

薬用作物ヤマトトウキ栽培 における機械除草について

奈良県
食と農の振興部農業水産振興課
大谷 正孝

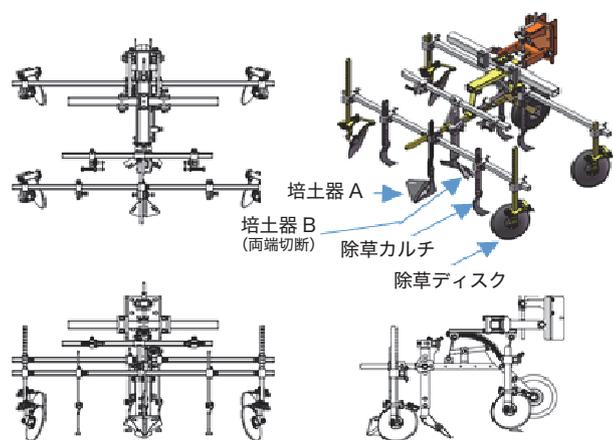
はじめに

我が国では生薬原料をおもに中国産に依存している。薬用作物栽培を推進・拡大することは重要かつ喫緊の課題である

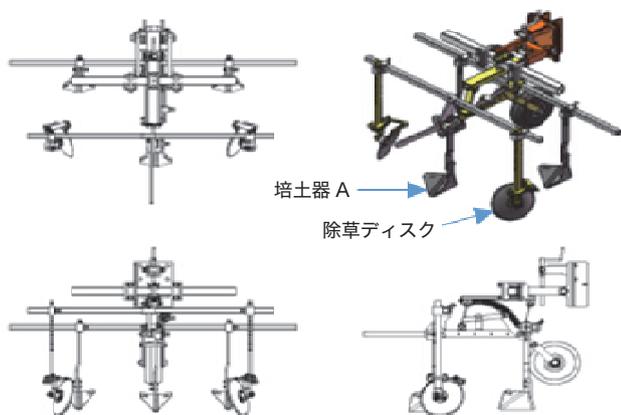
が、現状は、機械化が進んでおらず手作業の労力が大きいことが栽培拡大の障害となっている。とくに除草作業は、栽培に使用できる登録除草剤が少なく、手取り除草が中心であり、栽培コストを増大させ薬用作物の国内栽培を阻む最大の課

題である（菱田 2017）。

セリ科の薬用作物ヤマトトウキは、生薬「当帰（トウキ）」の基原植物の一つである。乾燥した根が生薬原料として用いられ多くの漢方処方に配合される。トウキの国内総使用量約



2018年



2020年

図-1 供試した除草機と除草装置概略図
(いずれの写真もヤマトトウキの栽培畝を跨いだ状態で撮影)

表-1 各年次の試験区の構成と処理の概要

年次	試験区	定植日 (月/日)	処理日 (月/日)		
			ペンディメタリン乳剤 ¹⁾	敷きワラ	機械除草 ²⁾
2018	①ペンディメタリン乳剤+敷きワラ区	3/27	4/4 (+8) ³⁾	6/4 (+69)	-
	②ペンディメタリン乳剤+機械除草処理3回区		-	6/5(+70), 7/3(+98), 8/2(+128)	6/27(+92), 8/14(+140), 10/3(+190)
2020	①敷きワラ区	4/14	-	4/15 ⁴⁾ (+1)	-
	②ペンディメタリン乳剤+機械除草処理5回区		4/15 (+1)	6/9(+56), 6/23(+70), 7/21(+98), 8/3(+111), 8/20(+128)	5/20(+36), 6/4(+51), 7/15(+92), 9/14(+153)
	③ペンディメタリン乳剤+機械除草処理9回区		4/15 (+1)	6/9(+56), 6/16(+63), 6/23(+70), 6/29(+76), 7/21(+98), 8/3(+111), 8/12(+120), 8/20(+128), 8/27(+135)	5/20(+36), 7/15(+92), 9/14(+153)

- 1) トウキに農薬登録のあるペンディメタリン乳剤 (30.0%) を 300 mL/10 a 土壌表面散布した。
 2) 平均速度 1 m/秒で畝ごとに往復処理した。転回時間を含めて機械除草処理の平均作業時間は 30 分/10a と見積もられた。
 なお、機械除草処理開始時のヤマトトウキは、2018 年は草高平均 15 cm、株幅平均 24 cm、2020 年は草高平均 18 cm、株幅平均 32 cm であった。
 3) () 内は定植後日数を示す。
 4) 作業時間を計測し換算したところ 20±2.0 時間/10a (平均値±標準誤差) と見積もられた。
 2018 年の施肥は、元肥として苦土石灰 100 kg/10 a、追肥として化成肥料 (N-P-K=16%-10%-14%) を 2 回、各 50 kg/10 a 施用した。(施肥量合計 N-P-K=16 kg-10 kg-14 kg/10 a)
 2020 年の施肥は、元肥は苦土石灰 100 kg/10 a 及び有機化成 (N-P-K=8%-8%-8%) 250 kg/10 a、追肥は化成肥料 (N-P-K=16%-10%-14%) を 3 回、各 30 kg/10 a 施用した。(施肥量合計 N:P:K=34 kg-29 kg-33 kg/10 a)
 畝間の雑草には、トウキに農薬登録のあるグルホシネート液剤 (18.5%) を、2018 年は 1 回、2020 年は 3 回処理し、刈払機による処理を、2018 年は 3 回、2020 年は 1 回行った。

873,000t のうち約 233,000t を国内産が占め (山本ら 2019)、国内産生薬としては使用量第 3 位である。ヤマトトウキの雑草管理についても、登録除草剤が少ないため、敷きワラやポリフィルムマルチの敷設とともに手取り除草が必須である。

こうした背景から、これまでに例のなかったヤマトトウキ栽培における機械除草技術を検討した。北海道をはじめ国内各地で利用されている (株) キュウホー社製の除草機をベースに試作・改良を施し、①除草効果として、奈良県のヤマトトウキの慣行栽培である敷きワラ栽培と同等以上の水準、さらに、②奈良県に多くみられる碎土不良を生じやすい水田転換畑や排水不良畑地での栽培を念頭に、慣行である 2 条植え平高畝栽培への適応、を目標として行った研究結果を紹介する。

1. 材料および方法

(1) 試験地と試験概要

奈良県農業研究開発センター大和野菜研究センター (奈良県宇陀市) 畑地圃場 (埴壤土 (典型山地褐色森林土)、

500 m², 斜度 0.4 度) の一部を利用した。

2016 年と 2017 年については、碎土不良条件下においてもタインによる雑草引き抜き処理を安定して行うための除草装置を試作・改良し試験に供したが、植物体地上部の損傷が多発したため中止した。

2018 年以降は、いずれも既製の除草装置を利用し、除草カルチ (商品名: 深耕カッター)、培土器 A (商品名: 土ピタ)、培土器 B (商品名: 半バインド G) および除草ディスク (商品名: モグラディスク) を組み合わせ、条間と畝肩への培土処理により、雑草埋没処理効果 (石田ら 1995) を目的とした機械除草を行った。

2018 年は、除草カルチ 4 個、培土器 A、培土器 B、さらに除草ディスク 4 個を取り付け、植え付け部分を取り外した 8 条乗用型田植機 (さなえ PA80D, 井関農機 (株)) の後部に装着して、畝を跨いで 2 条同時に乗用管理し機械除草試験を実施した (図-1)。

2020 年は、2018 年に比べ除草装置の装着品を簡素化し、培土器 B を 3 個、除草ディスク 2 個を取り付け、2018 年同様に機械除草試験を実施した。

各年次の試験区の構成と処理の概要を表-1 に示した。

(2) 機械除草試験 (2018 年)

試験区は、ペンディメタリン乳剤+敷きワラ区およびペンディメタリン乳剤+機械除草処理 3 回区の 2 区制とした。1 区あたり 15 m² (畝幅 1.5 m, 畝長 10 m, 畝高 20 cm の平高畝) 1 畝とし、各区とも 3 反復とした。

前年 9 月 21 日にペーパーポット[®] 2 号 ((株) 日本甜菜製糖) に播種し無加温室で育苗した苗を、3 月 27 日に条間 35 cm の 2 条、株間 25 cm で定植した。

いずれの試験区も、4 月 4 日に土壌処理除草剤 (ペンディメタリン乳剤 30.0%) 300 mL/10 a を圃場全面に散布した。ペンディメタリン乳剤+敷きワラ区については、6 月 4 日に、乾燥稲ワラを畝に沿って畝際まで均一に敷設した。

機械除草処理は、6 月 5 日、7 月 3 日、8 月 2 日の計 3 回行った。各回とも、速度 1 m/秒で走行し、1 畝ずつ往復処理した。

手取り除草は、全試験区で 6 月 27 日、8 月 14 日、10 月 3 日の計 3 回

表-2 除草機による処理が手取り除草実施の際の雑草個体数、新鮮重に及ぼす影響

年次	試験区	雑草新鮮重 (g/m ²) (雑草個体数 (個体/m ²))				合計
		2018年6月27日	2018年8月14日	2018年10月3日		
2018	①ペンデ [®] イメタリン乳剤+敷きワラ区	66.0 ± 25.2 ¹⁾ (11.0 ± 1.5)	1519 ± 198 (10.4 ± 0.5)	130 ± 55.8	- ²⁾	1715 ± 124
	②ペンデ [®] イメタリン乳剤+機械除草処理3回区	159.7 ± 99.1 (10.0 ± 2.9)	1438 ± 513 (17.0 ± 5.9)	450 ± 55.8	-	2048 ± 439
		n. s. ³⁾	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
2020	試験区	2020年5月20日	2020年6月4日	2020年7月15日	2020年9月14日	合計
	①敷きワラ区	149.1 ± 46.5 (52.1 ± 19.2)	378.2 ± 148 (33.4 ± 6.0)	1322 ± 232 (28.9 ± 6.7)	578 ± 161 (5.0 ± 0.8)	2428 ± 354 (119.5 ± 22.9)
	②ペンデ [®] イメタリン乳剤+機械除草処理5回区	146.8 ± 52.5 (61.6 ± 24.2)	0.0 ± 0.0 (0.0 ± 0.0)	2592 ± 700 (36.8 ± 4.2)	636 ± 192 (11.0 ± 2.5)	3375 ± 899 (109.3 ± 27.4)
	③ペンデ [®] イメタリン乳剤+機械除草処理9回区	98.9 ± 24.3 (43.2 ± 11.9)	0.0 ± 0.0 (0.0 ± 0.0)	1955 ± 428 (33.4 ± 5.6)	669 ± 131 (10.5 ± 2.4)	2724 ± 423 (87.2 ± 15.7)
		n. s. ⁴⁾	n. s.	*	n. s.	n. s.

- 1) 平均値 ± 標準誤差。
- 2) 調査を行わなかった。
- 3) t検定により、*は有意差有り (p<0.05), n.s.は有意差無し (p>0.05)。
- 4) 一元配置分散分析により、*は有意差有り (p<0.05), n.s.は有意差無し (p>0.05)。

雑草調査について

2018年は、全ての試験区の手取り除草時に、各区の畝上の任意の2カ所において、ヤマトトウキ2株×2条間に相当する0.5m²(0.5m×1m)の全ての雑草を抜き取り、根を水洗した後に新鮮重を計測し、1m²あたりの個体数と根部を含む新鮮重を算出して発生量を比較した。

2020年は、試験区ごとに全ての雑草を抜き取り、根を水洗後、新鮮重を計測し、1m²あたりの個体数と根部を含む新鮮重を算出して発生量を比較した。

おもな発生雑草は、1年生雑草では、イヌビエ、メヒシバ、スズメノカタビラ、タカサブロウ、ハキダメギク、ツユクサおよびハルタデ、多年生雑草ではスギナであった。

表-3 機械除草処理が乾物収量に及ぼす影響

年次	試験区	乾物収量		
		収穫株数(本/10 a)	乾物重(kg/10 a)	1株あたり乾物重(g/本)
2018	①ペンデ [®] イメタリン乳剤+敷きワラ区	4641 ± 386 ¹⁾	300 ± 14.4	65 ± 7.3
	②ペンデ [®] イメタリン乳剤+機械除草処理3回区	4493 ± 194	264 ± 44.7	59 ± 7.7
		n. s. ²⁾	n. s.	n. s.
2020	①敷きワラ区	5074 ± 272	297 ± 18.5	59 ± 4.7
	②ペンデ [®] イメタリン乳剤+機械除草処理5回区	4741 ± 47	266 ± 28.0	56 ± 5.3
	③ペンデ [®] イメタリン乳剤+機械除草処理9回区	4852 ± 106	260 ± 16.4	54 ± 3.1
		n. s. ³⁾	n. s.	n. s.

- 1) 平均値 ± 標準誤差。
- 2) t検定により有意差無し (p>0.05)。
- 3) 一元配置分散分析により有意差無し (p>0.05)。

収穫対象作物であるヤマトトウキは、掘り取り後、地上部を切り取って廃棄した後、根部を水洗、サイドを開放した雨除けハウス内で常温乾燥した。乾燥した根部は、生薬原料としてのヤマトトウキの調製手順に準じ、いずれの年次においても収穫翌年の1月下旬～2月上旬に60℃の湯温に浸漬し湯もみ洗いを行った。湯もみ洗い後、50℃、72時間の温風乾燥を行った後に、収穫株数、乾物重を測定した。

行った。試験区ごとに全ての雑草を抜き取った。同時に雑草調査を行った。

収穫対象作物であるヤマトトウキは、11月27日に収穫後、生薬として根部乾物サンプルを調製し、試験区ごとに10aあたり換算収量を比較した。

(3) 機械除草試験 (2020年)

試験区は、敷きワラ区、ペンディメタリン乳剤+機械除草処理5回区、ペンディメタリン乳剤+機械除草処理9回区の3区制とした。1区あたり4.5m²(畝幅1.5m, 長さ3m, 畝高20cmの平高畝)とし、各区とも6反復とした。

前年9月17日に播種し、2018年と同様に育苗した苗を4月14日に定植した。ペンディメタリン乳剤+機械除草処理5回区、ペンディメタリ

ン乳剤+機械除草処理9回区は、4月15日に土壌処理剤(ペンディメタリン乳剤30.0%)300mL/10aを圃場全面に散布した。敷きワラ区は、4月15日に、乾燥した稲ワラを畝に沿って畝際まで均一に敷設した。

ペンディメタリン乳剤+機械除草処理5回区は6月9日から8月20日にかけて計5回機械除草した。ペンディメタリン乳剤+機械除草処理9回区は6月9日から8月27日にかけて計9回機械除草した。いずれの区も、除草装置以外は2018年同様の処理条件とした。

手取り除草は、全試験区で5月20日、6月4日、7月15日、9月14日の計4回行った。試験区ごとに全ての雑草を抜き取った。同時に雑草調査を行った。

収穫対象作物であるヤマトトウキは、11月16日に収穫し、2018年同様に試験区ごとに根部乾物収量を比較した。収穫物について、1区あたり平均的な乾物重量の3株をサンプルに、第十七改正日本薬局方に従い希エタノールエキス含量を測定し品質を確認した(厚生労働省2016)。

2. 結果

(1) 機械除草効果 (2018年)

手取り除草を実施した際の雑草個体数と雑草新鮮重は、6月27日と8月14日については試験区間に有意な差は認められなかった(表-2)。10月3日については、ペンディメタリン乳剤

+敷きワラ区では、ペンディメタリン乳剤+機械除草処理3回区と比較して有意に少なかった。一方、これら3回の雑草調査日の雑草新鮮重の合計値に両試験区間で有意な差は認められなかった。

乾物収量については、試験区間に有意な差は認められなかった(表-3)。

(2) 機械除草効果 (2020年)

手取り除草を実施した際の雑草個体数と雑草新鮮重は、5月20日については試験区間を比較して有意な差は認められなかった(表-2)。6月4日については敷きワラ区で有意に多くなったが、7月15日、9月14日については試験区間に有意な差は認められなかった。これら4回の雑草調査日の雑草個体数と雑草新鮮重の合計値に試験区間で有意な差は認められなかった。

乾物収量については、試験区間に有意な差は認められなかった(表-3)。

収穫物の希エタノールエキス含量は、いずれの試験区においても第十七改正日本薬局方規格値である35.0%以上を満たした(データ省略)。

3. 考察

2018年の機械除草試験において、ペンディメタリン乳剤処理を行い3回の機械除草処理を行うことによって、ペンディメタリン乳剤処理を行い敷きワラを敷設する場合と同等程度に手取り除草量を抑えることができた。なお、3回目の手取り除草の際の雑草

新鮮重が、除草剤+機械除草処理3回区で有意に多くなったが、この時期までにはヤマトトウキの株は十分に繁茂しており、雑草による生育への影響は回避できていたものと考えられる。

2020年の機械除草試験については、手取り除草量の合計は、いずれの試験区も同等程度であった。機械除草の回数による影響は判然としなかった。

2018年の機械除草試験の結果からは、供試した除草機が、ヤマトトウキ栽培において、ペンディメタリン乳剤処理と機械除草処理を併用することにより、奈良県の慣行である2条植え平高畝栽培に適応可能であることを確認した。このことから、2020年の機械除草試験では、手取り除草量削減を目指して、ペンディメタリン乳剤処理を行った上で、機械除草処理回数を、2018年の機械除草試験の3回から、5回ないし9回に増やし試験を行った。しかし、ペンディメタリン乳剤処理をせずに敷きワラのみ敷設した場合と雑草発生量は同等であった。雑草埋没効果のみの機械除草では、処理回数を増やしても効果が高まらないことが示された。また、7月15日の3回目の手取り除草では、有意差はないものの、ペンディメタリン乳剤+機械除草処理5回区およびペンディメタリン乳剤+機械除草処理9回区で、敷きワラ区よりも手取り除草量が多くなる傾向がみられた。除草装置を改良したため、適切に作用しなかった可能性が示唆されたことから、2018年の除草

機の構成が適切であると考えられた。

今回の試験では、いずれの年次においても、処理条件を一定にするため、機械除草処理を実施した試験区においても、敷きワラを敷設した試験区と同時期に手取り除草を行った。これにより、機械除草により取りこぼした雑草が手取り除草の実施までに繁茂することとなった。機械除草処理においては、処理直後に、すみやかに残草を手取り除草すれば、雑草発生を低減できるものと考えられる。

また、奈良県をはじめ西日本の多くの地域では、ヤマトトウキが定植後活着し生育が進み始める時期は、梅雨の時期と重ならざるを得ない。これに伴い、今回の試験において、いずれの年次においても、降雨の影響で、予定の期日に作業を行えない場合があった。一定の降雨があった場合は、最低でも3日間の晴天日の後に作業を行った。作業の遅延は雑草発生を助長することから、今後は、土壌水分の高い条件下でも作業が可能となるような除草装置の検討も必要と考えられる。

機械除草処理の実施に際して、栽培対象作物の欠株や損傷を避け、機械除草処理の精度を保つためには、定植した条に沿った正確な直進走行を行うことが特に重要である。今回の試験では、機械除草処理時に、定植した条からの逸脱を避けるため、走行時は後方に監視人員を配置したが、目視で作業状態の確認が可能となるような除草装置の配置、すなわち、作業前方への装着を可能とする管理作業機を選定し検討

することが必要と考えられる。

なお、いずれの年次においても、機械除草処理を行うとやや減収する傾向がみられた。裸地栽培に伴う夏季の高地温・乾燥、あるいは機械除草処理に伴う地下部の損傷が植物体に影響を与えた可能性が示唆された。

4. 謝辞

本研究は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」により実施した（大谷

ら 2022）。研究成果をもとに「薬用作物カンゾウ、トウキ、センキュウ栽培における機械除草マニュアル」が作成されているので参照されたい（農研機構 2020）。

引用文献

- 菱田敦之 2017. 薬用作物栽培における除草剤の必要性和登録拡大. 植調 51(5), 139-142.
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.
厚生労働省 2016. 希エタノールエキス定量法. 第十七改正日本薬局方. 122.

農業・食品産業技術総合研究機構 2020. 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～. 2020年3月, 36-56.

大谷正孝・西原正和・植松猛・浅尾浩史 2022. 薬用作物ヤマトトウキ (*Angelica acutiloba* Kitagawa) 栽培における機械除草の検討. 雑草研究 67(2), 64-69.

山本豊・黄秀文・佐々木博・武田修巳・樋口剛央・向田有希・森祐吾・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.

田畑の草種

透かし田牛蒡(スカシタゴボウ)

(公財)日本植物調節剤研究協会
兵庫試験地 須藤 健一

書店で「植物図鑑」という名を見て衝動的に手に取った。ところが中は図鑑などではなく活字ばかりが並んだ小説。これは何、と目次を見てみると「1.ヘクソカズラ, 2.フキノトウ/フキ そしてツクシ,・・・4.春の野花-タンポポ, イヌガラシ, スカシタゴボウ」と続く。しかも一つひとつの植物名にはイタリックではないが学名が綴られていた。図鑑ではなかったのに戻したが、考えてみれば手に取った冊は生物・植物・図鑑といった冊ではなく一般書の冊であった。

「植物図鑑」は有川浩のライトノベルである。ある冬の晩、さやかという女の子がマンションの前でお腹を空かしているイツキという男の子を拾って(家にあげて),それからルームシェアが始まる。ある時イツキがさやかを「狩り」と称する野草採集に誘う。採集してきた野草をイツキが料理し、「美味しい」と味わうさやかであるが、その野草の中にタンポポの天婦羅がありイヌガラシのお浸しがあり、そしてスカシタゴボウの胡麻和えがあった。そんな風にして21種の野草(木本として唯一ハナミズキが取り上げられている)を摘んできて料理したりお茶にしたりあるいはそのまま食べてみたりするお話である。

著者自身も「この本が図鑑のコーナーに並ぶケースがある」かもしれないというリスクなタイトルであることを認めている。およそ「図鑑」として見るなら表紙と裏表紙の見返しに取り上げられた種のカラー写真が載せられていることと、分類のための区別点などが物語の中のお話として述べられていることであろうか。

スカシタゴボウが食べられることは佐合隆一氏の「救荒雑草」にもあるが、レシピとなるとなかなか見つからない。「植物図鑑」にもいくつかのレシピがあるがスカシタゴボウのレシピは

ない。ネットで検索するとナズナやカラシ菜のレシピに行きつく。おおよそ同じ調理法でいいのかもしれない。

スカシタゴボウはアブラナ科イヌガラシ属の冬生の一年草。全国の畑地、樹園地、畦畔などやや湿った場所で生育する。背丈は20cmから70cmほど。葉は普通、頭大羽状に中裂し不規則な鋸歯があり、基部に耳形の突起があり小さく茎を抱く。葉の切れ込みも深裂から浅裂まで多様でいくつかの変種に分けられている。花は、花弁が2-3mmの黄色十字形花。果実は長さ5-7mm、幅2-3mmでやや湾曲し、他のイヌガラシ属のものよりずんぐりとしている。種子は隔壁で2室に分かれジグソーパズルのように隙間なく並ぶ。葉の切れ込みと果実が見分けるポイント。

