

薬用作物の機械除草マニュアル

～カンゾウ、トウキ、センキュウ～



このマニュアルについて

薬用作物は登録除草剤がほとんど無いことから雑草防除は人力による防除を基本としています。そのため、生産者は過酷な手取り除草を強いられ、これが薬用作物の栽培面積の拡大の大きな制限要因となっています。そこで農林水産省委託プロジェクト研究「多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発」では、薬用作物の栽培面積を拡大するために除草作業時間の50%以上の削減と軽労化を目指して、機械除草を核とした雑草防除体系の開発に取り組みました。

この冊子は、本プロジェクト研究の終了にあたり、研究で得られた成果である機械除草に除草剤や手取り除草を組み入れた総合的防除体系を生産現場で取り組めるよう「薬用作物の機械除草マニュアル」としてとりまとめました。

本マニュアルを活用していただき、国内の薬用作物の栽培面積拡大に貢献できれば幸いです。

○マニュアル使用にあたって留意していただきたいこと。

本マニュアルは、農林水産省委託プロジェクト研究「収益力向上のための研究開発（課題名：多収阻害要因の診断法及び対策技術の開発）」で実施された研究成果によるものです。本マニュアルは発行日の時点の情報に基づいて作成しています。適宜、マニュアルとは別に最新の情報をご確認ください。また、本マニュアルは、「私的使用」または「引用」など著作権法上認められた場合を除き、無断で転載、複製、販売などの利用はできません。農研機構中央農業研究センターは、本マニュアルに掲載された情報をご利用になったことにより損害が生じても一切の責任を負いません。

本マニュアルに関するご指摘、訂正事項、お問合せなどありましたら、以下の連絡先までお知らせください。

プロジェクト参画機関（執筆担当者）

- ・ 農研機構中央農業研究センター（小荒井晃）
- ・ 農研機構北海道農業研究センター（根本英子）
- ・ （株）キュウホー（佐藤匡剛）
- ・ （株）ツムラ（櫻井美希）
- ・ 岩手県農業研究センター 県北農業研究所（小野直毅）
- ・ 医薬基盤・健康・栄養研究所 薬用植物資源研究センター（五十嵐元子）
- ・ 奈良県農業研究開発センター（大谷正孝）

問い合わせ先

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

中央農業研究センター 広報チーム

電話029-838-8481（代表）koho-carc@ml.affrc.go.jp

目次

第1章・・・機械除草の基本的な考え方	1
第2章・・・条間株間除草機の概要	3
第3章・・・除草機を用いた防除体系	
～カンゾウ～	10
～トウキ～	24
(粘性土壌地帯向け)	36
～センキュウ～	46
参考情報	57
参考文献	59

表紙写真

上：機械除草作業

左下：雑草防除後のトウキ栽培ほ場

右下：雑草防除後のセンキュウ栽培ほ場

第1章 機械除草の基本的な考え方

1. 機械除草の仕組み

除草機の除草効果は主に、土壌の移動に伴い雑草を根から引き抜く効果と、覆土をすることで雑草を埋没させる効果の組み合わせです。引き抜きによる除草効果は、土壌水分が高いと引き抜いた雑草が再生して除草効果が低減します（古池 1978）。埋没による除草効果は、雑草生育初期に効果が大きく、覆土厚が雑草の草高の1.5倍以上で除草効果が認められ、石田ら（1995）は雑草の草高が10mm前後、M. Louxら（2015）は25mm以下であれば除草できることを確認しています。両者の結果に差がありますが、これは使用した除草機や土壌条件、雑草の種類による違いと考えられます。

2. 機械除草の準備

苗の定植機は除草機の畝幅と合わせましょう。除草機が2条用の場合は、2条/4条の定植機を使用します。どうしても条数が合わないときは、掛け合わせ部分の畝幅に十分注意しないと除草機が欠株を作る原因になってしまいます。欠株を作ると、その部分に侵入した雑草が大型化して機械除草が困難になってしまいます。



図1 欠株部に侵入したキク科雑草（○の部分）

第2章 条間株間除草機の概要

1. 除草機の概要



図2 条間株間除草機

本マニュアルで使用した除草機（（株）キュウホー製）は、作物の生育ステージに合わせて株間除草用レーキの種類を変えながら株間除草を行います。株間除草用レーキは、土を移動させることで雑草を引き抜く効果があります。条間の除草は、条間用レーキまたはカルチベータで行います。株間用除草レーキは引き抜く作用の強さが異なるレーキを組み合わせて使用し、本文中では「レーキセット」と表現します。基本は1列目に土壌表面を割って柔らかくするレーキ、2、3列目に雑草を引き抜くレーキを組み合わせます。

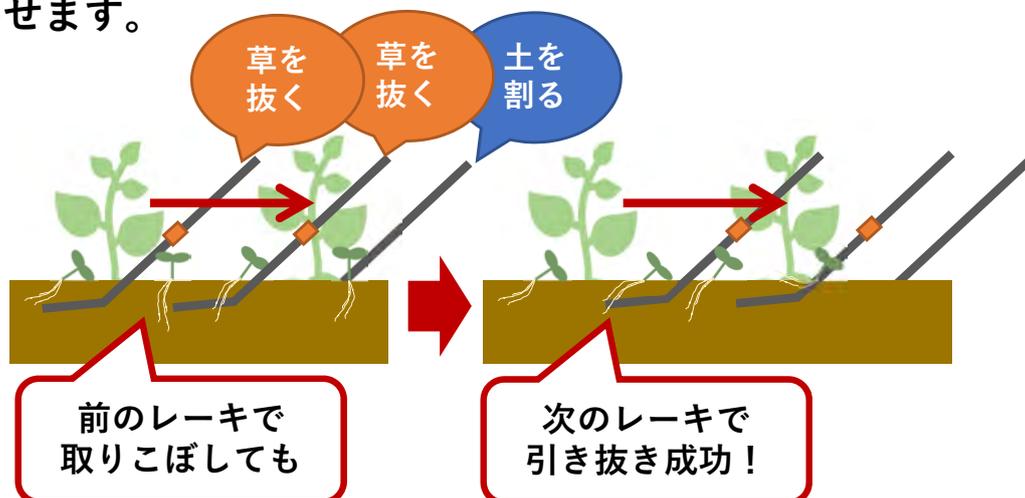
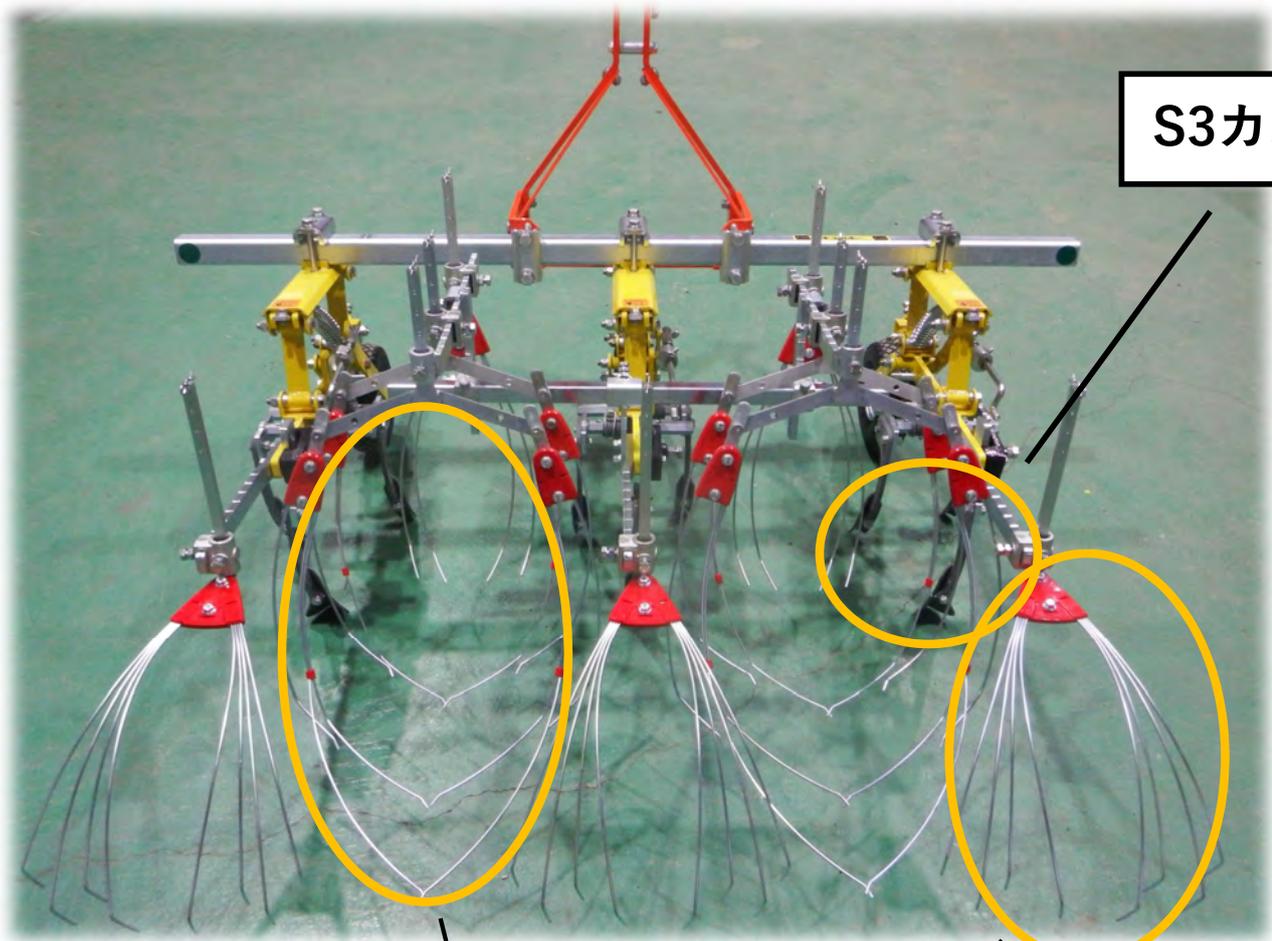


図3 レーキ式除草の原理

**碎土
クラッシャー**
カルチによりでたゴ
口土を碎きます。



S3カルチ



**株間除草用
レーキセットST**

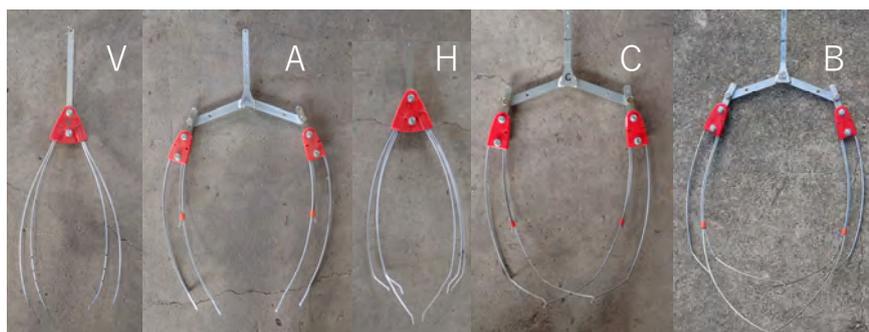
**条間除草用
ONレーキ**

図4 条間株間除草機の構成

2-1. 株間用除草レーキセットの選定

ポイント

- レーキは生育ステージに合わせて使い分けます。
- レーキは組み合わせて使用します。



レーキ名	V	A	H	C(CL)	B(BL)
作用	土の表面を割る			雑草を引き抜く	
適応ステージ					
生育初期	○	○	○	○	
中期		○		○	○
後期		○		○	○

図5 各種レーキの作用と適用ステージ

各レーキの引き抜く作用の強さは、 $A > V > B > C > H$ 順となります。本マニュアルでは、次のレーキセットを基本としています。

- レーキセットGE 生育初期：（トラクター側から）V+C+H
- レーキセットST 生育中期以降：（トラクター側から）A+C+B

レーキ名のアルファベットは（株）キュウホー製の株間除草用レーキの製品名。

10ページ以降の実証事例では上記のレーキセットを基本として、各実証地の土壌条件に併せたレーキセットを使用しています。

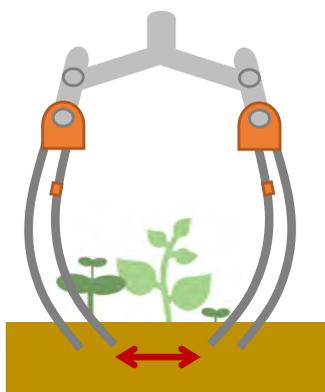
2-2. 株間用除草レーキセットの調整法

ポイント

- 作物の生育状況と除草対象の雑草の大きさから、レーキセットを選択します。
- C、Bレーキは、先端の交差幅を調整します。

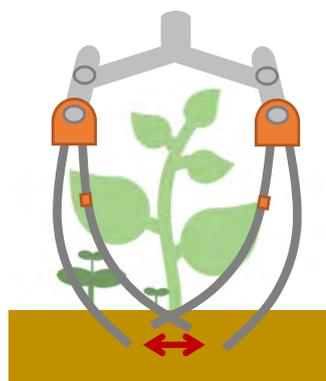


交差幅は必ずほ場で試運転をして様子を見ながら調整します。C、Bレーキはボルトを緩めて調整します。V、Hレーキはボルトでは調整できません。



作物の根元から離す

- 生育初期
- 欠株の防止



作物の根元に当てる

- 生育中・後期
- 株間除草



ポイント

- レーキ先端は土の中で広がります。
- レーキは作業速度が速いほど先端が大きく開くので株元の除草は低速で行います。



土中では先端が開く
(写真は深さ4~5cm)



竹串が抜ければ
レーキが接触し
たと判断

竹串を雑草に見立てレーキをかけ、レーキの接触程度から土中のレーキの開き具合を推測。

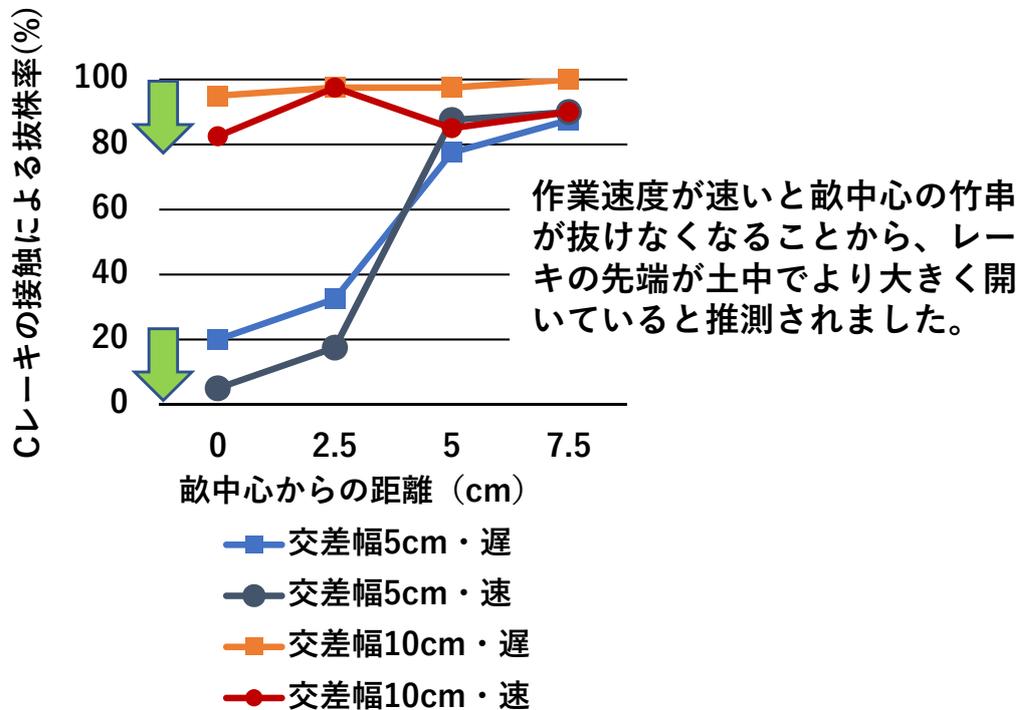


図6 実験より推測した畝中心からの距離別にみたレーキの開き具合
平均作業速度の目安は1m/s以下を「遅」、以上を「速」とします。

ポイント

- 雑草を引き抜く作用の強さは作業速度*によって変わります。*作業速度の目安は1m/s以下を「遅」、以上を「速」とします。

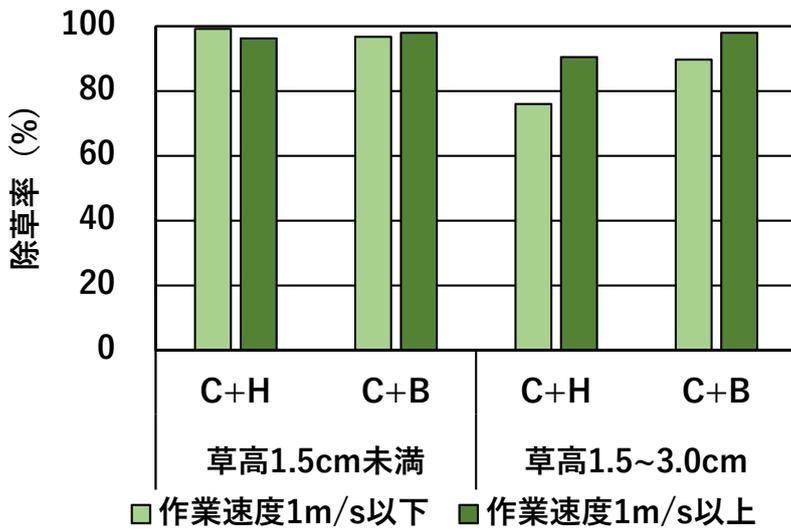


図7 作業速度別にみたノハラツメクサの除草率

引抜試験のためC+H、C+Bのみのレーキセットで除草した結果。
レーキセットについては、4ページを参照。

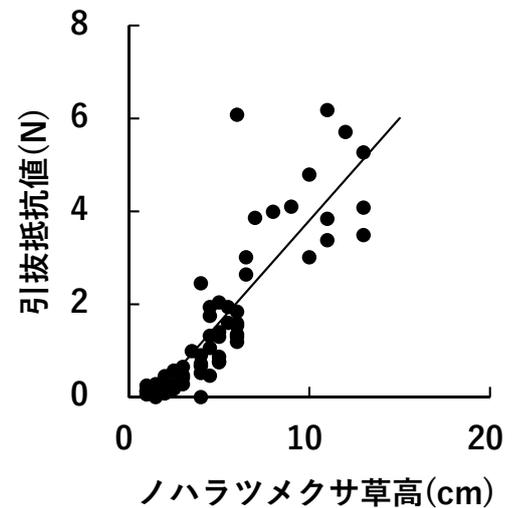


図8 ノハラツメクサの引抜抵抗値

ノハラツメクサ引抜抵抗値平均：1.5cm未満:0.13N、1.5~3.0cm:0.32N
※引抜抵抗値はフォースゲージを用いて計測し、引抜いたときの最大荷重である。

【図7の見方】雑草の草高1.5cm未満では作業速度を変えても除草率に大きな差はないが、草高1.5cm以上では同じレーキセットでは作業速度が速い方が除草率が高い傾向にありました。

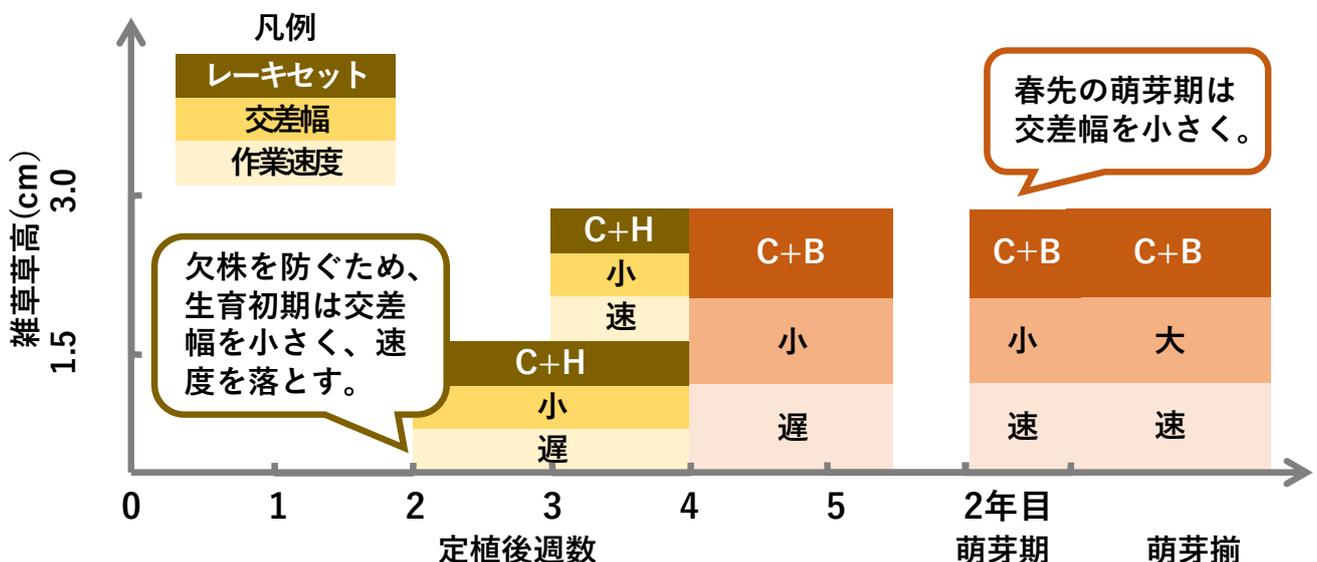


図9 レーキセット選択・調整のイメージ
レーキセットについては、4ページを参照。

3. 条間除草

- **トラクタ・乗用管理機・多目的田植機等に取り付けて使用する場合**

カルチベータと条間除草用レーキを使用します。

カルチベータと条間除草用レーキ（ONレーキ）を併用します。
レーキと併用することで除草効果が高まります。
レーキの幅を調整することで作物際まで除草することが可能。
大きな雑草でも除草可能。
粘性土壌でも適用可能。



図10 トラクタへの装着による除草作業

- 歩行型管理機に取り付けて使用する場合
条間除草用レーキのみ使用します。

条間除草用レーキ（ONレーキ）を使用

定期的に土を動かすことで雑草の発生・定着を抑制します。

大きな雑草（3 cm以上）は除草不可。

粘性土壌では適用不可。



図11 歩行型管理機への装着による除草作業

第3章

除草機を用いた防除体系 －カンゾウ－



1. **カンゾウの概要**
2. **効果的な機械除草のために**
 - (1) **カンゾウの定植**
 - (2) **カンゾウの損傷と苗の大きさとの関係**
 - (3) **除草機での除草作業頻度**
 - (4) **株間用除草レーキの選定**
3. **北海道におけるカンゾウ栽培の除草暦**
 - A. **除草剤を使用しない防除体系**
 - (1) **栽培1年目の機械除草**
 - (2) **栽培2年目以降の機械除草**
 - (3) **省力効果**
 - B. **除草剤を併用した防除体系**
 - (1) **栽培1年目の機械除草**
 - (2) **栽培2年目以降の機械除草**
 - (3) **省力効果**

1. カンゾウの概要



生薬「カンゾウ（甘草） GLYCYRRHIZAE RADIX」

- 基原植物はウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) またはスペインカンゾウ (*Glycyrrhiza glabra* Linne)
- 国内年間使用量約1,638トン(平成28年度)
- 甘草湯、四君子湯、連珠飲など、一般用漢方製剤294処方の内、214処方に配合
- 指標成分はグリチルリチン酸（第17改正日本薬局方規格2.0%以上）



基原植物「ウラルカンゾウ」

- マメ科
- 利用部位は根およびストロン（ほふく茎）
- 栽培期間は通常3年程度
- 繁殖は種子あるいはストロン

根本、2016a
薬用作物産地支援協議会、2018
山本ら、2019
薬用植物総合情報データベース

2. 効果的な機械除草のために (1) カンゾウの定植

ポイント

- 苗は真っ直ぐに深く植えます。

セル苗（実生）



図12 定植時のカンゾウのセル苗

苗：草丈5.5～13.0cm

- 葉が2～3枚埋まる程度に定植する

ストロン苗



図13 定植時のカンゾウのストロン苗

苗：長さ10cm程度

- ストロンが畝に対して平行になるよう定植する
- 覆土は3cm程度

(2) カンゾウの損傷と苗の大きさとの関係

ポイント

- 地下部が発達してくると引き抜かれにくくなります。
- 引き抜かれにくさは、苗の形状より定植からの日数によります。

カンゾウ（実生苗）定植後経時的に引抜抵抗値を測定

※引抜抵抗値はフォースゲージを用いて計測し、引抜いたときの最大荷重である。

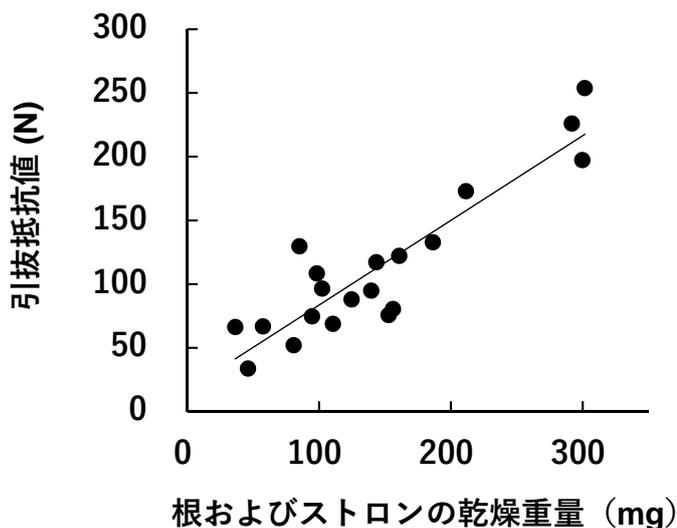


図14 カンゾウ引抜抵抗値と根およびストロンの乾燥重量の関係

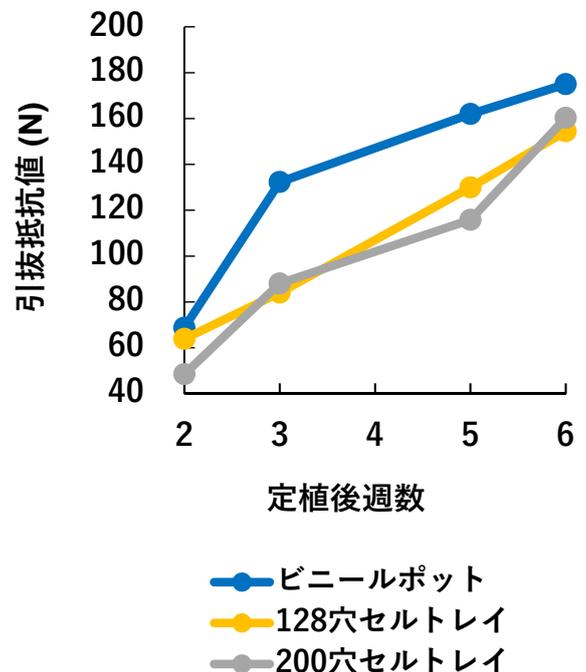


図15 定植後のカンゾウ引抜抵抗値の推移

五十嵐ら、2019

(3) 除草機での除草作業頻度

ポイント

- 週1回除草機で除草作業します。

除草機を週1回あるいは2回除草作業した時の除草効果を比較

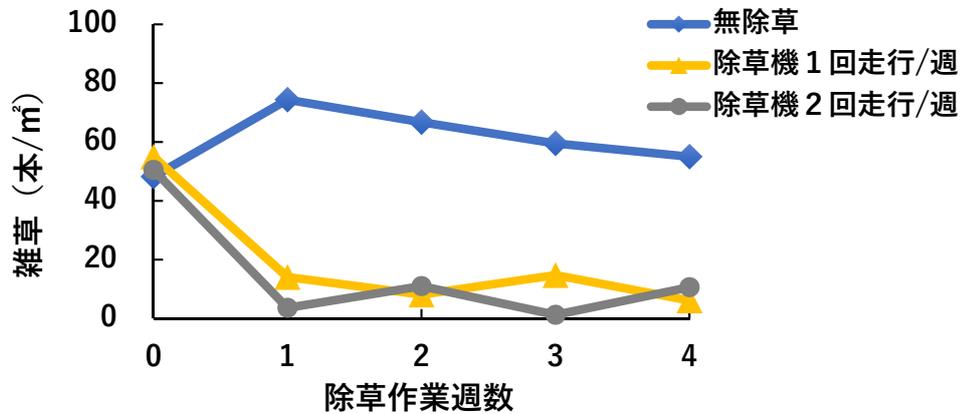


図16 異なる除草作業頻度が除草効果に及ぼす影響

五十嵐ら、2017

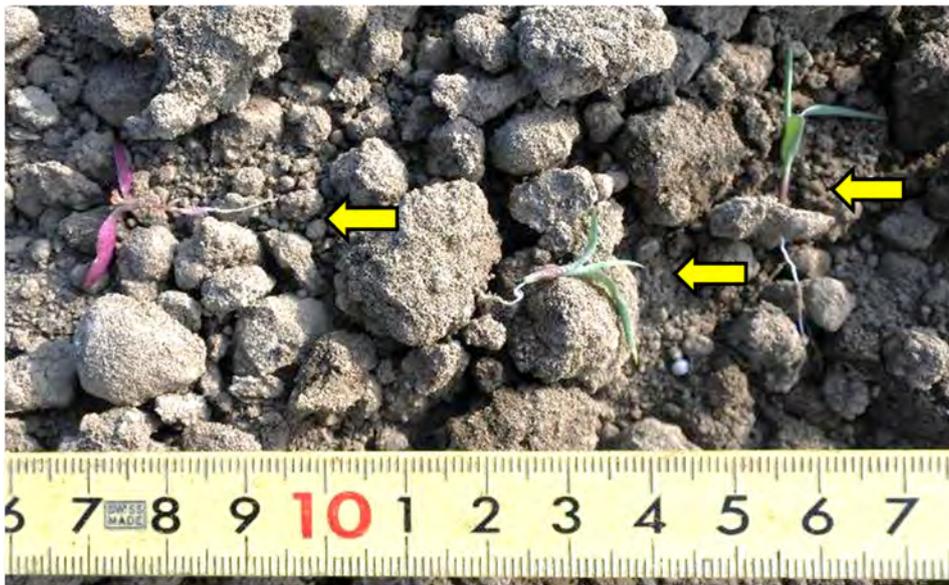


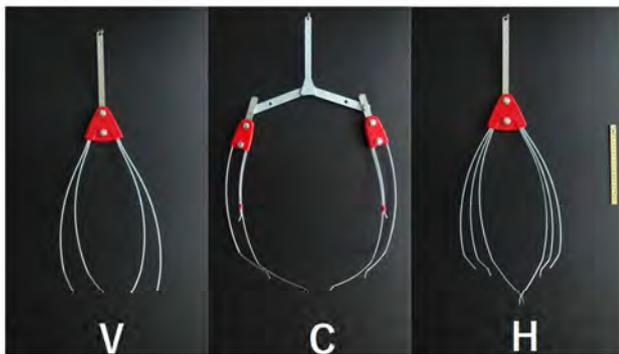
図17 除草機 1 回の除草作業により引き抜かれた
広葉雑草およびイネ科雑草

(4) 株間用除草レーキの選定

ポイント

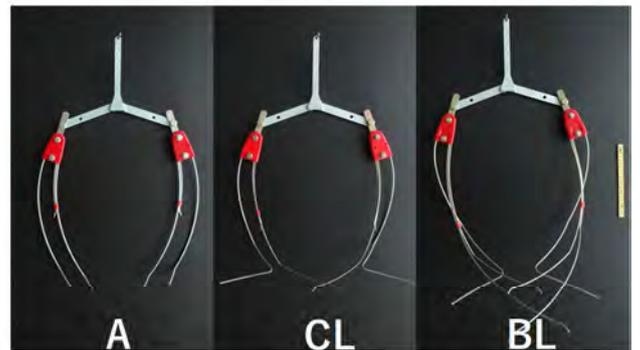
- 引き抜く作用の強さが異なるレーキセットを使い分けます。
- レーキセットGEは定植2週後頃から使用できます。
- レーキセットSTは定植4週後頃から使用できます。

レーキセットGE
(比較的軟らかく弱い力で作用)



前 中 後
装着位置

レーキセットST
(比較的硬く強い力で作用)



前 中 後
装着位置

カンゾウ定植後レーキセットGEあるいはSTを装着した除草機で除草作業

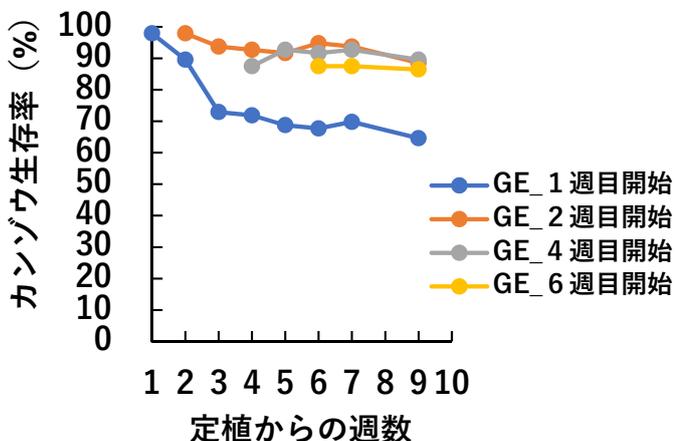


図18 レーキセットGEの使用開始時期がカンゾウ生存に与える影響

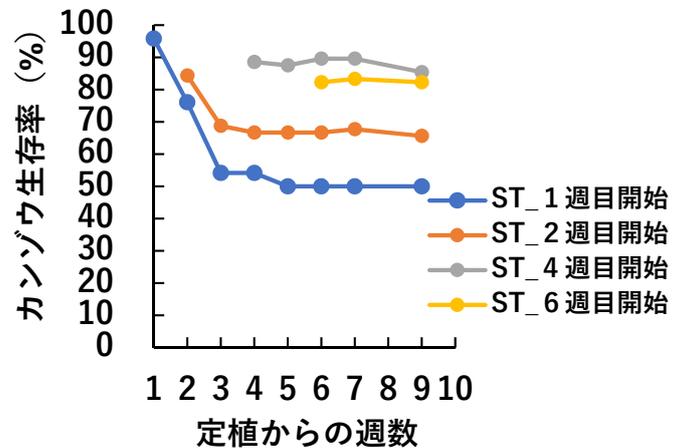
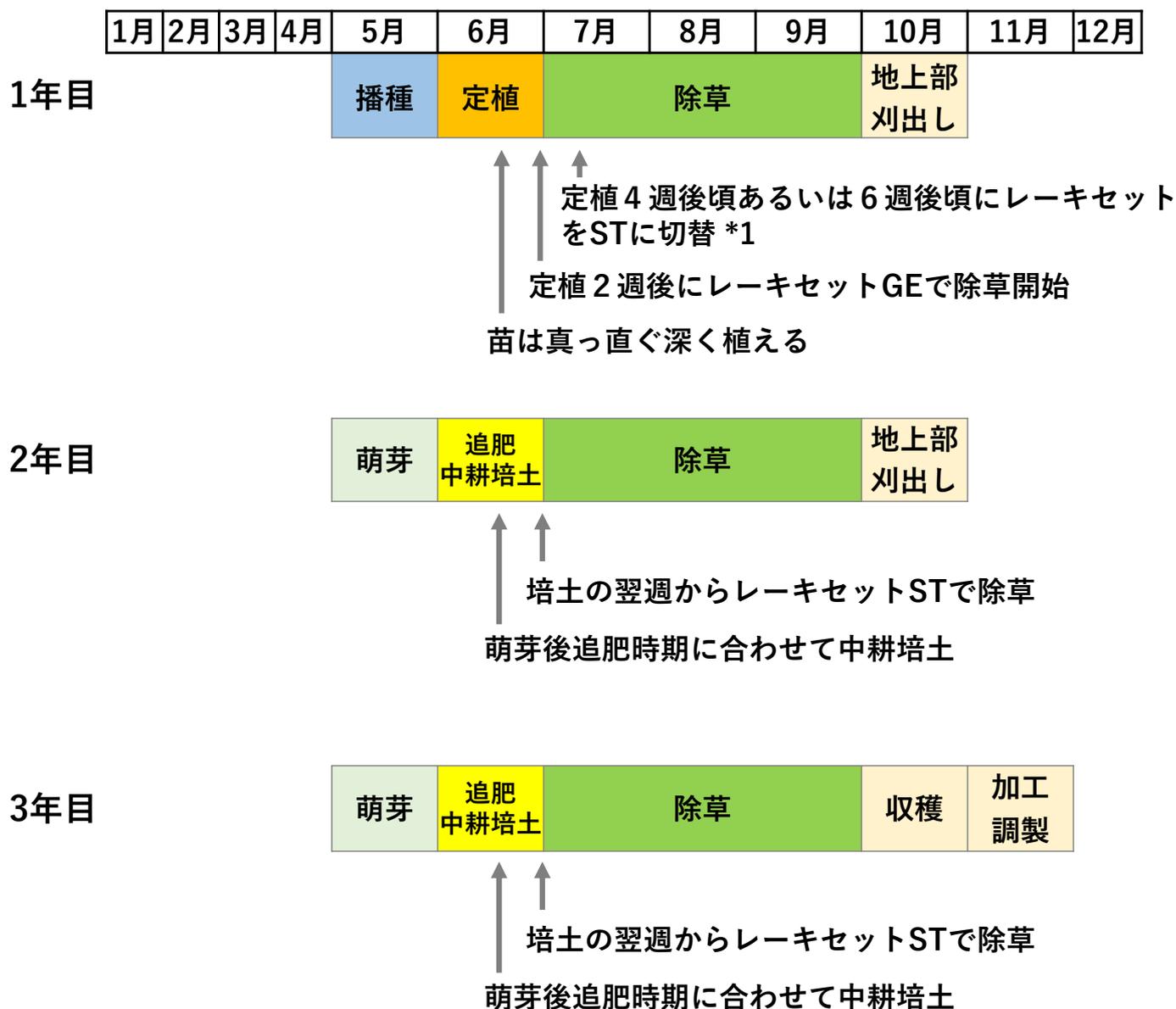


図19 レーキセットSTの使用開始時期がカンゾウ生存に与える影響

五十嵐ら、2018

3. 北海道におけるカンゾウ栽培の 除草暦

A. 除草剤を使用しない防除体系



レーキセットを選び除草機による除草作業を毎週行います

レーキセットGE：比較的軟らかく弱く作用する（生育初期の株間除草）

レーキセットST：比較的硬く強く作用する（生育中・後期の株間除草）

*1 レーキセットSTへの切替は、セル苗（実生）の場合は定植4週後頃、ストロン苗の場合は6週後頃の萌芽が揃った時期に行います

(1) 栽培1年目の機械除草

ポイント

- 定植2週後頃にレーキセットGEで除草を開始します。
- 定植4週後頃*にレーキセットSTに切り替えます。

*ストロン苗の場合は定植6週後頃にレーキセットSTに切り替えます。

カンゾウ実生苗の定植2週後に除草機による除草作業を開始。
レーキセットGEからSTへの切替時期を検討しました。

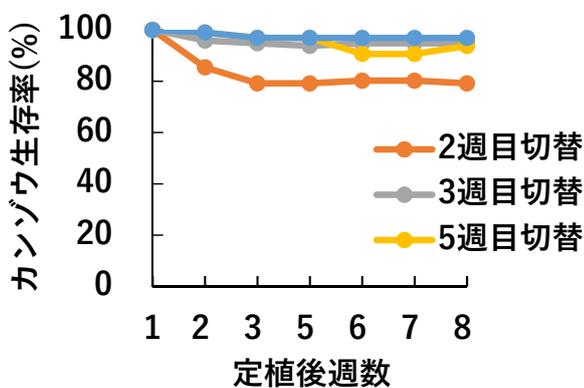


図20 レーキセット切替時期がカンゾウ生存率に与える影響

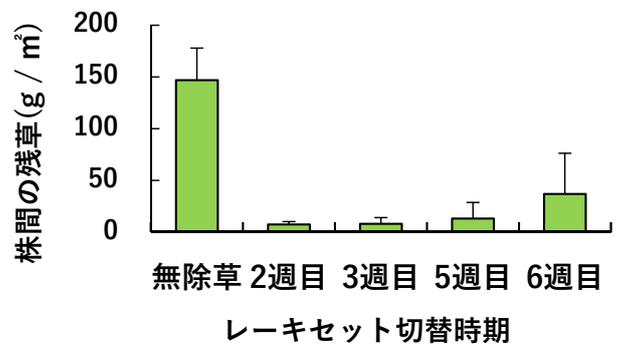


図21 レーキセット切替時期が株間の残草量に与える影響



図22 栽培1年目のカンゾウにおけるレーキセットSTでの除草

表1 レーキセット切替時期がカンゾウの収量および根のグリチルリチン酸含量に与える影響

レーキセット切替時期	根の乾燥重量 (g)	ストロンの乾燥重量 (g)	根のグリチルリチン酸含量 (%)
2週目	6.53 ± 3.04 b	2.47 ± 1.78 a	0.81 ± 0.06 a
3週目	9.52 ± 4.29 ab	1.27 ± 1.02 a	0.81 ± 0.16 a
5週目	10.81 ± 2.75 a	1.45 ± 1.46 a	0.79 ± 0.11 a
6週目	8.84 ± 1.62 ab	1.63 ± 0.70 a	0.85 ± 0.23 a

平均±標準偏差、異なるアルファベット間に有意差 (p<0.05)

(2) 栽培2年目以降の機械除草

ポイント

- 春先は機械除草の前にまず株間に中耕培土します。
- 培土翌週からレーキセットSTで除草します。

栽培2年目以降もレーキを用いた株間除草ができるようカンゾウ萌芽後に硬くしまった土壌を柔らかくします。



図23 株間に培土した生育2年目のカンゾウ



図24 栽培2年目におけるカンゾウのレーキセットSTでの除草

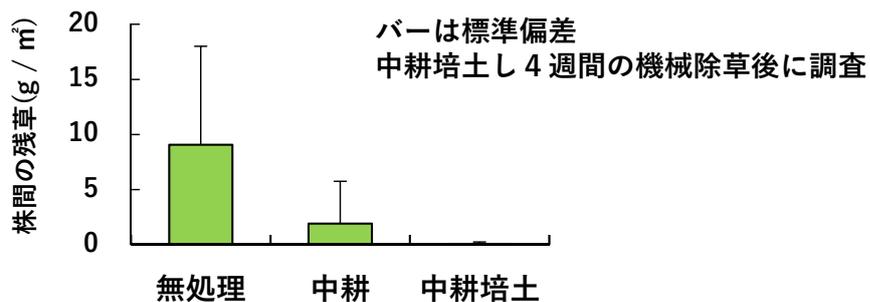


図25 越冬後の処理が株間の残草量に与える影響

表2 越冬後の処理がカンゾウの収量およびグリチルリチン酸含量に与える影響

越冬後の処理	根の乾燥重量 (g)	ストロンの乾燥重量 (g)	根のグリチルリチン酸含量 (%)
無処理	15.95 ± 3.64	8.60 ± 4.91	0.86 ± 0.17
中耕	14.92 ± 6.39	6.95 ± 5.16	0.74 ± 0.11
中耕培土	16.77 ± 4.34	8.53 ± 4.32	0.87 ± 0.11

平均 ± 標準偏差、処理間に有意差なし。

(3) 省力効果

ポイント

- 除草機による除草作業をこまめに実施することで除草作業にかかる時間を約85%削減できます。

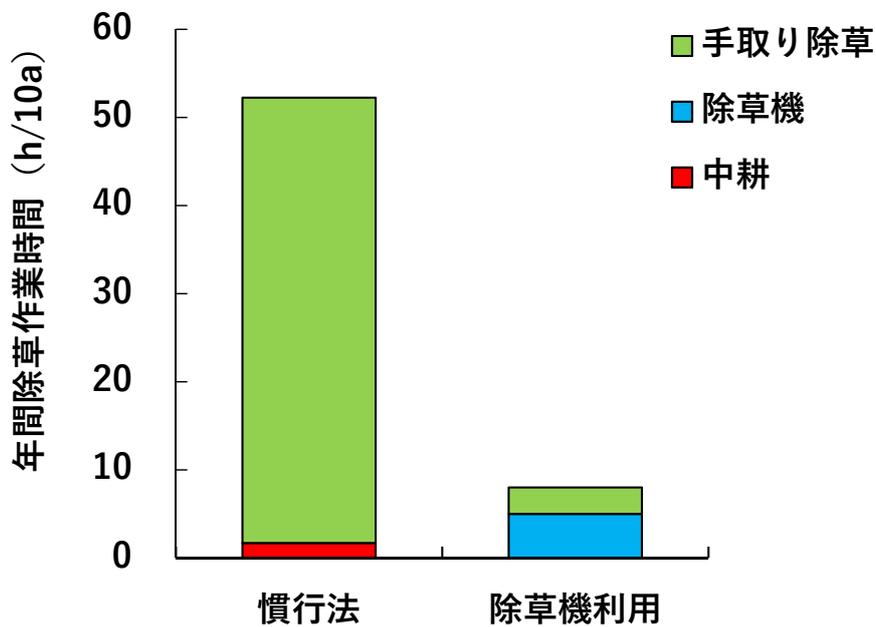


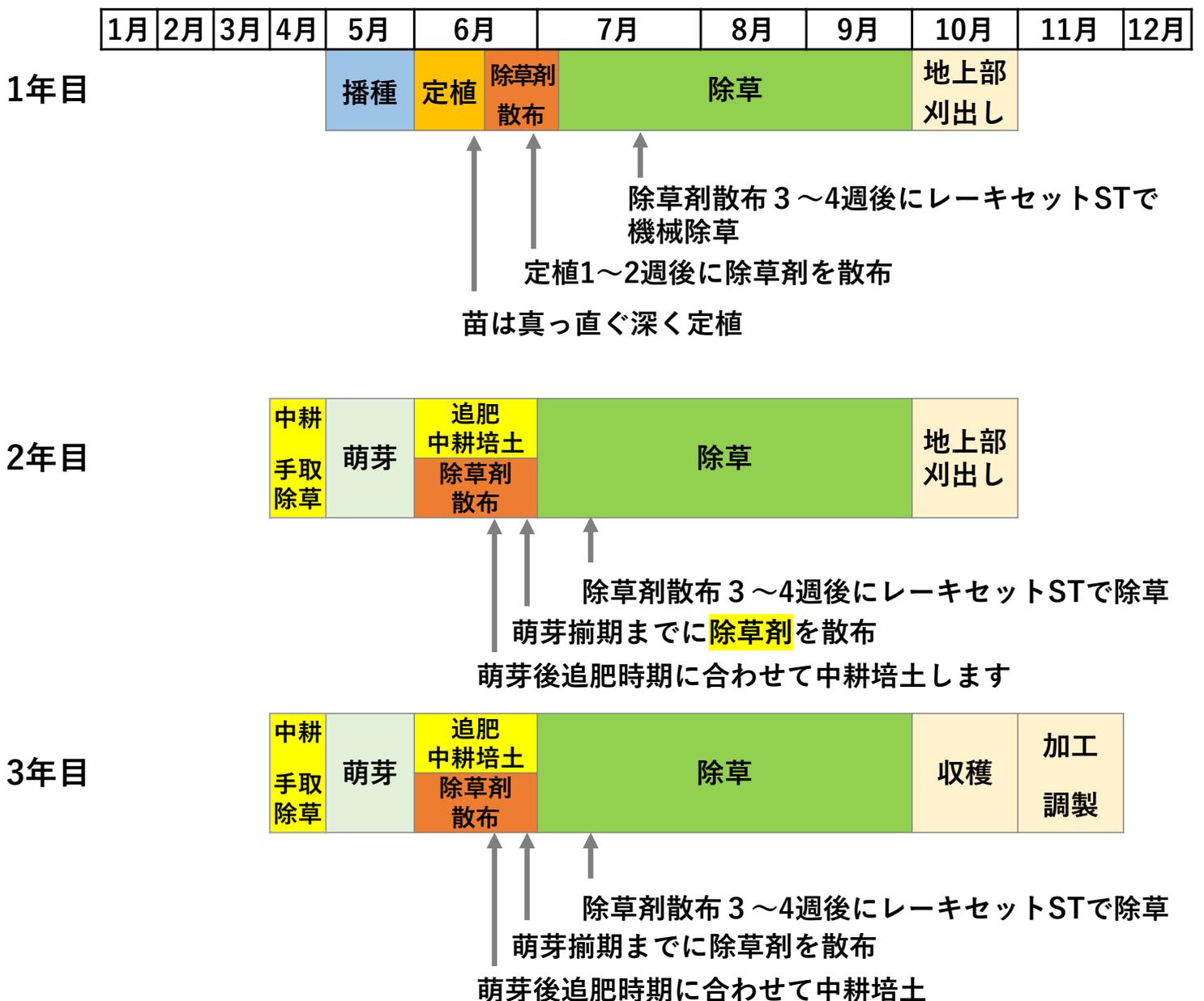
図26 慣行法と除草機利用にかかる除草作業時間の比較

年間除草作業時間は下記の条件で算出：

- 慣行法 管理機を用いた畝間中耕（3回）＋株間の手取り除草（3回）
- 除草機利用 条間株間除草機の作業回数（15回）＋残草の手取り除草（3回）

B. 除草剤を併用した防除体系

2020年3月現在、カンゾウ栽培で使用できる除草剤は**パワーガイザー液剤**のみです。除草剤の使用は関係法令、製品の説明書の指示に従いご使用下さい。除草剤の使用は契約するメーカー等の担当者へ必ず確認してから使用して下さい。



機械除草の開始後は機械除草を毎週行います

レーキセットST：比較的硬く強く作用します（生育中・後期の株間除草）

1年目の初めて機械除草を開始する時、雑草が概ね1.5cm以下であればレーキセットGEでも良い。

(1) 栽培1年目の機械除草

ポイント

- 弱く作用するレーキセットGEで機械除草を開始します。
- 除草剤散布3～4週後はカンゾウの根張り状況を見て、レーキセットSTに替えます。
- 除草剤併用は株間雑草対策に効果的です。

【耕種概要】

6月8日定植、6月24日にパワーガイザー液剤を300mL/10aで散布。6月29日レーキセットGE (V+C+H) で欠株が出たためHレーキを外しました。

7月5日、7月10日はHレーキを外したレーキセットGE (V+C)、7月20日、7月26日、8月2日、8月10日はレーキセットGEで機械除草を実施しました。

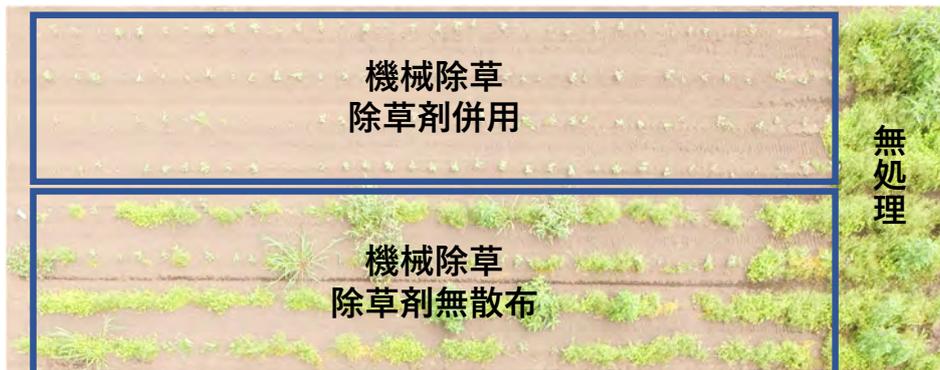


図27 雑草発生状況 (2016年8月4日)

除草剤無散布区は機械除草を行なったが、株間除草の草高が大きくなりました。レーキセットSTへの切替えが遅かったと推測されました。

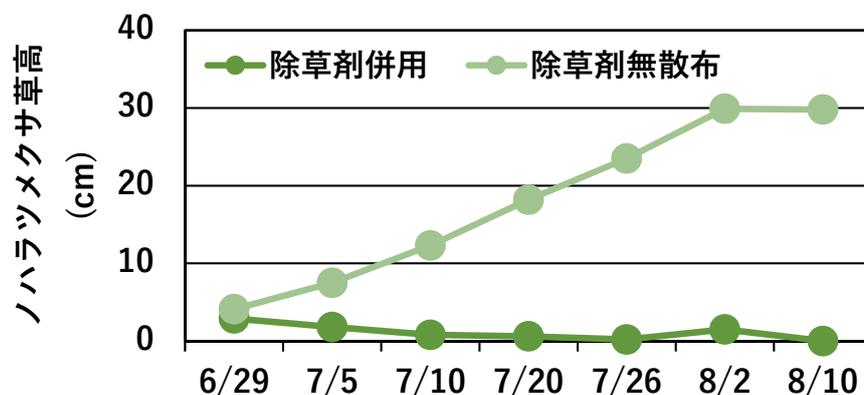


図28 除草剤併用時の株間雑草 (ノハラツメクサ) の草高の推移

(2) 栽培2年目以降の機械除草

ポイント

- 春先は最初に中耕で土を柔らかくします。
- 除草剤は雑草発生初期に散布し、除草剤散布3~4週後から機械除草を開始します。
- 始めから強い作用のレーキセットSTを使用します。



図29 栽培2年目の融雪後のほ場の様子 (2018年4月19日)



図30 条間カルチで中耕 (2018年4月20日)

除草剤散布25日後の雑草発生数を調査。除草剤の散布により、機械除草で除去が難しい大きな雑草生数は有意に少ない。

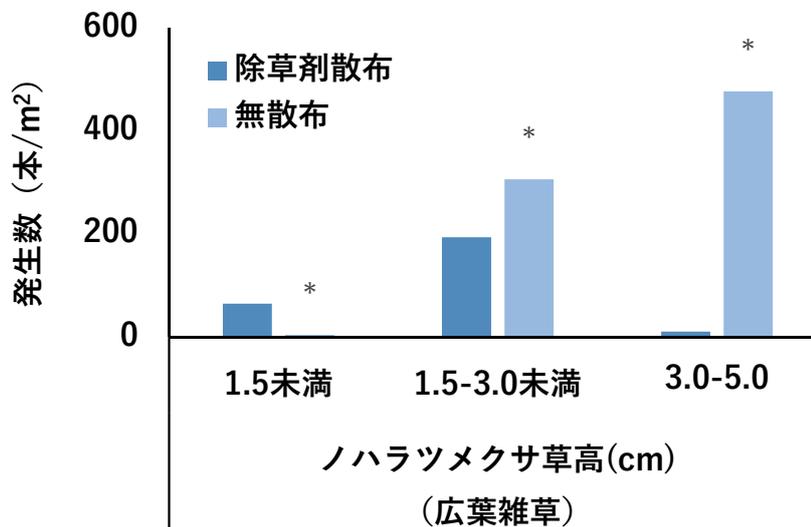


図31 除草剤処理の効果の比較
(除草剤散布から25日後に調査)

* : P<5%以下で有意差あり

(3) 省力効果

ポイント

- 除草剤併用で8月以降の手取り除草が省力化できます。

【耕種概要】

両試験区には2018年4月17日、4月20日に条間カルチで中耕、4月23日にホー除草（人力）を実施。機械除草+除草剤併用区は4月27日にパワーガイザー液剤を300mL/10aで散布し、5月30日、6月19日、8月9日に機械除草、6月7日と8月21日に手取り除草を実施。除草剤無散布区は5月15日、6月7日、8月12-13日に手取り除草を実施。



図32 除草剤無散布区の手取り除草
(2018年8月13日)

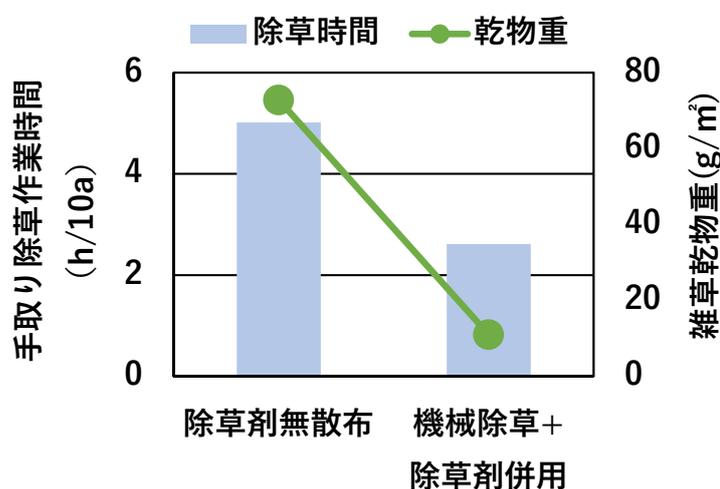


図33 2年目栽培の8月の手取り除草作業時間と雑草の生育量の比較

表3 除草剤併用がカンゾウの乾物収量、グリチルリチン（GL）含量へ与える影響

	3年目栽培			2年目栽培		
	除草剤無散布	機械除草+除草剤併用	分散分析	除草剤無散布	機械除草+除草剤併用	分散分析
カンゾウ本数 (本/m ²)	13.5	14.3	-	8.8	9.6	-
カンゾウ根重 (g/m ²)	311	245	n.s.	171	202	n.s.
ストロン重 (g/m ²)	201	199	n.s.	104	124	n.s.
GL含量 (%)	1.35	1.38	n.s.	1.13	1.18	n.s.

分散分析は3年目栽培、2年目栽培ごとに除草剤無散布と機械除草+除草剤併用において実施。
n.s.：有意差なし

－ トウキ －



1. トウキの概要
2. トウキ栽培について
3. 機械除草を行う前のポイント
4. 除草機について
5. 機械除草のポイント
6. 機械除草を開始するタイミング
7. 除草効果と収量
8. 省力効果
9. 防除体系

1. トウキの概要



生薬「当帰（トウキ） ANGELICAE RADIX」

- 基原植物はトウキ *Angelica acutiloba* Kitagawaまたはホッカイトウキ *Angelica acutiloba* Kitagawa var. *sugiyamae* Hikino
- 国内年間使用量約873トン(平成28年度)
- 当帰芍薬散、十全大補湯、加味逍遙散など、一般用漢方製剤294処方の内、78処方に配合



基原植物「トウキ」

- セリ科
- 利用部位は根および根茎
- 栽培期間は2年
- 種子繁殖を行う（春に苗床に播種・育成した苗を秋または翌春に定植）



根本、2016b
薬用作物産地支援協議会、2017a
山本ら、2019
薬用植物総合情報データベース

2. トウキ栽培について

月	4			5			6			7			8			9			10			11		
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下
秋定植 作型		▽	▲			△	▽	△		△	▽	△		△										
春定植 作型			●		▲		▽	△		△	▽	△		△										

●:定植 ▽:追肥 ▲:除草剤散布 △:除草 ■:収穫

図34 岩手県におけるトウキ栽培暦

- 秋定植と春定植の二つの作型があります。
- 栽培様式は岩手県では1条植えが一般的です。
- 一般の作物と比較してトウキは生育が遅く、条間が被陰される時期が遅いため除草期間が長くなります。
- 慣行は手取り除草が中心の防除体系で、年間5～6回の手取り除草が必要です。



図35 トウキ栽培風景
(2016年7月25日撮影)

3. 機械除草を行う前のポイント

ポイント

- 定植は欠株を無く、なるべく真っ直ぐにします。
- 畦幅は一定にそろえましょう。畦幅が合わないと除草効果の低下、トウキの欠株や損傷の原因になります。
- 凍上害や乾燥害で、苗が枯死した場合、補植等行い、欠株が無いように努めましょう。
→欠株は雑草が大きくなるため、除草効果が低下します。
- 耕起は丁寧に行い、表面の土を細かくしましょう。
→土がごろごろしていたり、表面が固まっているとレーキが土に刺さらず、除草効果が低下します。



図36 トウキの定植作業
畦幅を一定に、畦が真っ直ぐになるように定植



図37 欠株部に進入したシロザ
(機械除草で取れない)

4. 除草機について

ポイント

- 歩行型管理機にレーキ式条間株間除草機を装着します。
- レーキを地中に作用させることで、雑草を引き抜く、あるいは切断して除草します。
- 変更点として、中央条間用レーキに10kgのウェイト、両端条間用レーキ上部に5kgのウェイトを一つずつ装着します。
→レーキの作用深を安定させる効果。

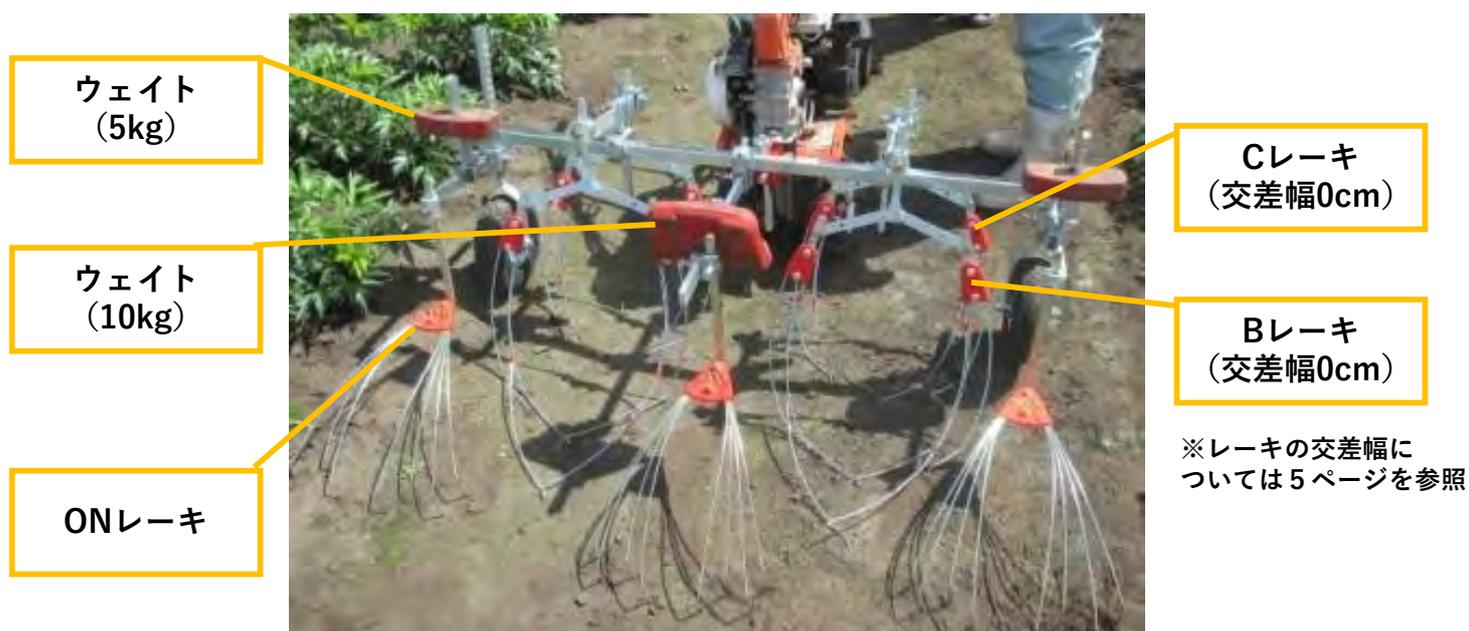
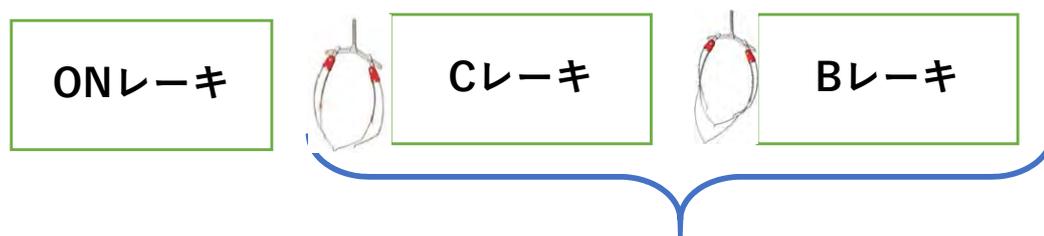


図38 レーキ式条間株間除草機 (2条タイプ)



条間用レーキ

株間用除草レーキセットはST

※Aレーキはなし (詳細は4ページを参照)

5. 機械除草のポイント

ポイント

- 歩行型管理機はトラクタと比較し機械が軽量のため、レーキが刺さらず、地中に作用しない場合があります。
- 除草作業時は管理機の持ち手を上に持ち上げるようにすることで、レーキが安定して地中に作用し、除草効果が高まります。



レーキが地中に作用
(除草効果○)



レーキが地中に作用していない
(除草効果×)

図39 歩行型管理機による機械除草の際の注意点

6. 機械除草を開始するタイミング

ポイント

- トウキの株幅が25cmを超えた時期から機械除草を始めます（例えば春定植では移植後60日程度が目安です）。
- その前に機械除草を行うと欠株が発生します。

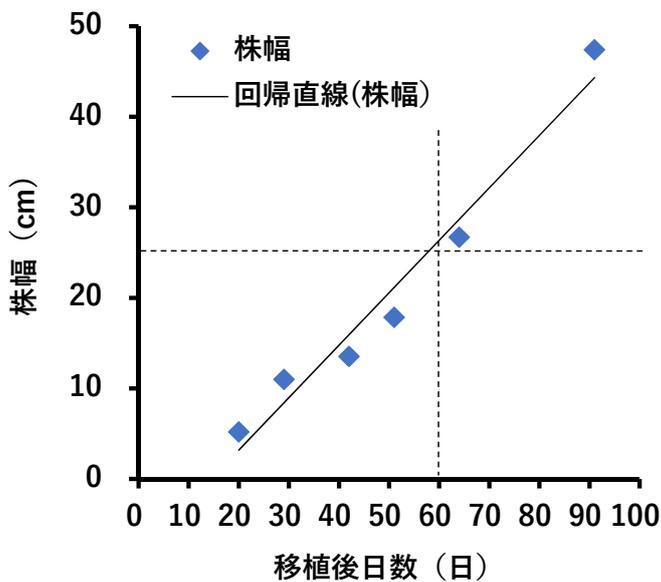


図40 トウキにおける移植後日数と株幅の関係

※2019年4月23日定植での結果

※移植後60日程度で株幅25cmを超える



図42 株幅の計測例

※株を真上から見て、中心を通る最も長い部分とする

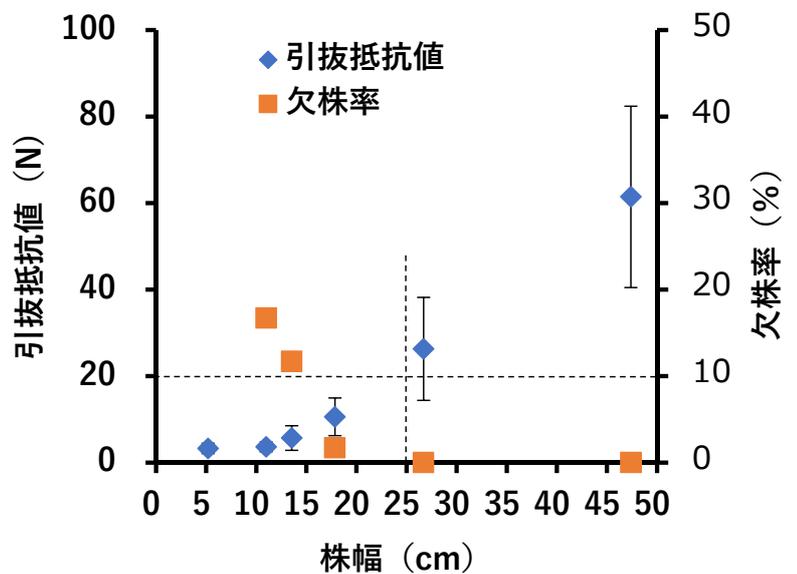


図41 トウキにおける株幅と引抜抵抗値および機械除草後の欠株率の関係

※春定植、黒ボク土での試験結果

※引抜抵抗値はフォースゲージを用いて計測し、引抜いたときの最大荷重である。

※引抜抵抗値が20Nを超えると欠株が減少する。



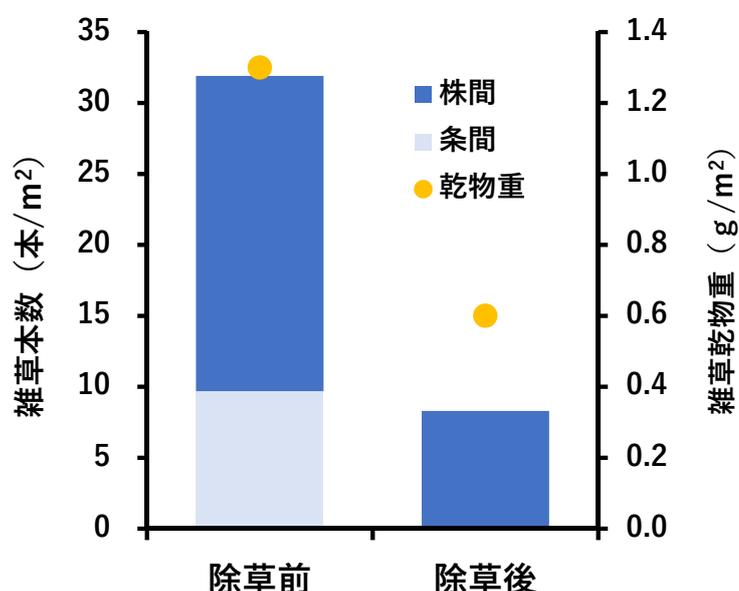
図43 機械除草により引き抜けたトウキ

※2019年5月30日撮影

7. 除草効果と収量

ポイント

- 1回の機械除草で、ほ場内の雑草は大幅に減ります。
- 慣行の手取り除草のみの防除体系と同等の収量が確保できます。



1回の機械除草により雑草本数は条間で55%~100%、株間で60%程度減少します。

図44 機械除草による除草効果 (2016年現地試験 (岩手県))

表4 機械除草によるトウキ収量への影響

	地下部重 (FWg/株)		
	2016年	2017年	2018年
機械除草	183	279	203
手取り除草	188	293	—

※機械除草の除草回数

2016年：機械除草1回、手取り除草4回
 2017年：機械除草2回、手取り除草4回
 2018年：機械除草2回、手取り除草3回
 手取り除草区の除草回数は5~6回実施



図45 収穫時期の様子 (2019年試験)
 機械除草区 (上)
 手取り除草区 (下)

8. 省力効果

ポイント

- 土壌処理型除草剤の散布+機械除草1~2回の防除体系で、慣行の手取り除草のみの防除体系より除草作業時間を半分程度まで減少させることができます。

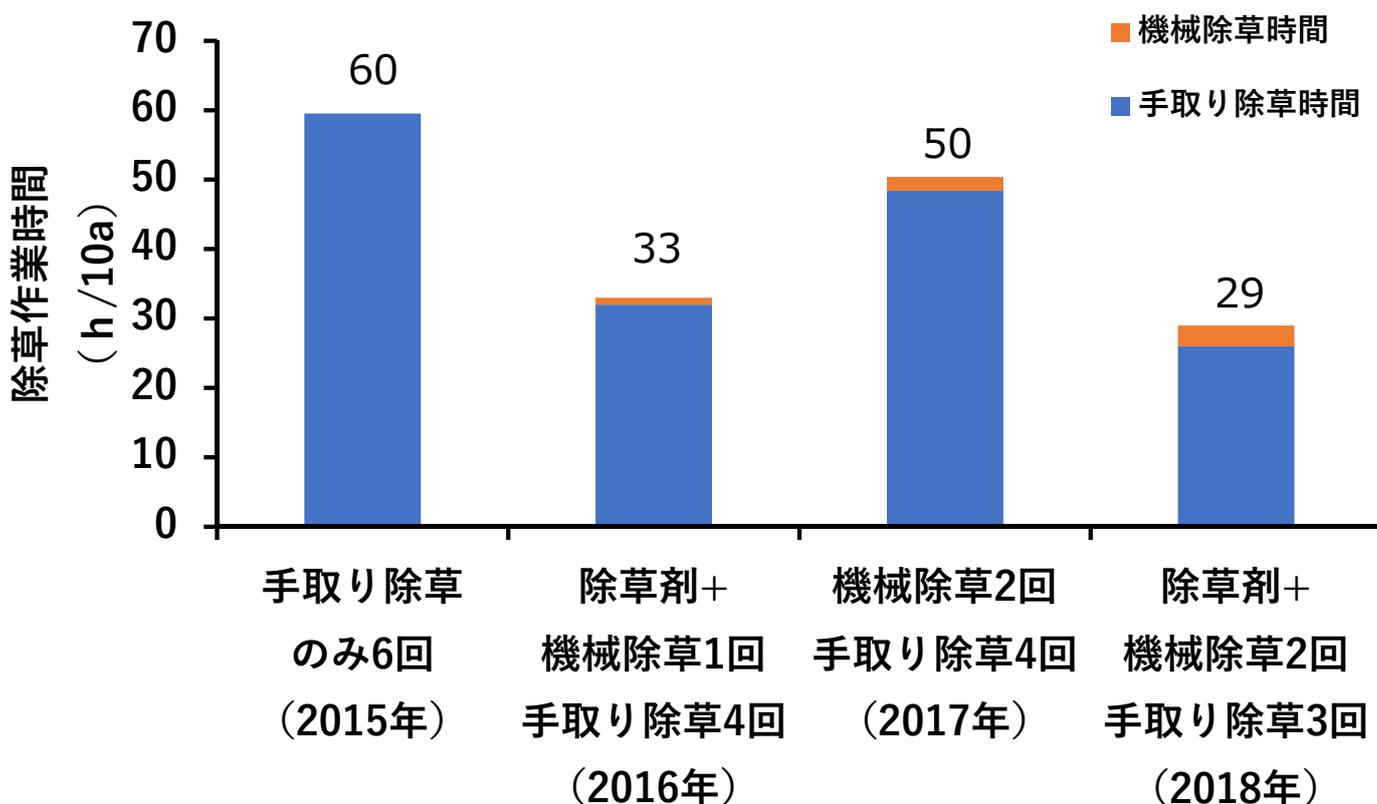


図46 機械除草導入による省力効果

※2015年～2017年は雑草発生量が少ないほ場、2018年は雑草発生量が多いほ場での調査結果

※2017年は除草剤を散布せず、機械除草を条間のみ実施したため、除草作業時間が減少しなかった。

※除草剤は定植直後にゴーゴーサン乳剤を使用した（58ページ参照）。

9. 防除体系

秋定植の場合

前年10月下旬定植

除草剤散布
4月上～中旬

- 融雪後、ゴーゴースン乳剤を雑草発生前に散布します。

条間の中耕除草
(株間は手取り除草)
5月中～下旬

- 除草剤の残効切れ後トウキの株幅が25cm以下の場合は1度条間のみ中耕除草し(株間用レーキは外す)株間は手取り除草を行います。
※条間の雑草を除草しつつ、土壌表層をやわらかくします。
→次回の機械除草による除草効果を高めます。



機械除草2回
6月中旬と7月下旬
※7月上旬～中旬に
中耕除草1回
※適宜手取り除草を実施

- トウキの株幅が25cm以上確保されたら、1回目の機械除草を行います。
※土壌表層が踏圧や雨などで硬くなった場合は畦間を中耕すると機械除草の効果が高まります。
- 2回目以降は雑草の出芽を確認したら直ちに機械除草を実施します。
- 機械除草で除草できなかった雑草は手取り除草します。
- 管理機のタイヤでトウキの葉を踏むようになったら機械除草は終了です。



8月下旬

- 条間が被陰され、雑草の発生も抑制されます。
- 仕上げの手取り除草を行います。

春定植の場合

4月下旬定植

除草剤散布
4月下旬

- 定植後、速やかにゴーゴーサン乳剤を散布します。

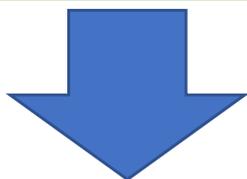
条間の中耕除草
(株間は手取り除草)
5月中旬

- 除草剤の残効切れ後に、1度条間を中耕除草し
(株間用レーキははずす)、株間は手取り除草を行う
※株幅25cm以下で、除草機のレーキがトウキに当たると欠株が発生する場合があります。



機械除草2回
6月中旬と7月下旬
※6月下旬～7月上旬に
中耕除草1回
※適宜手取り除草実施

- トウキの株幅が25cm以上確保されたら、1回目の機械除草を行います。
※土壌表層が雨などで硬くなった場合は中耕除草を1回目と2回目の機械除草の間に行うと2回目以降の機械除草の効果が高まります。
- 2回目以降は雑草の出芽を確認したら直ちに機械除草を実施します。
- 機械除草で除草できなかった雑草は手取り除草します。
- 管理機のタイヤでトウキの葉を踏むようになったら機械除草は終了です。



8月下旬

- 条間が被陰され、雑草の発生も抑制されます。
- 仕上げの手取り除草を行います。

－トウキ－

粘性土壌地帯 (平高畝2条栽培)

向け



1. 機械除草を行う前のポイント
2. 除草機について
3. 機械除草のポイント
4. 除草効果と省力効果
5. 防除体系

1. 機械除草を行う前のポイント

ポイント

- レーキ式の機械除草が困難な地帯向けです。土表面が固く締まりやすく、排水対策として平高畝栽培が必要となるような粘性土壌地帯では、本項の2で詳述するカルチ式乗用除草機を利用します。
- 準備のポイントは、機械除草に適応した正確な植え付けです。



できるだけ雑草発生が少なく排水の良好なほ場を選定する。雑草発生の多いほ場（とくに前作休耕地）は避ける。

写真のような形状の平高畝をたてる。畝立て機に条間幅となるよう直管パイプを取り付け、畝立てと同時に浅い2条の溝をつける。この溝に沿って苗を植え付ける。畝の形状に沿って正確に定植することで、株の引き抜きや損傷を防ぐ。

図47 ほ場の選定と正確な定植

ポイント

- あらかじめ付けた浅い溝に沿って正確に植え付けます。
- 定植後はすみやかにゴーゴーサン乳剤を300mL/10a（1回のみ。収穫120日前まで。）散布します。



定植苗（写真はペーパーポット苗。活着がよい。根引き苗も利用できるが活着不良や欠株に注意する。）



2条、条間35cm、株間25cmで平行に植え付ける。畝方向に対し45度、地表面に対しても45度となるように棒で誘導穴をあけて、根が曲がらないように苗を挿し、しっかりと押さえつけて土と密着させる。



定植後約1ヶ月。活着し、生育をはじめ頃。除草剤がよく効いている。

図48 トウキの定植作業風景

2. 除草機について

ポイント

畝をまたげる（最低地上高35cm以上）ハイクリアランスタイプのトラクターまたは植え付け部分を取り外し、ヒッチを取り付けた田植え機（5条以上）に除草機を装着します。

乗用田植え機を使用する場合は、植え付け部を取り外し、ヒッチに除草機本体を装着し、除草用の部品を取り付けます。

特徴:

- ◎カルチと小型培土器により雑草を埋没させながら中耕培土除草。
- ◎固く締まりやすい粘性土壌でも利用可能。
- ◎平高畝1畝をまたいで2条同時に作業できる。



ヒッチ
(田植機メーカーごとに各種ある)



モグラディスク
4本 畝肩除草



切断して使用



半バイドG
条間培土



土ピタ
条間培土



深耕カッター
4本
株際碎土
(カルチ)

図49 カルチ式乗用除草機

カルチ式乗用除草機の仕様 模式図

進行方向に向かって、後方からみた場合の畝断面模式図です。

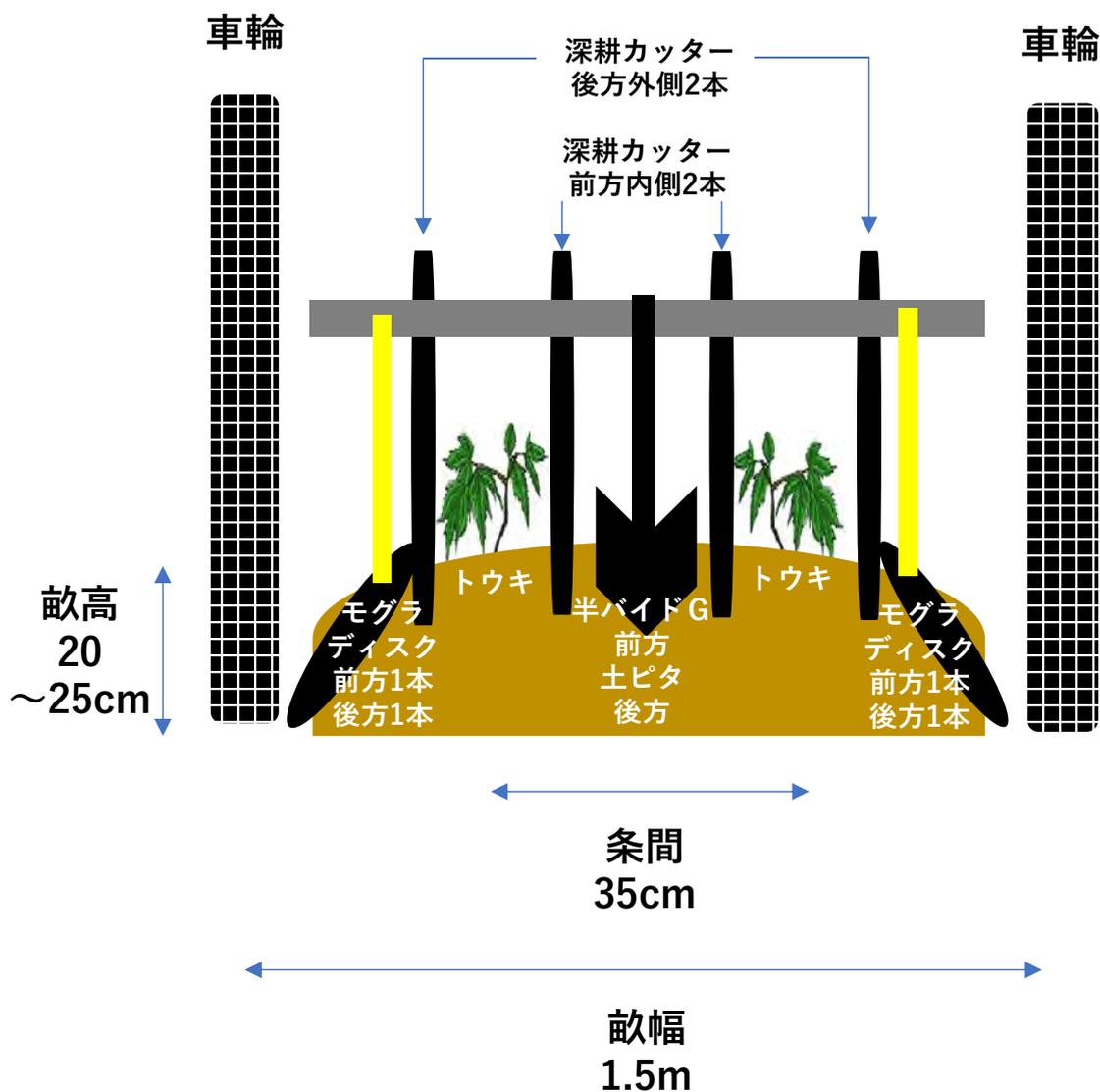


図50 カルチ式乗用除草機の模式図

3. 機械除草のポイント

(1) 1回目の機械除草

ポイント

- 1回目の作業時期の目安は、トウキが完全に活着し、ゴーゴーサン乳剤の効果が切れる直前、おおむね定植2ヶ月後です（株幅25cm以上、本葉6枚前後）。
- 畝間の雑草を防除するためバスタ液剤を散布します。

3月末～4月初旬の定植であれば、5月末～6月初旬が1回目の機械除草の時期となります。1m/sの速度で機械除草を1往復行い、その後、残草を手取り除草します。

畝間の雑草に対しては、機械除草直後に、バスタ液剤を散布します（畝間のみ、1作期に3回まで利用可能。300～500mL/10a、収穫30日前まで。）。畝間の残草が大型化すると畝の中まで繁茂するため注意が必要です。



処理前(2018年6月4日)
除草剤の効果が切れ始め
雑草が生えてきている。



処理後(2018年6月5日)
条間部・畝肩部は比較的大
きな雑草も除草されている
が株間には雑草が残る。

図51 機械除草による除草効果（1回目）

(2) 2回目の機械除草

ポイント

- 1回目の機械除草の1ヶ月後を目安に行います（株幅が35cm以上）。

1回目の機械除草が5月末～6月初旬であれば、6月末～7月初旬が2回目の機械除草の時期です。梅雨の時期にあたりますが、降雨直後の機械除草は実施できないため、降雨後最低3日間以上空けてから除草作業を行います。ただし作業が遅れると雑草が一気に生育し、機械除草による除草効果が低下しますので注意が必要です。

1m/sの速度で機械除草を1往復行い、その後、残草を手取り除草します。また、1回目の機械除草後と同じく、畝間の雑草を防除するため、機械除草直後にバスタ液剤を散布します。



処理前(2018年6月18日)
降雨のため、畝間には
水がたまっている。



処理後(2018年7月3日)
株を傷めないよう条間
の処理は2回目で終える。

図52 機械除草による除草効果（2回目）

(3) 3回目の機械除草

ポイント

- 2回目の機械除草の1ヶ月後を目安に行います。

この頃になると畝が草冠でほぼ覆われていますので(株幅が50cm以上)、条間の機械除草を行うと株を傷めてしまいます。そこで、株を傷めないように、内側の深耕カッター2本および半バイドG、土ピタを取り外し、外側の深耕カッター2本とモグラディスク4本で畝肩を機械除草します。1m/sの速度で機械除草を1往復行い、その後、残草を手取り除草します。また、畝間の雑草を防除するため、機械除草直後に、大きく育ったトウキの株への飛散に注意しながら、バスタ液剤を散布します。これ以降は、畝全体を観察してトウキ株の草高を超えるような大型化した雑草があれば見つけしだい手取り除草します。畝間の雑草が目立つ場合は、刈り払い機を用いて除草します。



処理前(2018年7月27日)
株が畝全体をほぼ覆い尽くしている。



処理後(2018年8月2日)
機械除草を行わなかった条間や株間には部分的に大型の残草がみられる。

図53 機械除草による除草効果 (3回目)

4. 除草効果と省力効果

ポイント

- 1回の機械除草で、ほ場内の雑草は大幅に減ります。
- 慣行の手取り除草のみの防除体系と同等の収量が確保できます。
- 慣行（敷きワラ）栽培の手取り除草のみの防除体系より除草作業時間を半分程度まで減少させることができます。

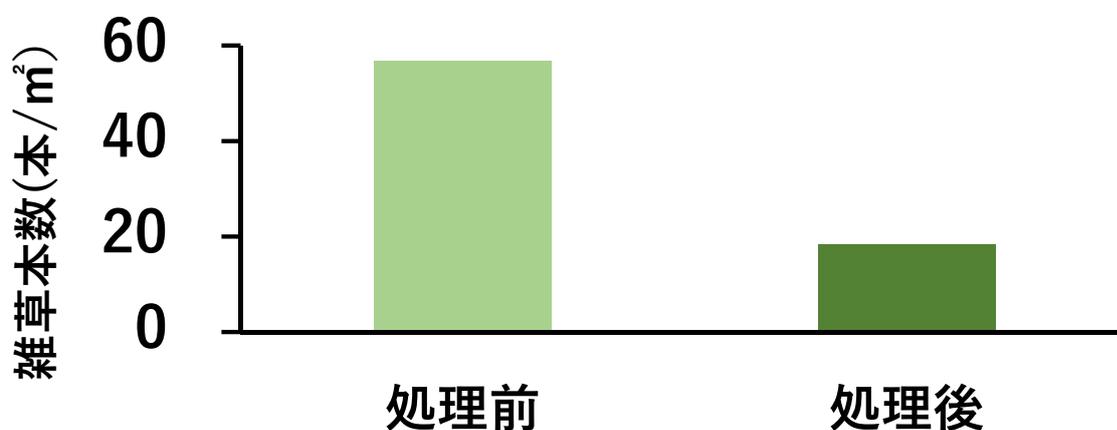


図54 機械除草の効果(2018年1回目処理の前後)

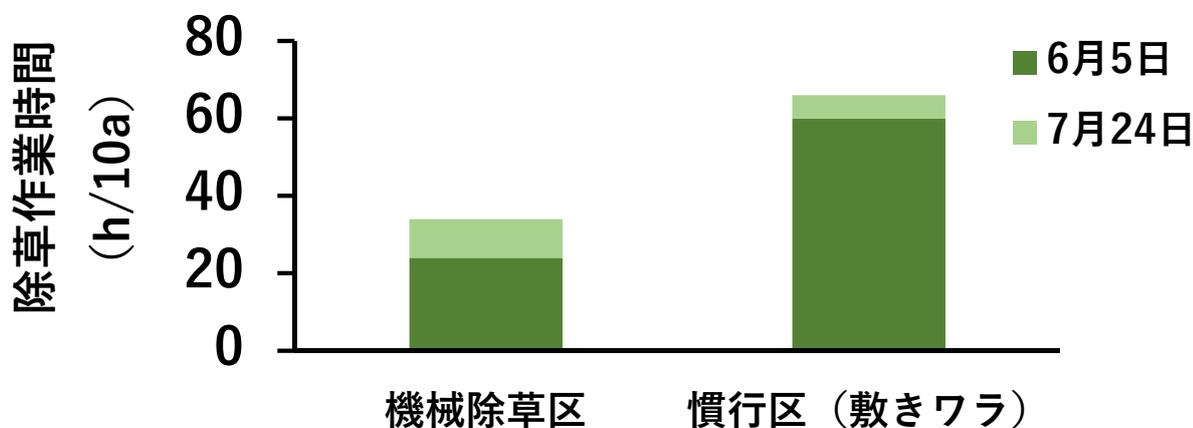


図55 手取り除草に要した時間(2019年)

5. 防除体系

ポイント

- 機械除草を行うことで、手取り除草の労力を軽減できます。

定植・除草剤散布
3月下旬

- 定植後、速やかにゴーゴーサン乳剤を散布します。



畝
機械除草3回

- トウキの株幅が25cm以上になったら、1回目の機械除草を行います。

①6月上旬

②6月下旬~7月上旬

③8月上旬

※機械除草後は
すみやかに残草を
手取り除草

- 2回目以降は、およそ1ヶ月おきに機械除草を実施します。

- 機械除草の都度、残草はすみやかに手取り除草します。

- 8月中旬以降は機械除草で防除できなかった大型の雑草を手取り除草します。

- 畝間は、機械除草の都度、直後にバスタ液剤を散布します。



6月上旬



7月上旬



8月上旬

畝間
バスタ液剤散布
(機械除草①②③
処理直後)

※以降、畝間の
残草が目立つ場合は
刈り払い機で処理



9月下旬

- 条間まできれいに被陰され、トウキの株も大きく成長しています。



9月下旬

－センキュウ－



1. センキュウ栽培について
2. センキュウの概要
3. 機械除草を行う前のポイント
4. 除草機について
5. 機械除草のポイント
6. 機械除草を開始するタイミング
7. 除草効果
8. 収量、品質への影響
9. 省力効果
10. 防除体系

1. センキュウの概要



生薬「センキュウ（川芎）CNIDII RHIZOMA」

- 基原植物はセンキュウ *Cnidium officinale* Makino
- 国内年間使用量約559トン(平成28年度)
- 当帰芍薬散、四物湯、防風通聖散、十味敗毒湯など、一般用漢方製剤294処方の内、56処方に配合



基原植物「センキュウ」

- セリ科
- 利用部位は根茎
- 栽培期間は1年
- 塊根による栄養繁殖を行う

根本、2016c
薬用作物産地支援協議会、2017b
山本ら、2019
薬用植物総合情報データベース

2. センキュウ栽培について

月	4			5			6			7			8			9			10			11					
	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下			
秋定植 作型																									●		
春定植 作型																											

●:定植 ▽:追肥 ▲:除草剤散布 △:除草 ▼:病虫害防除 ■:収穫

図56 岩手県におけるセンキュウ栽培暦

- 秋定植と春定植の二つの作型があります。
- 生育スピードは速く7月下旬には条間が被陰され、年間4回程度の手取り除草が必要です。
- 培土するとソロバン根（センキュウ特有）が発生し、収量・品質が低下するため、培土作業は行えません（54ページ参照）。

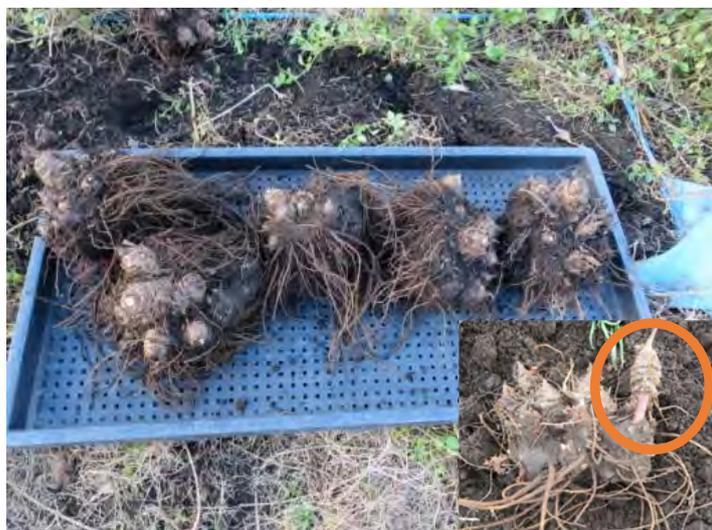


図57 センキュウ収穫物
（根茎）

右下：ソロバン根発生株
（塊根の節間が伸長）



図58 センキュウ栽培風景
（2017年6月12日撮影）

3. 機械除草を行う前のポイント

ポイント

- 定植は欠株を無く、なるべく真っ直ぐにします。
- 畦幅は一定にそろえましょう。畦幅が合わないと除草効果の低下、センキュウの欠株や損傷の原因になります。
- 凍上害や乾燥害で、苗が枯死した場合、補植等行い、欠株が無いように努めましょう。
→欠株は雑草が大きくなるため、除草効果が低下します。
- 耕起は丁寧に行い、表面の土を細かくしましょう。
→土がごろごろしていたり、表面が固まっているとレーキが土に刺さらず、除草効果が低下します。



図59 センキュウの定植作業
畦幅を一定に、畦が真っ直ぐになるように定植



図60 欠株部に進入し、大型化した雑草
(機械除草で取れない)

4. 除草機について

ポイント

- 歩行型管理機にレーキ式条間株間除草機を装着します。
- レーキを地中に作用させることで、雑草を引き抜く、あるいは切断して除草します。
- 変更点として、中央条間用レーキに10kgのウェイト、両端条間用レーキ上部に5kgのウェイトを一つずつ装着します。
→レーキの作用深を安定させる効果。

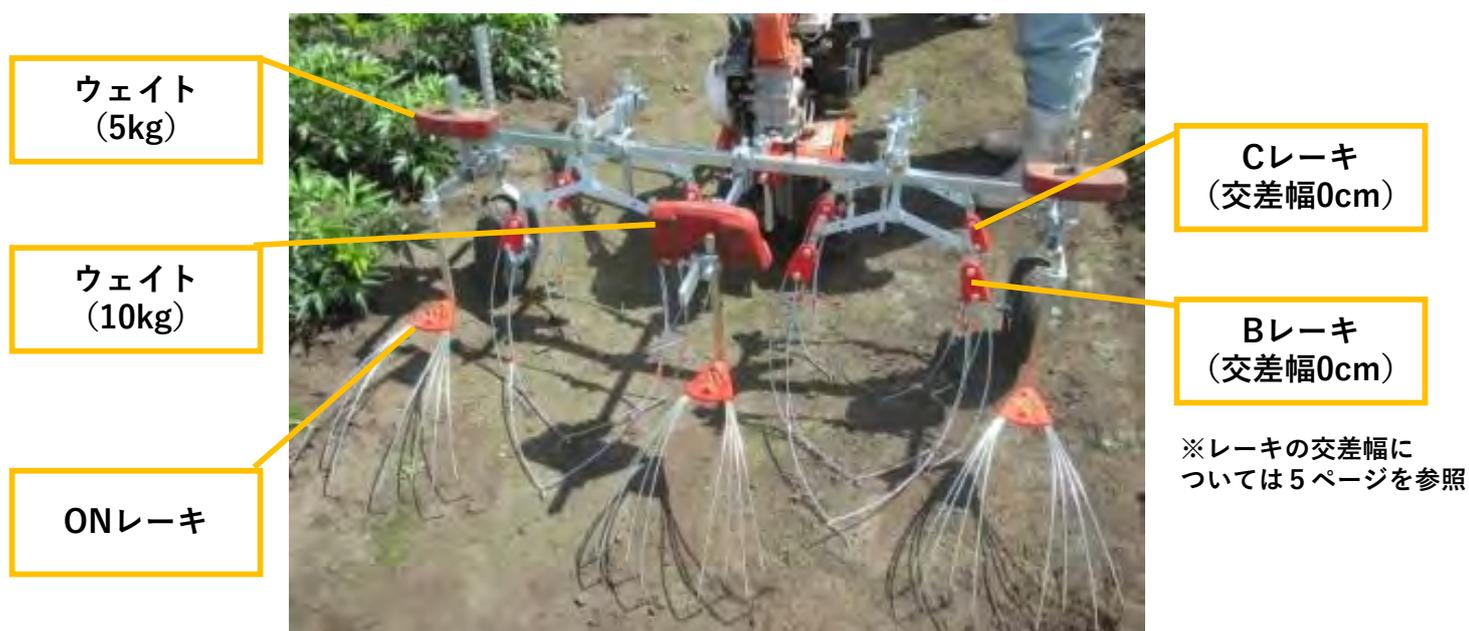
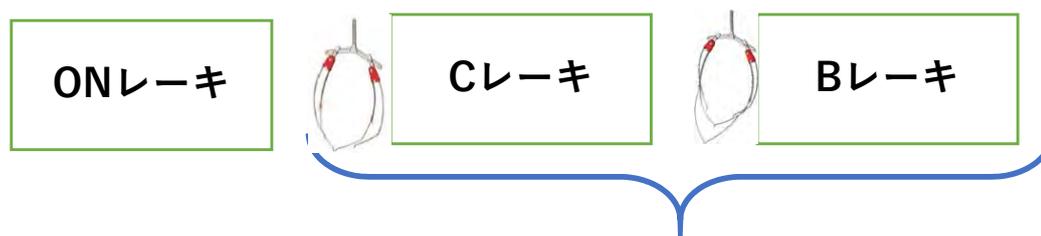


図61 レーキ式条間株間除草機 (2条タイプ)



条間用レーキ

株間用除草レーキセットはST

※Aレーキはなし (詳細は4ページを参照)

5. 機械除草のポイント

ポイント

- 歩行型管理機はトラクタと比較し機械が軽量のため、レーキが刺さらず、地中に作用しない場合があります。
- 除草作業時は管理機の持ち手を上に持ち上げるようにすることで、レーキが安定して地中に作用し、除草効果が高まります。



レーキが地中に作用
(除草効果○)



レーキが地中に作用していない
(除草効果×)

図62 歩行型管理機による機械除草の際の注意点

6. 機械除草を開始するタイミング

ポイント

- センキュウの株幅が17cmを超えた時期から機械除草を開始できます。
- その前に機械除草を行う場合はセンキュウにレーキが当たらないように注意しましょう。

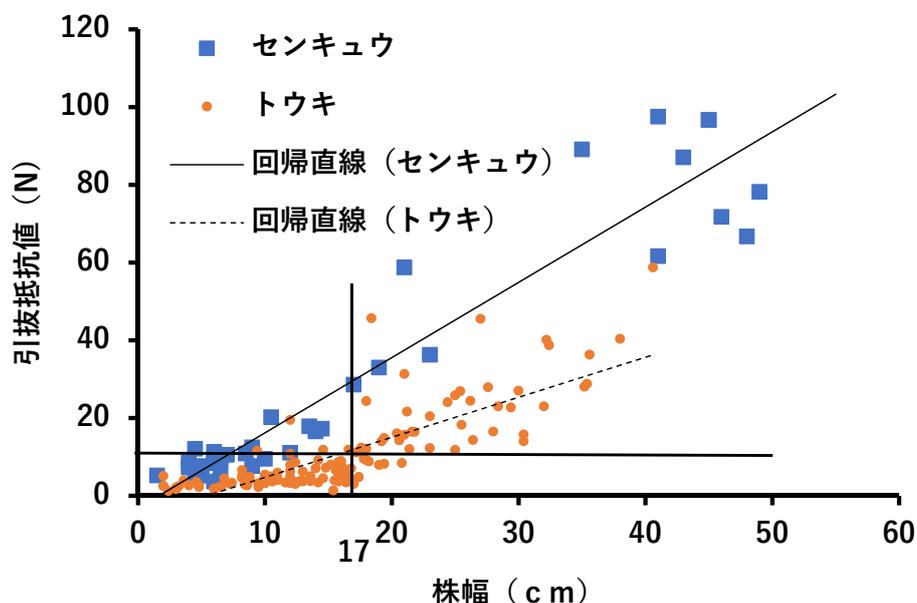


図63 センキュウとトウキにおける株幅と引抜抵抗値の関係
(黒ボク土での試験結果)

- ※引抜抵抗値はフォースゲージを用いて計測し、引抜いたときの最大荷重である。
- ※センキュウはトウキより引抜抵抗値の立ち上がり早い。
- ※株幅17cm以上で引抜抵抗値が概ね20Nを超える。(30ページの図41も参照)



図64 株幅の計測例

株を真上から見て、中心を通る最も長い部分とする。



図65 株幅20cm程度のほ場

7. 除草効果

ポイント

- 1回の機械除草により条間で55%~100%、株間では60%程度に雑草が減少します。
- 雑草が大きくなると取りこぼしが増えるため、雑草の出芽を確認したら、すぐに除草機をかけましょう。

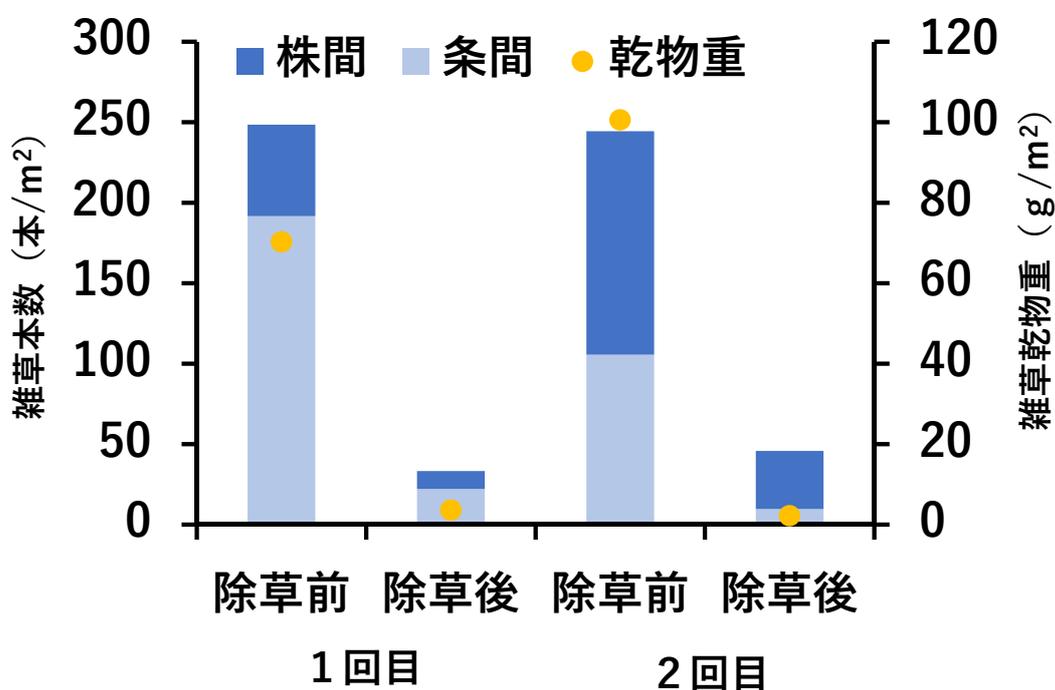


図66 機械除草前後の雑草の生育量（2016年現地ほ場試験）



図67 機械除草前後の様子

8. 収量、品質への影響

ポイント

- 機械除草によるセンキュウの収量への影響はありません。
- レーキ式除草機は培土を行わないため、ソロバン根は増加しません。

表5 機械除草によるセンキュウの収量およびソロバン根への影響

	2016年		2017年	
	地下部重 (FW g/株)	ソロバン根数 (本/株)	地下部重 (FW g/株)	ソロバン根数 (本/株)
機械除草区	437	0.2	553	2.1
完全除草区	438	0.2	499	2.1
無除草区	-	-	447	2.3

※機械除草区の機械除草回数は2016年が2回、2017年が1回

※完全除草区は定植直後に除草剤を散布し、その後すべての雑草を手取り除草した



図68 センキュウのソロバン根（生薬としての品質が低下）

9. 省力効果

ポイント

- 土壌処理型除草剤の散布+機械除草1~2回の防除体系で、慣行の手取り除草のみの防除体系よりも除草作業時間を50~80%程度削減することができます。

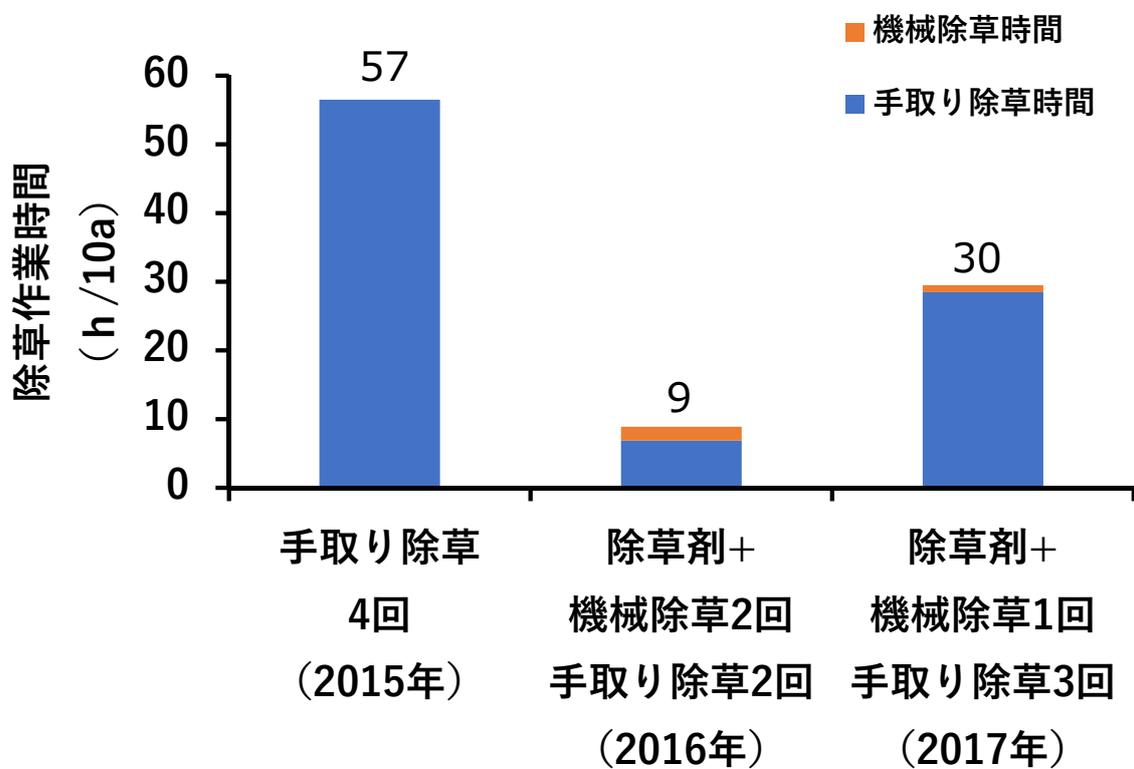


図69 除草剤と機械除草による除草作業時間の削減効果

※同一区画ほ場での結果

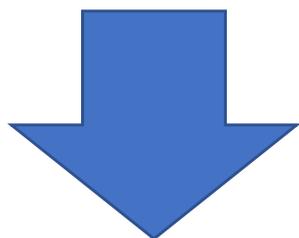
※除草剤はゴーゴーサン乳剤を使用 (58ページ参照)

10. 防除体系

4月定植 水田転換畑

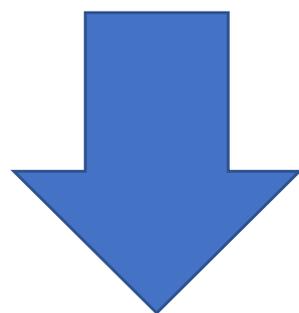
除草剤散布
4月上旬

- 定植後、速やかにゴーゴーサン乳剤を散布します。



機械除草2回
6月中旬と7月中旬
※適宜手取り除草も実施

- センキュウの株幅が17cmを超え、除草剤の残効が切れ始めた時点から1回目の機械除草を開始します。
- それ以降は雑草の出芽を確認したら直ちに機械除草を実施します。
- 機械除草で除草できなかった雑草は手取り除草を行います。
- 管理機のタイヤでセンキュウの葉を踏むようになったら機械除草終了です。



7月下旬

- 条間が覆われ、雑草の発生も抑制されます。
- 仕上げの手取り除草を行います。

参考情報

表6 本マニュアルで使用した除草機の構成と導入費用

作物	除草機の構成	装着機械	導入経費
カンゾウ	管理機用除草機（株間2条、条間3条） 株間：レーキセットGE、レーキセットST、 砕土輪 条間：S3カルチ、砕土クラッシャー	トラクタ	約67万円
カンゾウ （除草剤との 併用）	管理機用除草機（株間2条、条間3条） 株間：レーキセットGE、レーキセットST、 砕土輪 条間：GLカルチ、深耕カッター、砕土ク ラッシャー	トラクタ	約80万円
トウキ	管理機用除草機（株間2条、条間3条） 株間：レーキセットST（Aレーキなし） 条間：ONレーキ	歩行型管理機	約16万円
トウキ （粘質土壌）	管理機用除草機（条間3条） 条間：深耕カッター、土ピタ、半バイドG、 モグラディスク	田植え機	約50万円
センキュウ	管理機用除草機（株間2条、条間3条） 株間：レーキセットST（Aレーキなし） 条間：ONレーキ	歩行型管理機	約16万円

機械除草時に雑草の引抜抵抗値と薬用作物の引抜抵抗値との間に十分な差を確保することができる薬用作物であれば、本機械除草機を適用できる可能性があります。ここでは、引抜抵抗値の値から本技術が適用できる可能性がある薬用作物をまとめます。

表7 本技術が適用できる可能性がある薬用作物

作物名（生薬名）	備考
カイケイジオウ（地黄）	ゴマノハグサ科、栽培期間1年
シソ（蘇葉）	シソ科、栽培1期間
シャクヤク（芍薬）	ボタン科、栽培期間4～5年

※引抜抵抗値20N以上の品目を選定。

※引抜抵抗値はフォースゲージを用いて計測し、引抜いたときの最大荷重である。

本マニュアル記載の除草剤の適用表（抜粋）

ポイント

- 除草剤の使用は必ず契約する製薬メーカー等の担当者に使用の可否を確認してください。

パワーガイザー液剤（イマザモックスアンモニウム塩液剤）

作物名	適用雑草名	使用時期	使用量		本剤の使用回数	使用方法	イマザモックスアンモニウム塩を含む農薬の総使用回数
			薬量	希釈水量			
甘草	一年生広葉雑草	出芽前 (雑草発生始期)	300mL/ 10a	100L /10a	1年間に1回	雑草茎葉散布 又は全面土壌散布	6回以内（1年間に2回以内（畦間処理は1回以内））
		萌芽前～萌芽揃期 (雑草発生始期～発生揃期)					
		生育期（雑草発生揃期～2葉期）但し、収穫60日前まで				畦間雑草茎葉散布	

ゴーゴースン乳剤（ペンディメタリン30%乳剤）

作物名	適用雑草名	使用時期	使用量		本剤の使用回数	使用方法	ペンディメタリンを含む農薬の総使用回数
			薬量	希釈水量			
とうき	一年生雑草	定植後（雑草発生前）（但し、収穫120日前まで）	300mL /10a	100L/ 10a	1回	全面土壌散布	1回
せんきゅう	一年生雑草	萌芽後（雑草発生前）（但し、収穫120日前まで）	300mL /10a	100L/ 10a	1回	全面土壌散布	1回

バスタ液剤（グルホシネート液剤）

作物名	適用雑草名	使用時期	使用量		本剤の使用回数	使用方法	グルホシネート及びグルホシネートPを含む農薬の総使用回数
			薬量	希釈水量			
とうき	一年生雑草	収穫30日前まで（雑草生育期定植前又は畦間処理）	300～ 500mL /10a	100～ 150L/ 10a	3回以内	雑草茎葉散布	3回以内

※2020年3月現在の情報に基づいて作成しています。除草剤の使用にあたっては、ラベルの内容をよく理解して使用方法を遵守し、最新情報も確認し、必要な場合は普及指導機関や除草剤メーカーの助言も参考に使用して下さい。

※上記除草剤の他、トウキはナブ乳剤、ベタナール乳剤、ロロックス、センキュウはナブ乳剤、ワンサイドP乳剤の登録があります（2020年3月現在）。

参考文献

- 古池寿夫（1978）：機械的手段による雑草防除。雑草研究 23、49-54.
- 五十嵐元子、林茂樹、新庄記子、菱田敦之、川原信夫、根本英子、石川枝津子、村上則幸（2017）：ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発－機械除草による雑草管理の検討－。薬用植物研究 39(2)、7-13.
- 五十嵐元子、菱田敦之、根本英子、澁谷幸憲、村上則幸、新庄記子、川原信夫（2018）：ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発（第2報）－株間機械除草用レーキの検討－。薬用植物研究 40(2)、11-16.
- 五十嵐元子、菱田敦之、根本英子、澁谷幸憲、村上則幸、川原信夫（2019）：ウラルカンゾウの国内栽培における軽労化技術の開発（第3報）－カンゾウの生育量および育苗容器の形状と引抜抵抗値の関係－。薬用植物研究 41(1)、9-13.
- 石田茂樹・下名迫寛・宮本啓二・松田清明・山島由光・白旗雅樹（1995）：畑作用株間除草機の除草性能（第1報）覆土作用による除草効果。農作業研究 30(3)、191-198.
- M. M. Loux, D. Doohan, A. F. Dobbels, W. G. Johnson, B. G. Young, T.R. Legleiter (2015): Weed Control Guide, Ohio State University Extension.
- 根本幸夫監修（2016a）：Ⅶ 気薬（1）補気強壯薬 甘草。漢方294処方生薬解説 その基礎から運用まで。102-106。じほう。
- 根本幸夫監修（2016b）：Ⅶ 血薬（1）補血薬 当帰。漢方294処方生薬解説 その基礎から運用まで。158-160。じほう。
- 根本幸夫監修（2016c）：Ⅶ 血薬（2）駆瘀血薬 川芎・漢方294処方生薬解説 その基礎から運用まで。167-168。じほう。
- 薬用作物産地支援協議会編（2017a）：トウキ栽培について、薬用作物栽培の手引き（1）。9-15.
- 薬用作物産地支援協議会編（2017b）：センキュウ栽培について、薬用作物栽培の手引き（1）。71-75.
- 薬用作物産地支援協議会編（2018）：カンゾウ栽培の実際、薬用作物栽培の手引き（2）。91-106.
- 山本豊、黄秀文、佐々木博、武田修己、樋口剛央、向田有希、森裕悟、山口能宏、白鳥誠（2019）：日本における原料生薬の使用量に関する調査報告。生薬学雑誌 73(1)、16-35.
- 薬用植物総合情報データベース
<http://mpdb.nibiohn.go.jp/mpdb-bin/top.cgi?lang=ja>
（2020年3月12日アクセス確認）

「薬用作物の機械除草マニュアル ～カンゾウ、
トウキ、センキュウ～」

発行 2020年3月

国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構
中央農業研究センター
〒305-8666 茨城県つくば市観音台2-1-18