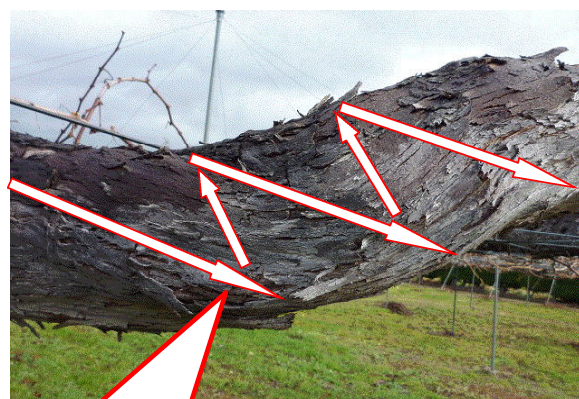
作業時間 75分~90分/1樹

### 留意事項

- 1 洗浄部位は直径5cm以上の太さの枝を対象にする。
- 2 洗浄の順序は、①~⑤のように基部から主枝先端へ洗浄する(下図)。
- 3 洗浄方法は、枝の基部から先端方向(主幹部は上部から基部に向かって)に斜め鋭角に噴口をあてがい(7秒/1.2m当り)、枝の太さに応じて往復する。
- 4 主幹と主枝、主枝と垂主枝の分岐部○は念入りに洗浄する(下図)。樹皮表面に多少粗皮が残った場合は、部分的に再洗浄するか手作業による粗皮剥ぎを行う。



ぶどう樹体側面図(長梢)

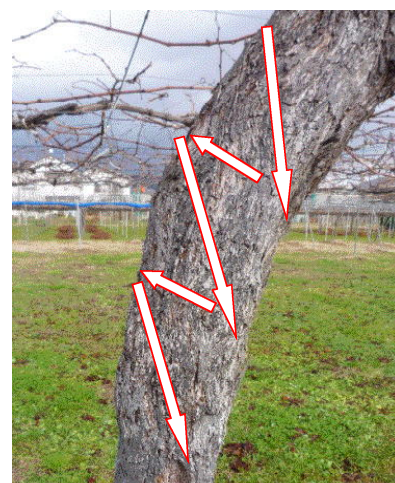


洗浄は先端方向の斜め鋭角に!

洗浄は上~下に、斜め鋭角に処理する。

### 注意事項

- 1 樹皮及び結果枝の損傷を最小限にするため、洗浄水圧は8~10MPaを原則とする。
- 2 結果母枝の周囲を洗浄する際は、噴口の向きに注意し、芽の損傷に注意する。
- 3 生きた樹皮の損傷を回避するため、ノズルを樹皮から約20cm離して噴射し、同一か所への集中噴射は避ける。
- 4 作業者の被曝防止の徹底と、周辺(宅地や道路等)への粗皮や洗浄水の飛散には十分注意する。



## うめの樹皮洗浄の目安

対象樹 若木4年生以上

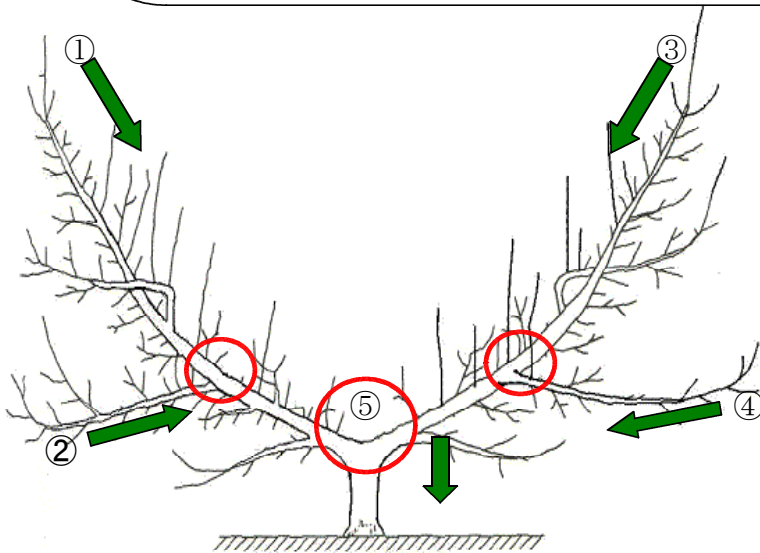
洗浄水圧 4～6MPa(40～60Kgf/cm<sup>2</sup>)

必要水量 40～50ℓ/1樹

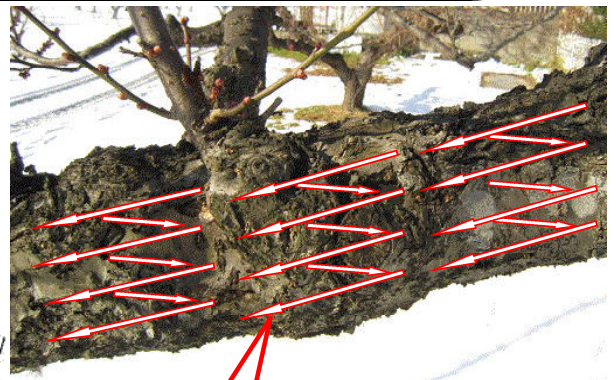
作業時間 7分～12分/1樹

### 留意事項

- 1 洗浄部位は直径5cm以上の太さの枝を対象にする。
- 2 洗浄の順序は、①～⑤のように枝先から基部方向へ、高い位置から低い位置へ洗浄し、最後に主幹部を洗浄する(下図)。
- 3 樹体の背面を重点的に洗浄し、特に樹皮表面の枯れ込み部位は念入りに洗浄し、腹面は軽く洗浄する。
- 4 細かい結果枝が多いため、枝幹の先端から基部方向へ向けて洗浄区間を30cm程度に細かく刻み、各区間ごとにノズルを縦方向に約4往復させて(3秒/4往復当り)小刻みな洗浄を行う。
- 5 樹皮表面の枝の切除部位や樹皮荒れ部位、枝分岐部○は念入りに洗浄する(下図)。



うめ樹体側面図



洗浄は左右小刻みに4往復。

枝の分岐部や枯れ込み部位、コケ類はきれいに洗浄!

### 注意事項

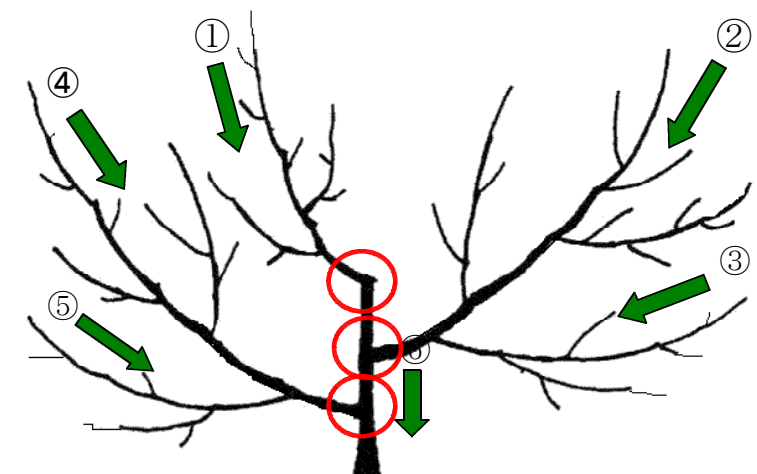
- 1 樹皮及び結果枝の花芽損傷を少なくするため洗浄水圧は4～6MPaを原則とする。
- 2 生きた樹皮の損傷を回避するため、ノズルを樹皮から約20cm離して噴射し、同一か所への集中噴射は避ける。
- 3 作業者の被曝防止と周辺への洗浄水の飛散に十分注意する。
- 4 脚立を使用する際は開脚防止チェーンを必ずかけ、特に高所での作業時は転倒などに十分注意する。



## おうとうの樹皮洗浄の目安

対象樹 若木4年生以上  
 洗浄水圧 4～6MPa(40～60Kgf/cm<sup>2</sup>)  
 必要水量 40～60ℓ/1樹  
 作業時間 10分～20分/1樹  
 留意事項

- 1 洗浄部位は直径5cm以上の太さの枝を対象にする。
- 2 洗浄の順序は、①～⑥のように枝先から基部方向へ、高い位置から低い位置へ洗浄し、最後に主幹部を洗浄する(下図)。
- 3 樹体の背面を重点的に洗浄し、結果枝等の基部は念入りに洗浄し、腹面は軽く洗浄する。
- 4 枝幹の先端から基部方向へ向けて洗浄区間を約1mに刻み、区間ごとにノズルを縦方向に約3往復させて(3秒/1往復当り)洗浄する。
- 5 樹皮表面の枝の切除部位や樹皮荒れ部位、枝分岐部○は念入りに洗浄する(下図)。



おうとう樹体側面図



洗浄は縦方向に約3往復行う。

枝の分岐部や切り口等は丁寧に洗浄!

### 注意事項

- 1 樹皮及び結果枝の花芽損傷を少なくするため洗浄水圧は4～6MPaを原則とする。
- 2 生きた樹皮の損傷を回避するため、ノズルを樹皮から約20cm離して噴射し、同一か所への集中噴射は避ける。
- 3 作業者の被曝防止と周辺への洗浄水の飛散に十分注意する。
- 4 脚立を使用する際は開脚防止チェーンを必ずかけ、特に高所での作業時は転倒などに十分注意する。



## (2) 粗皮削り・粗皮剥ぎ

### ア 概要

粗皮が形成され、これらを取り除くことが可能な形態をもつ果樹（ぶどう、なし、りんご、かき）で粗皮削りや粗皮剥ぎを実施すると、樹皮に付着した放射性物質を大幅に低減できる。ぶどう樹、なし樹で、それぞれ粗皮剥ぎ、粗皮削りを実施したところ、放射性物質による汚染程度は80～90%軽減した（図5，6）。

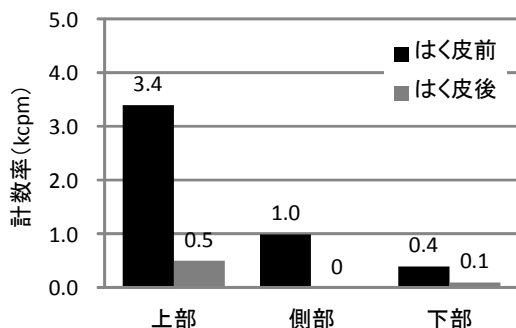


図5 ブドウ「あづましずく」の主枝の剥皮処理と放射線量  
(農業総合センター果樹研究所)  
※ GMカウンターで測定

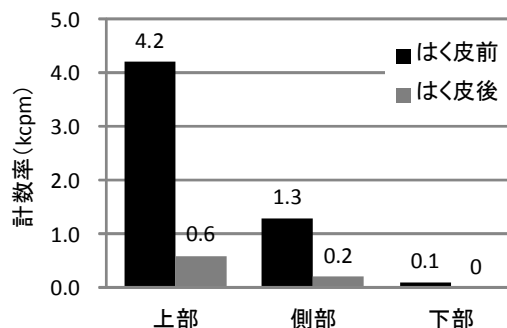


図6 ナシ「幸水」の主枝の剥皮処理と放射線量  
(農業総合センター果樹研究所)  
※ GMカウンターで測定

### イ 作業手順

- (ア) 粗皮が形成され、これらを取り除くことが可能な形態をもつ果樹（ぶどう、なし、りんご、かき）で実施する。
- (イ) 主幹部と主枝の上面及び側面を中心にぶどうは粗皮剥ぎや粗皮削り、なし、りんご、かきは粗皮削りを実施する。ぶどうの粗皮剥ぎは、古くなり枝幹部から剥がれてきた樹皮（粗皮）を引きはがす。ぶどう、なし、りんご、かきの粗皮削りは、専用の削り器具を使用して、かき落とすように古くなった樹皮（粗皮）を削る。
- (ウ) 粗皮削りは、生きた樹皮まで傷つけないよう粗皮の部分だけ削り落とすよう注意する。



図7 粗皮削り用器具



(粗皮削り前)



(粗皮削り後)

図8 なしの粗皮の状況



(粗皮削り前)



(粗皮削り後)

図9 ぶどうの粗皮の状況





図10 なしでの作業の様子



図11 ぶどうでの作業の様子

- (エ) 粗皮が形成され、これを取り除くことが可能な果樹では、高圧洗浄機により粗皮剥ぎ（洗浄も兼ねる）を行うことも可能である。方法は「樹皮の洗浄」に準じるが、水圧（旋回ノズル使用の場合）は8～10MPa程度を目安に高めに設定する。なお、この場合高水圧となるので、扱いには十分注意する。
- (オ) 高圧洗浄機を利用した樹皮剥ぎは、記載の処理水圧を目安に実施するが、樹皮の除去状況に合わせ水圧を調整して作業を進める。

## ウ 作業上の留意点

- (ア) 作業時の服装や作業後の注意点等については、「樹皮の洗浄」の「作業上の留意点」を参照する。
- (イ) 生育期間中は、放射性物質を含むちりやほこりの葉や果実への付着が懸念されるため、降雨後で樹体が濡れているときなど、できるだけちりやほこりが飛散しにくい時に実施する。
- (ウ) 剥いだ樹皮等が樹冠下に落下しても土壌中の放射性セシウム濃度が大幅に上昇することはないが、剥いだ樹皮を廃棄物として処分する場合は、処理前に樹冠下にシート等を敷いて集め、処分方法が明らかになるまで耕作していない農地や樹園地の一面等を利用し一時保管する。保管方法は、「除染のための整枝・せん定」の「留意点」に準じる。
- (エ) 高圧洗浄機で粗皮剥ぎを行う場合、粗皮剥ぎ時の水圧で粗皮が形成されていない若い枝幹部まで処理すると、生きた樹皮を傷つけるので注意する。
- (オ) 粗皮が形成されない樹種（ももなど）や粗皮が形成される樹種でも若木等では粗皮が形成されず、粗皮削りを行うことはできない。これらの除染は樹体の洗浄により除染する。

## (3) 改植

### ア 概要

樹体の洗浄や粗皮削り及び粗皮剥ぎを実施しても除染効果が十分得られなかった果樹園では改植を実施する。放射性物質が付着した樹体を除去するとともに、表土の削

り取りを同時に行えば高い除染効果が期待できる。

## イ 作業手順

- (ア) 改植は、品種構成や樹齢を考慮し計画的に進める（改植事業等を利用する場合は、県の振興計画に適合した品種を選定する）。
- (イ) 改植時に表土の削り取りを行うことで、効率的な表土の剥ぎ取りが可能である。
- (ウ) 改植時には、放射性セシウムに汚染された表土が下層土と混和することのないよう注意して作業を進める。作業の手順は以下のとおり。
  - ①樹を伐採し片付ける。
  - ②表土を最大5 cmほど除去する（耕耘していない果樹園では、放射性セシウムは土壌表面5 cm以内に大半が存在しているため）。
  - ③抜根する。
  - ④ロータリー耕を行い植え付けを行う。
- (エ) 地上部を伐採すると樹園地内に大型機械の進入が可能となることから、表土の剥ぎ取りは、例えばトラクタにパワーハロー等を取り付け、表面ほ場を浅く砕土した後、トラクタにリアブレード（排土板）などを付け替え、砕いた表土を削り取るなどの方法やソッドスライサーによる方法で実施する。
- (オ) 削り取った表土は、トラクタのフロントローダー等を用いて一箇所に集める。

## ウ 作業上の留意点

- (ア) 「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令」では、農業、林業又は漁業を営むためにやむを得ないものとして行われる廃棄物の焼却は野外焼却禁止の例外とされており、伐採樹の焼却もこれに該当すると考えられる。しかし、放射性物質が付着した伐採樹を野焼きすると、飛灰などとともに放射性物質の一部が周囲に拡散する可能性があるとともに、残った灰にも放射性物質が高濃度に濃縮されるおそれがあること等から、野焼きは控える。
- (イ) 解体した伐採樹等は、肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値（含まれることが許容される放射性セシウムの最大値が400Bq/kg）にかかわらずその伐採樹等が発生した当該ほ場に施用（還元施用）可能である。しかし、汚染程度が高いと判断される場合は、樹体への吸収の可能性（果実への影響）を考慮し、還元施用は行わず耕作していない農地や樹園地の一画等を利用して一時保管する。また、解体した伐採樹やこれを利用した堆肥等は、肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値（400Bq/kg）以下であることが確認できれば農地を選ばず投入が可能である。
- (ウ) 伐採樹を廃棄物として処分する場合は、焼却施設等での受け入れの可否の確認が必要となる。受け入れが困難な場合は、処分方法が明らかになるまで耕作していない農地や樹園地の一画等を利用して一時保管する。
- (エ) 一時保管する際は、伐採樹から放射性物質が飛散したり、水で地下に浸透しないよう注意する
- (オ) 剥いだ表土は、処分方法が明らかになるまで樹園地の一画等を利用して一時保管する。保管する際は、保管する土壌の周辺から水が地下に浸透しないよう、また、風雨で集めた土壌やちりやほこりが飛散しないよう注意する。なお、具体的な保管方法は、「除染土壌の保管に係るガイドライン（環境省）」を参照する。
- (カ) 集めた除去土壌にはできるだけ近づかない。

#### (4) 除染のための整枝・せん定

##### ア 概要

果実から放射性セシウムが検出された要因として、樹皮表面に付着しさらに樹体内部に取り込まれた放射性セシウムの影響があると考えられる。

このことから、整枝・せん定により放射性セシウムが付着している枝や樹体内部に存在している枝を切除することは、樹体から放射性セシウムを除去するために有効な手段といえる。

##### イ 作業手順

放射性セシウムが付着した枝を積極的に切除する。放射性セシウム除去のための整枝・せん定のポイントは、以下のとおりである。

##### (ア) も も

- ① 大型側枝は、間引きにより積極的に更新する。その際、ももは古くなった枝幹部から直接枝が発生しにくいので、間引きする場合は基から切らず基部の芽や小枝等を残して切除する(図12)。
- ② 樹勢が強い場合は間引きを、樹勢が弱い場合は切り戻しを積極的に行い、樹勢の活性化を促す。また、品種にもよるが長果枝等では先刈りを多めに実施し、結果枝の発出を促す。
- ③ 古くなった側枝は、間引きや切り戻しせん定により積極的に更新する(図12)。
- ④ 側枝は、年次が若い側枝でも長果枝を利用して、間引きや切り戻しにより積極的に更新する。

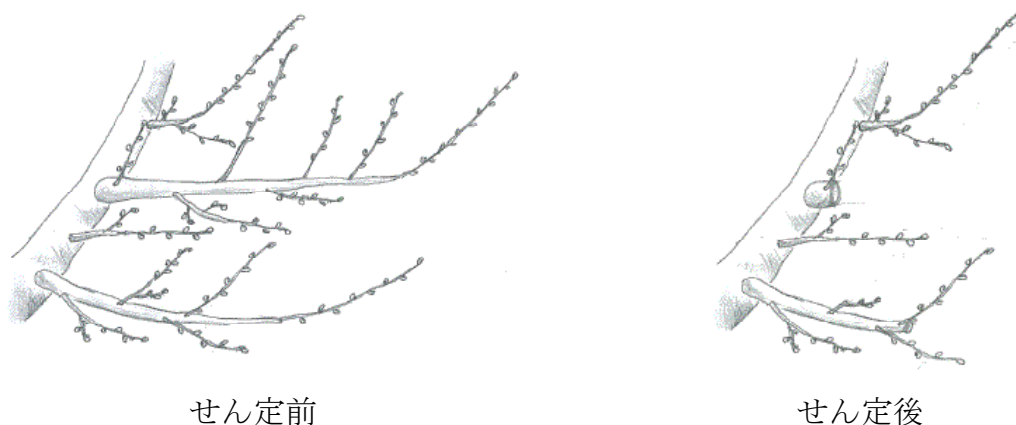
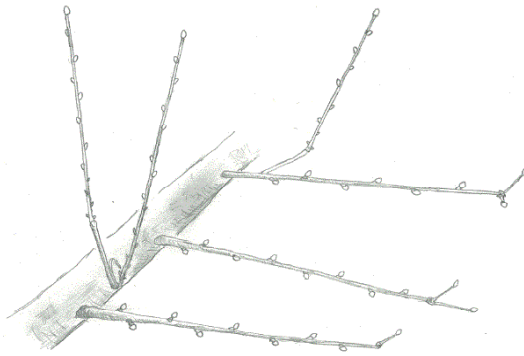


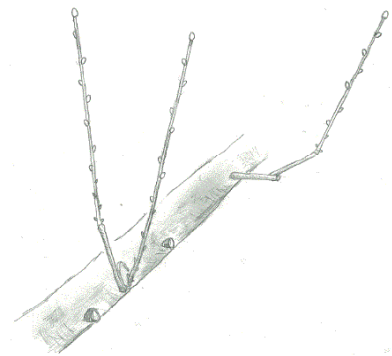
図12 ももの側枝のせん定

##### (イ) な し

- ① 大型化した側枝や短果枝利用の側枝は、長果枝を利用して積極的に更新する(図13)。
- ② 主枝(亜主枝)上に側枝が等間隔に確保されず、側枝密度に偏りがある場合でも、一樹当たりの側枝数が十分確保できる場合は、古い側枝を積極的に切除する。
- ③ 亜主枝形成後の主枝延長枝の除去の適期を経過した樹は、主枝延長枝を積極的に切除する。



せん定前

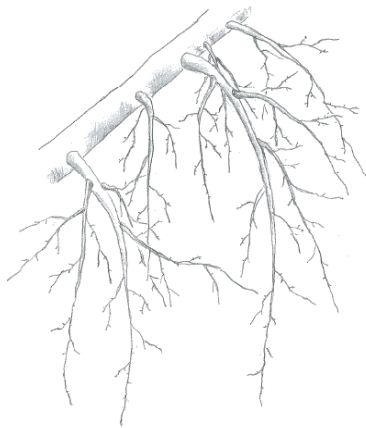


せん定後

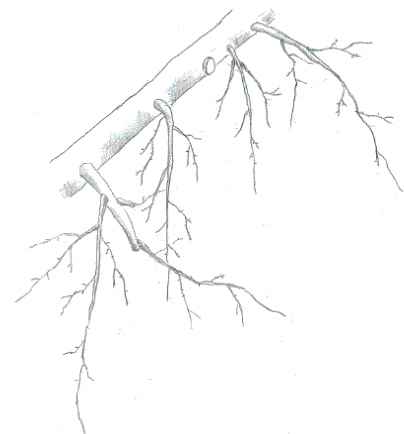
図13 なし側枝のせん定

(ウ) りんご

- ① 大型化した側枝は、主に間引きせん定により積極的に更新する (図14)。
- ② 古い側枝は、樹勢のバランスを崩さないようせん定量に注意しながら、主に間引きせん定により積極的に更新する (図14)。
- ③ 樹形形成期の開心形で、心抜き及び亜主枝形成後の主枝延長枝の除去の適期を経過した樹は、心枝及び主枝延長枝を切除する (図15, 16)。
- ④ 樹高が高い開心形樹では低樹高化を検討し、発生位置の高い主枝 (亜主枝) を除去し、低位置から発生した作業性の良い主枝 (亜主枝) 候補枝へ積極的に更新する (図17)。
- ⑤ わい化栽培で樹冠上部の側枝が大型化している場合は、積極的に間引きして、小型の側枝に更新する。
- ⑥ 樹高が高いわい化園では、樹冠上部の枝を除去し積極的に低樹高化を図る。樹高の切り下げは、樹勢のバランスを崩さないよう、せん定量に注意する。また、低樹高化にともなう樹幅の拡大の対策として縮・間伐を徹底する (図18)。



せん定前



せん定後

図14 りんごの側枝のせん定



心抜き前



心抜き後

図15 開心形りんご樹の心抜き

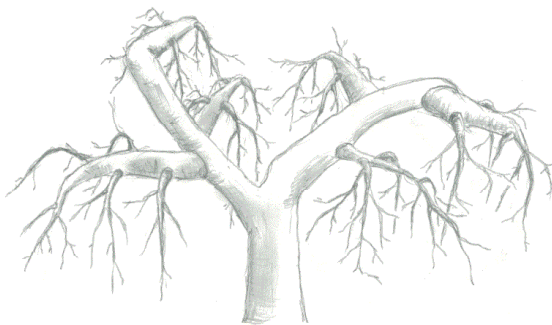


主枝延長枝除去前



主枝延長枝除去後

図16 開心形りんご樹の主枝延長枝の除去



せん定前



せん定後

図17 高い主枝の更新（低樹高化）



せん定前

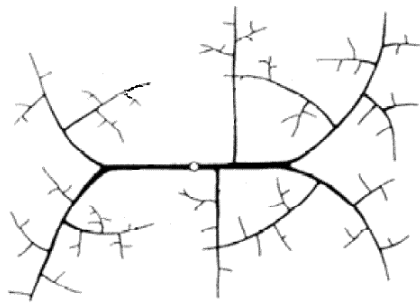


せん定後

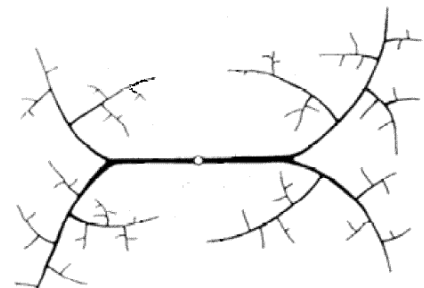
図18 わい化栽培りんご樹の上部の切り落とし

(エ) ぶどう

- ① 大型化した側枝は、計画的に追い出し処理等を行い積極的に更新する。すでに追い出し処理の途中段階にある枝は、早めに間引きする (図19)。
- ② 側枝の密度が高い部位は、積極的に間引きする。
- ③ 「巨峰」等の無核栽培では、側枝の切り戻しによる更新を積極的に行う。



せん定前



せん定後

図19 ぶどうの追い出し枝の除去

(オ) かき

- ① かきの樹体の放射性セシウム濃度は、年次の古い部位ほど高く、主枝や主幹で最も高い傾向があることから、骨格枝 (主枝・亜主枝) の間引きや主枝上の基部側枝を利用しての切り戻しを思い切って実施し、新たな骨格枝の形成を促す。
- ② 大型化した側枝は、間引きや側枝基部の枝への切り戻しにより積極的に更新する (図20)。
- ③ 樹高が高い樹は、積極的な樹高の切り下げにより樹冠上部の枝を除去し、低樹高化を図る。(図21)。
- ④ かきでは樹冠下部や内部の果実で放射性セシウム濃度が高い傾向が確認されたことから、これらの部位に位置する主幹や主枝基部側から直接発生した結果枝を切除

する。また、主枝上の基部寄りから発生した発生位置の低い大型側枝等を中心に積極的に間引きする。

- ⑤ 原発事故後に発生した枝は、新しい年次のものほど放射性セシウム濃度が大幅に低減している。更新しなかった側枝は切り戻さず、結果母枝を樹冠外周部寄りに多く配置し、以後、側枝基部からの間引きを中心に毎年計画的に更新する。

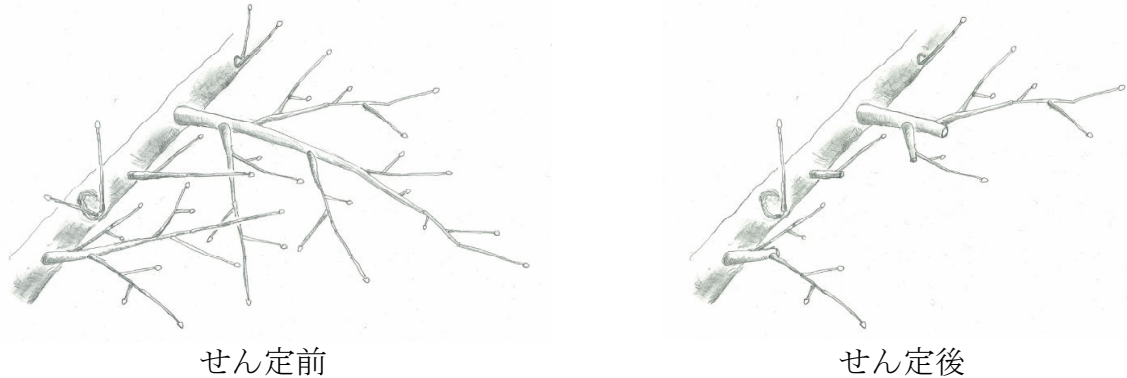


図20 かきの側枝のせん定



図21 かきの樹高の切り下げ（低樹高化）

#### (カ) おうとう

- ① 枝密度の高い部位は、古い側枝を中心に間引きせん定で積極的に切除する。
- ② 樹高が高い樹は、樹冠上部の枝を除去するため積極的に樹高を切り下げ、低樹高化を図る。樹高の切り下げは、樹勢のバランスを崩さないよう、せん定量に注意する。
- ③ 側枝先端の新梢生長が弱い場合は、積極的に切り戻しを行う。

#### (キ) すもも

- ① 大型化した側枝や古い側枝は、間引きを積極的に行い更新する。
- ② 樹勢が強い場合は間引きを、樹勢が弱い場合は切り戻しを積極的に行い、樹勢の活性化を促す。また、品種にもよるが長果枝等では先刈りを多めに実施し、結果枝の発出を促す。

#### (ク) う め

- ① 大型化した側枝や古い側枝は、間引きや切り戻しせん定により積極的に更新する。
- ② 主枝や亜主枝などの骨格枝が多い樹は、積極的に骨格枝単位の間引きを行う。
- ③ 長果枝は先刈りを行い、新梢の発出を促す。

(ケ) ブルーベリー

- ① ブルーベリーは、樹体洗浄や粗皮削りを行うことができないことから、シュートやサッカーを利用して、株を構成する枝を積極的に更新する。

ウ 作業上の留意点

- (ア)「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令」では、農業、林業又は漁業を営むためにやむを得ないものとして行われる廃棄物の焼却は野外焼却禁止の例外とされており、一般のせん定枝や伐採樹（一般廃棄物に該当）及び除染実施区域内において、除染により発生したせん定枝や樹皮のうち指定廃棄物以外のもの（特定一般廃棄物に該当）の焼却についても野外焼却禁止の例外規定が適用されると考えられる。

しかし、放射性物質を含むせん定枝等を野焼きすると、飛灰などとともに放射性物質の一部が周囲に拡散する可能性があり、残った灰にも放射性物質が高濃度に濃縮されるおそれがあることなどから、野焼きは控える。

【関連用語の解説】

- 一般廃棄物 : 産業廃棄物以外の廃棄物で、果樹のせん定枝や樹皮などは通常これに該当する。
- 特定一般廃棄物 : 除染等の措置に伴い生じた果樹のせん定枝や樹皮（汚染廃棄物対策地域内廃棄物や指定廃棄物を除く）など、事故由来の放射性物質によって汚染された又はおそれのある、環境省令で定められたもの。
- 指定廃棄物 : 放射性セシウムの濃度を測定した結果、8,000Bq/kgを超えるものは、申請により「指定廃棄物」となる。取扱いは特定廃棄物を参照。
- 特定廃棄物 : 「汚染廃棄物対策地域内廃棄物（警戒区域や計画的避難区域内等の廃棄物）」と「指定廃棄物」を合わせて「特定廃棄物」という。「特定廃棄物」は国が収集、運搬、保管及び処分を行うこととされ、何人もみだりに捨てたり焼却することはできない。違反者には罰則あり（「指定廃棄物関係ガイドライン（環境省）」より）。
- 除染実施区域 : 各市町村の除染実施計画に定められる区域。
- 汚染廃棄物対策地域 : 警戒区域や計画的避難区域内等の地域。

- (イ) せん定枝等を廃棄物として処分する場合は、焼却施設等での受け入れの可否について確認を行う必要がある。受け入れが困難な場合は、焼却施設等の受け入れ体制が整備されたり仮置き場が設置されるなど処分方法が明らかになるまでは、耕作していない農地や樹園地の一画等を利用し一時保管する。

- (ウ) 一般のせん定枝等（一般廃棄物）や除染対策により発生したせん定枝等（特定一般廃棄物）を一時保管する際は、集めたせん定枝等から放射性物質が飛散したり、水で地下に浸透しないよう注意する。

特に、除染等の措置に伴い生じたせん定枝等（特定一般廃棄物）は、「除染廃棄物関係ガイドライン（環境省）」により、適切に保管する。

- (エ) せん定枝等の一時保管場所として広い面積の確保が困難な場合は、粉碎し減容化するのが有効であるが、せん定枝を集めたりせん定枝粉碎机（チップパー）等の使用の際は、粉塵対策としてマスクや保護めがね、ゴム手袋、長靴、長袖等を着用する。また、せん定枝粉碎机（チップパー）の使用時は粉塵が周囲へ飛散しないよう十分注意する。

- (オ) せん定枝等は、肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値（含まれることが許容され



る放射性セシウムの最大値が400Bq/kg)にかかわらずそのせん定枝等が発生した当該ほ場に施用(還元施用)可能である。しかし、汚染程度が高いと判断される場合は、還元施用は行わず耕作していない農地や樹園地の一面等を利用して一時保管する。また、せん定枝やせん定枝を利用した堆肥等は、肥料・土壌改良資材・培土の暫定許容値(400Bq/kg)以下であることが確認できれば農地を選ばず投入が可能である。

## (5) 表土の削り取り

### ア 概要

耕耘していない果樹園の表土を5cm程度剥ぎ取ると、土壌中の放射性セシウム濃度を大幅に削減できる。

小型バックホー(排土板利用)やトラクタ(ロータリー利用)を利用した表土の削り取りでは、土壌中(深さ15cm)に含まれる放射性セシウム濃度が約75~85%低減した(表2)。

表2 果樹園土壌深さ15cmの放射性セシウムの低減率 (農業総合センター果樹研究所)

試験区	剥土前 (Bq/乾土kg)	剥土後 (Bq/乾土kg)	減少率 (%)
バックホー区 (排土板利用)	3447	787	77.2
トラクタ区 (ロータリー利用)	2818	376	86.7
無処理	2597	2597	-

注：土壌の放射線量はALOKA社 CAN-O SP-NAIを使用し、10月24日~26日に測定した。

また、草生栽培ではソッドスライサー装着トラクタで、樹間の表土を効率的に剥ぎ取りすることができる。この場合、ルートマットがしっかり形成されている園地で行う。なお、土が著しく乾燥している場合は、ルートマットが崩れるため、スライス作業は行わない。

### イ 作業手順

(ア) 小型バックホーの排土板を利用した表土の削り取り

バックホーの排土板を利用し、果樹園の表土を5cm程度削り取る(図22)。

(イ) トラクタのロータリーを利用した表土の剥ぎ取り

トラクタにロータリーを装着し、果樹園の土壌を浅く耕うん後、表土を5cm程度削り取る(図23)。

(ウ) ソッドスライサーを利用した表土の剥ぎ取り

ルートマットが形成されている草生栽培の園地で、小型トラクタに装着したソッドスライサーの切削の厚さを5cm程度に調節して、作業を行う。その後、トラクタのフロントローダーで剥ぎ取り、集土作業を行う。

(エ) 必要に応じて客土する。



図22 バックホー(排土板利用)



図23 トラクタ(ロータリー利用)



図23 トラクタ(ソッドスライサー利用)

## ウ 作業上の留意点

- (ア) 作業時は、ちりやほこりの吸い込みや肌への付着等を防止するためマスク、保護めがね、雨ガッパ、ゴム手袋、長靴等を着用する。
- (イ) バックホーやトラクタを果樹園内で操作する際は、他の作業人や枝や幹、果樹棚などに十分注意して作業を行う。
- (ウ) 剥いだ表土は、処分方法が明らかになるまで樹園地の一画等を利用し一時保管する。保管する際は、保管する土壌の周辺から水が地下に浸透しないよう、また、風雨で集めた土壌やちりやほこりが飛散しないよう注意する。なお、具体的な保管方法は、「除染土壌の保管に係るガイドライン（環境省）」を参照する。
- (エ) 集めた除去土壌にはできるだけ近づかない。

### 3 牧草地

牧草地土壌の放射性セシウム低減に最も効果的な「牧草の剥ぎ取り」又は「反転耕」を基本とする。

ただし、作土層や地域の実情に合わせた除染を行う。

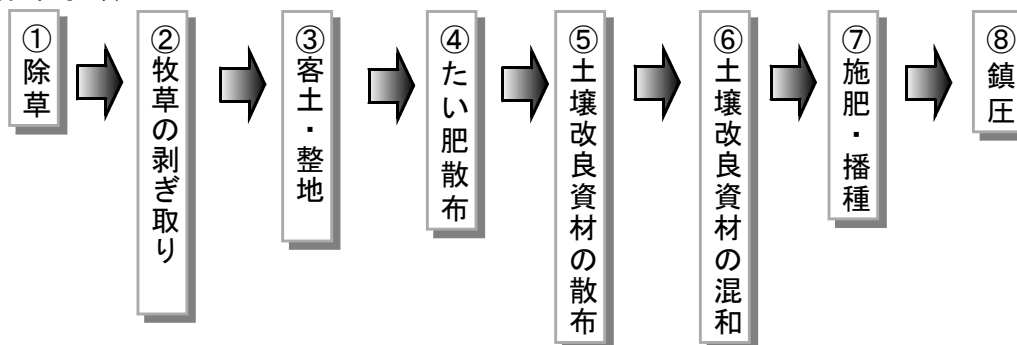


#### (1) 牧草の剥ぎ取りと、客土

##### ア 概要

牧草の剥ぎ取りは、剥ぎ取りした牧草や表土が一時保管可能な地域で実施する。牧草の剥ぎ取り方法は、牧草地の状況や利用可能な機械により選択する。

##### イ 作業手順



- ① 除草（牧草刈取(モア、レーキ、ベラー)又は除草剤散布\*(ブームスプレーヤー)
- ② 牧草の剥ぎ取り  
(グラウンドキーパー、ソッドスライサー、トップソイラー、バックホー又は、ブルドーザー 等)
- ③ 客土・整地（バックホー又は、ブルドーザー 等）  
(客土は必要に応じ実施する)
- ④ たい肥散布（マニユアスプレッダ）
- ⑤ 土壌改良資材の散布（ブロードキャスター又はライムソワー 石灰及びゼオライト等）
- ⑥ 土壌改良資材の混和（ディスクハロー 又はロータリー）
- ⑦ 施肥・播種（ブロードキャスター 肥料及び牧草種子）
- ⑧ 鎮圧（鎮圧ローラー）

※現在のところ、除染対策事業の財政措置の対象外

(ア) グランドキーパー（芝刈り用機械）による牧草の剥ぎ取り方法

（リター層を削り取る技術：農業総合センター畜産研究所）

- a グランドキーパー(刈高を低く設定)により、牧草表面の剥ぎ取り・除去を行う。
- b aの作業を数回繰り返し行う。
- c 剥ぎ取った牧草表層は、フレキシブルコンテナ等に詰めて一時保管する。

①リター層除去前

②リターの除去

③リター層除去後



(除去後← | →除去前)

(イ) ソッドスライサー（表層土の切り取り機械）による牧草の剥ぎ取り方法

（ルートマット層から上部を剥ぎ取る技術：農業総合センター企画経営部）

- a ソッドスライサーにより牧草のルートマット層を切り取る
- b フロントローダで剥ぎ取り、搬出する。
- c 剥ぎ取った牧草表層は、フレキシブルコンテナ等に詰めて一時保管する。

①牧草(表層3~5cm)を切り取り

②表土除去



写真右：フロントローダでの押し剥ぎ  
写真左：フロントローダでの引き剥ぎ

なお、牧草の剥ぎ取りは、草生栽培された樹園地や芝地等でも取組み可能

ウ 作業上の留意点

(ア) グランドキーパーによる方法

ほ場が乾燥した状態で実施すると、粉塵が巻き上がりやすいので、降雨後又は散水後に実施する。

(イ) ソッドスライサーによる方法

- a フロントローダによる剥ぎ取りについて、押し剥ぎでは想定より深く土を剥ぎ取る可能性があるため、土壌の状況に応じ押し剥ぎ又は引き剥ぎを選択する。
- b ルートマット層の発達した草地では作業がし易いが、そうでない草地では作業がし難い。

エ 効果（農業総合センター研究成果より）

いずれの方法でも放射性セシウムを低減する効果が高い。

(ア) グランドキーパーによるリター除去とロータリー耕を併せて実施した結果、表層土壌5cmの放射性セシウム濃度は56%減少し、牧草(ミレット)の放射性セシウム濃度は無処理区と比較して51%減少した（畜産研究所）。

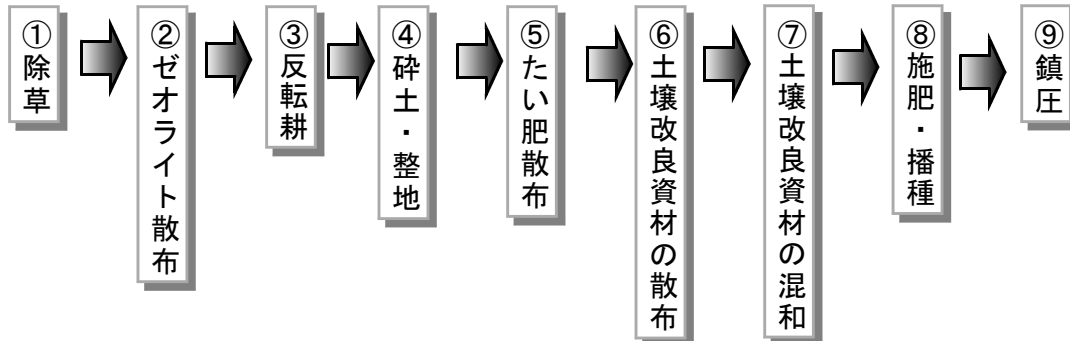
(イ) ソッドスライサーによる表層土剥ぎ取りを実施した結果、表層土壌15cmの放射性セシウム濃度は38%（樹園地、剥ぎ取り厚4.6±0.5cm）～90%（牧草地、剥ぎ取り厚5.9±0.6cm）減少した（企画経営部）。

## (2) 反転耕

### ア 概要

反転耕は、目標深度は30cmとし、20インチの深耕プラウ（ジョインター付き）や二段耕プラウ等を用いて行う。

### イ 作業手順



- ① 除草（牧草刈取（モア、レーキ、ベーター）又は除草剤散布\*（ブームスプレーヤー））
- ② ゼオライトの散布（ブロードキャスター又はライムソワー）
- ③ 反転耕（深耕プラウ）
- ④ 砕土・整地（ディスクハロー 又はロータリー）
- ⑤ たい肥散布（マニユアスプレッダ）
- ⑥ 土壌改良資材の散布（ブロードキャスター又はライムソワー 石灰及びゼオライト等）
- ⑦ 土壌改良資材の混和（ディスクハロー 又はロータリー）
- ⑧ 施肥・播種（ブロードキャスター 肥料及び牧草種子）
- ⑨ 鎮圧（鎮圧ローラー）

※現在のところ、除染対策事業の財政措置の対象外



プラウによる反転耕



ディスクハローによる砕土・整地作業

### ウ 作業上の留意点

- (ア) 反転耕は、ゆっくり丁寧に行い、放射性セシウムを含まない下層土壌を上層に反転させる。
- (イ) 下層土壌が痩せた土壌の場合、土壌改良資材の施用により地力向上対策が必要である。
- (ウ) 耕起深度内から水が出るような地下水位が高い草地においては、本技術の実施は控える。
- (エ) 高濃度に汚染された牧草地での実施はリスクが大きいため、牧草の剥ぎ取りの実施が望ましい。

## エ 効果（農業総合センター畜産研究所研究成果より）

（ア）反転耕の実施により、表層土壌5cmの放射性セシウム濃度は72～95%減少した。

（イ）除染後に播種した牧草（オーチャードグラス）の放射性セシウム濃度は、無処理区と比較して一番草で62～75%、二番草で48～82%減少した。

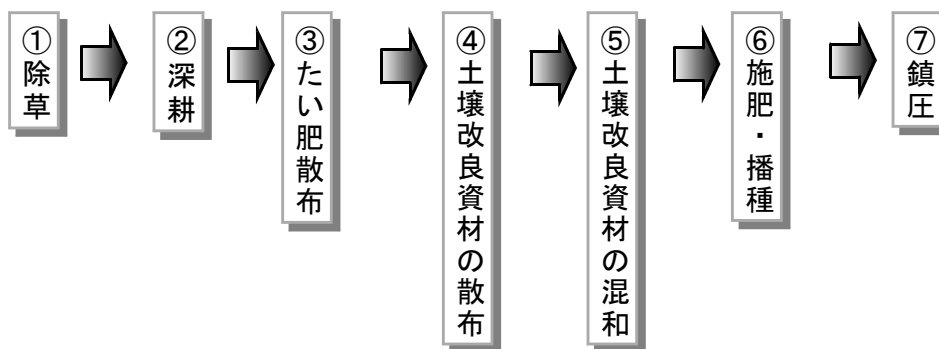
また、表層土壌の放射性セシウム濃度を低下させることにより、牧草をサイレージ・乾草調製する際に、土壌のまき込みによる調製草の放射性セシウム濃度上昇を抑制することが期待できる。

## （3）深耕

### ア 概要

深耕は、目標深度を30cmとし、深耕ロータリー等により行う。

### イ 作業手順



- ① 除草（牧草刈取（モア、レーキ、ベラー）又は除草剤散布※（ブームスプレーヤー））
- ② 深耕（深耕ロータリー等）
- ③ たい肥散布（マニユアスプレッダ）
- ④ 土壌改良資材の散布（ブロードキャスター又はライムソワー 石灰及びゼオライト等）
- ⑤ 土壌改良資材の混和（ディスクハロー 又はロータリー）
- ⑥ 施肥・播種（ブロードキャスター 肥料及び牧草種子）
- ⑦ 鎮圧（鎮圧ローラー）

※現在のところ、除染対策事業の財政措置の対象外

### ウ 作業上の留意点

（ア）深耕は、ゆっくり丁寧に行い、表層にある放射性セシウムを攪拌する。

（イ）耕起深度内から水が出るような地下水位が高い草地においては、本技術の実施は控える。

（ウ）高濃度に汚染された牧草地での実施はリスクが大きいため、牧草の剥ぎ取りの実施が望ましい。

## エ 効果（農業総合センター畜産研究所研究成果より）

（ア）深耕の実施により、表層土壌5cmの放射性セシウム濃度は57～74%減少した。

（イ）除染後に播種した牧草（オーチャードグラス）の放射性セシウム濃度は、無処理区と比較して一番草で62～75%、二番草で48～82%減少した。

また、表層土壌の放射性セシウム濃度を低下させることにより、牧草をサイレージ・乾草調製する際に、土壌のまき込みによる調製草の放射性セシウム濃度上昇を抑制することが期待できる。

## オ ストーンクラッシャーの活用

礫があり、作土層が浅いほ場において、ストーンクラッシャーの利用が可能な場合は、ストーンクラッシャーにより除染を実施する。

なお、除染対策事業における取扱いは以下のとおりとなる。

(ア) 深耕・反転耕により礫が出て除染を必要とする牧草地

深耕・反転耕を実施し、表面に出た礫を除れきするため、けん引式ストーンクラッシャーを使用する。

この場合、福島環境再生事務所との協議は不要である。

(イ) 礫の存在により深耕ロータリーや反転プラウ等による深耕・反転耕ができない牧草地  
自走式ストーンクラッシャー等による深耕を実施する。

ただし、使用に当たっては、ほ場の状況が分かる資料を用意し、福島環境再生事務所と個別に協議が必要となる。

※ (ア)(イ)の実施に当たっては、以上のような判断や手続きが必要となることから、事前に農林事務所に確認の上実施する。