

薬用シャクヤク収穫作業における振動式デガー利用による作業時間の短縮効果

米田健一・中村剛士・甲斐大運*・今中英樹*・竹村啓佑*・小田明久*

Work Time Reduction Effects of Harvesting of *Paeonia lactiflora* with a Vibrating Digger

KOMEDA Kenichi, NAKAMURA Tsuyoshi, KAI Hiroyuki*, IMANAKA Hideki*, TAKEMURA Keisuke* and ODA Akihisa*

Key Words: *Paeonia lactiflora*, root harvesting, mechanization, vibrating digger, work time

緒言

シャクヤク (*Paeonia lactiflora* Pallas) は、観賞用として栽培される場合もあるが、重要な薬用作物の一つであり、奈良県は中心的な産地とされてきた (森, 1949)。乾燥した根が生薬として利用され、ペオニフロリン等の有効成分による鎮痛や鎮痙といった効能があり、当帰芍薬散などの漢方薬に処方されている (伊藤ら, 2012)。栽培方法としては、根茎を株分けして定植する栄養繁殖が一般的であり (藤田, 1980)、秋に定植して3~5年の栽培管理の後に根を掘り上げ収穫する。しかし、収穫適期には多数の側根が大きく発達するため、土の付着量が多い。また、根の分布はおおよそ幅60~70cm、深さ30cmに及ぶため (富山型薬用作物生産協議会, 2015)、手作業による収穫作業には大きな労力と時間を要する。そこで、シャクヤクの生産現場では、既存の収穫機を利用することで、掘り取り作業を機械化する取り組みが進められている。ダイコンやニンジンといった直根性の強い根菜類では地上部を引っ張ることで根を引き抜くタイプの機械も考案されているが (伊吹・石田, 1996; 今園ら, 1981; 田中, 2003)、シャクヤクの根は引き抜くのが困難であるため、振動刃により周囲の土ごと株を掘り出し、土をふるい落とす振動式デガー等が用いられている (富山型薬用作物生産協議会, 2015; 薬用作物産地支援協議会, 2017)。しかし、機械化によって実際にどの程度作業が省力化されるのかを調査した事例は見られない。

そこで本研究では、機械導入による根の収穫作業の省力効果を定量的に検討することを目的として、

振動式デガーを導入した機械作業と手作業による作業時間の比較試験を実施した。

材料および方法

試験は現地生産ほ場 (奈良県橿原市) において実施した。南北方向に畝が設置されており、面積約7a、畝数21畝、畝長は南北に約25m、畝幅約80cmおよび通路幅約30cmであった。シャクヤクは2015年10月に株間50cmの一条植えて定植され、試験実施時点では地上部が刈り取られた状態であり、欠株がおおよそ2~3割程度見られた。

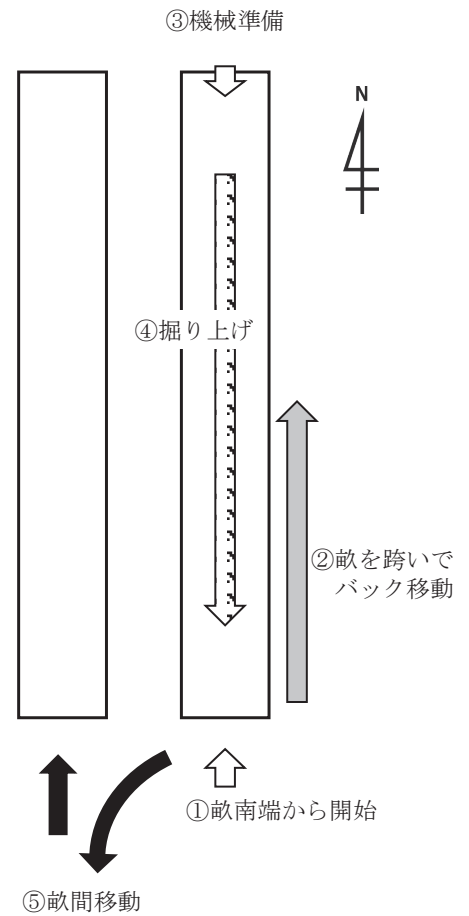
根の収穫作業は、掘り上げ作業と、土落とし作業に分けて実施した。

掘り上げ作業は2019年10月30日に実施した。ほ場東端から4, 5番目の畝 (それぞれ34, 33株/畝) を機械作業Ⅰ区、10, 11番目の畝 (それぞれ40, 39株/畝) を機械作業Ⅱ区とし、ほ場西端から2畝の中から生育の揃った18株を手作業区とした。

機械作業Ⅰ区およびⅡ区では、24馬力トラクター (FT240, 株式会社クボタ) に振動式デガー (SV2-UD900B, 川辺農研産業株式会社) を取り付けて作業した (第1図)。ほ場の北端はトラクターを転回するスペースが無いいため、作業は試験区の東側畝の南端から開始し、畝を跨いで後進しながら北端まで移動した後、デガー下げやギアチェンジなどの準備作業を実施し、掘り上げを開始した。畝の南端まで掘り上げた後、前進とバックで西隣の畝に移動し、同様に掘り上げを実施した (第2図)。作業時間は、東側畝南端の作業開始時点から西側畝の掘り上

げ終了時点までを計測した。なお、掘り上げ時のトラクター設定として、主変速は1速、副変速は超低速（クリーブ）、PTOは3速およびエンジン回転数は1500~2000rpmとした。なお、機械作業ⅠおよびⅡ区の双方において、株が掘り上がってくるごとにオペレーターはトラクターを停車し、デガーを上げて振動させることで土をふるい落とす。また、機械作業Ⅰ区では水はけが悪く土壌が粘土質であり、土壌と株がうまく分離せずに一体の塊となって掘り上がってしまうため、トラクターに乗車するオペレーター1名に加えて補助員2名が追従し、掘り上がってきた株と土の塊を手で振動部に押しつけながら引き上げ、土をふるい落としながら、株と土を分離した（第3図）。一方、機械作業Ⅱ区では株と土の分離が比較的容易であったため、オペレーター単独での作業とした。

手作業区では作業員6名がそれぞれ隣り合う3株を剣先スコップまたは備中鍬を用いて掘り上げた（第4図）。作業時間は、1株目の掘り上げ開始時点から3株目の掘り上げ終了時点までを計測した。



第2図 機械掘り上げ作業における作業経路
Fig. 2. Working route in mechanized digging plot



第1図 試験に用いた振動式デガーの外観と機械利用による掘り上げ作業の様子
Fig. 1. Appearance of tested vibrating digger and mechanized digging



第3図 2名の補助員による掘り上げ作業支援の様子
Fig. 3. Supporting work for mechanized digging by two supporters



第4図 手作業による掘り上げ作業の様子
Fig. 4. Manual digging

なお、いずれの試験区においても掘り上げた株はその場に留置した。

土落とし作業は11月7日に4名で実施した。4名全員で各区の全株において、付着した土を金属棒を用いて掻き落とすことでおおまかに除去し、株から脱落した根も含めて圃場に横付けした軽トラックに積み込んだ。作業時間は、土の除去開始時点から軽トラックへの積み込み終了時点までを計測した。

また、収穫作業に要する総作業時間を比較するため、仮に面積10a (25×40m)、畝数36、株数1411株 (49株/畝を定植し、収穫時の生存株率を80%と仮定) のほ場を想定し、各試験区における掘り上げ作業および土落とし作業試験の結果に基づいて、延べ作業時間を試算した。ただし、仮想ほ場の畝長、畝幅、通路幅および機械利用時の作業経路は試験ほ場と同様とし、トラクターの畝間移動に要するスペースは面積に含めなかった。なお、疲労による作業能率の低下および休憩時間、また手作業における株間および畝間の移動時間は考慮しなかった。

結果および考察

機械作業Ⅰ区およびⅡ区における掘り上げ作業時間を第1表に示す。株ごとにトラクターを停止してデガーを振動させたため、掘り上げ時間については株数の影響が大きいと考えられたので、株あたりの作業時間を計算した。機械作業Ⅰ区では株あたり掘り上げ時間は12.7秒/株となり、機械作業Ⅱ区の7.7秒/株と比べて長くなった。水はけが不良であった機械作業Ⅰ区では、湿った土が根から離れにくく、補助員2名が支援に当たったにも関わらず、掘り上げ時間が長くなったと考えられる。一方で、畝を跨いだバック走行、ギア設定やアタッチメント下げといった準備作業、および畝間移動については機械作業Ⅰ区とⅡ区の間には作業時間の差はみられず、土壌条件による影響は小さいものと考えられた。

手作業区における掘り上げ作業時間を第2表に示す。手作業では株あたり掘り上げ時間は作業者によってばらつきがあったが平均で65.2秒/株となり、機械作業Ⅰ区およびⅡ区よりも著しく長くなり、機械の利用により掘り上げが大きく省力化されることが確認された。

土落とし作業における株あたり作業時間を第3表に示す。作業時間は機械作業Ⅰ区が90.4秒/株と最

も短く、次いで機械作業Ⅱ区の111.6秒/株、手作業区の150.0秒/株となった。機械作業Ⅰ区とⅡ区では株が振動部分を通る際に、土がふるい落とされ、手作業よりも付着している土の量が少ないため、作業時間が短くなったと推測された。従って、掘り上げ作業に機械を導入することで、掘り上げ作業時間が短縮されるだけでなく、付着している土を機械的にふるい落とすことで、その後の土落とし作業時間も短くする効果が得られることが示唆された。また、機械作業Ⅰ区が機械作業Ⅱ区よりも作業時間が短くなったことから、機械作業Ⅰ区では土壌条件が悪かったが、補助員が振動部分に株を押し付けながら引き上げる操作を加えることにより、機械作業Ⅱ区よりも土の付着量が少なくなったため、土落とし作業は短くなったものと推測される。

第1表 機械作業による掘り上げ作業に要した作業時間
Table 1. Work time for mechanized digging

作業内容	機械作業Ⅰ (67株, 補助員2名)		機械作業Ⅱ (79株, 補助員なし)	
	作業時間 ²⁾ (秒)	株あたり 作業時間 (秒/株)	作業時間 ²⁾ (秒)	株あたり 作業時間 (秒/株)
バック走行	83	-	91	-
準備作業	60	-	56	-
畝間移動	24	-	25	-
掘り上げ	848	12.7	605	7.7

2) 畝間移動以外は2畝での合計

第2表 手作業による掘り上げ作業に要した作業時間
Table 2. Work time for manual digging

作業者	年齢 (歳)	株あたり ²⁾ 作業時間 (秒/株)
A	20	38.0
B	27	67.0
C	30	61.3
D	43	79.3
E	45	66.0
F	60	79.7
平均	37.5	65.2

2) 3株を掘り上げるのに要した作業時間の株あたり平均

第3表 土落とし作業に要した株あたり作業時間
Table 3. Work time for soil dropping

試験区	株数 (株)	作業人数 (人)	株あたり ²⁾ 作業時間 (秒/株)
機械作業Ⅰ	67	4	90.4
機械作業Ⅱ	79	4	111.6
手作業	18	4	150.0

z) 作業人数4名での土落とし作業時間を株数で除した

以上の結果を踏まえて、10aあたり延べ作業時間を試算した結果を第4表に示す。掘り上げ作業においては、機械作業Ⅱ区が4.7時間・人/10aで最も短く、次いで機械作業Ⅰ区の20.1時間・人/10a、手作業区の25.6時間・人/10aとなった。機械作業Ⅱ区では作業人数が1名のみで作業時間も最も短いため、掘り上げ作業においては最も延べ作業時間が短くなった。一方、土落とし作業における延べ作業時間は機械作業Ⅰ区で141.8時間・人/10a、機械作業Ⅱ区で175.0時間・人/10aおよび手作業区で235.2時間・人/10aとなり、手作業区と比べて機械作業Ⅰ区では約39.7%、機械作業Ⅱ区では約25.6%の作業時間短縮となった。なお、掘り上げ作業と土落とし作業を合わせた総作業時間では、機械作業Ⅰ区で161.9時間・人/10a、機械作業Ⅱ区で179.7時間・人/10aおよび手作業区で260.8時間・人/10aとなり、手作業区と比べて、機械作業Ⅰ区では38.9%、機械作業Ⅱ区で

は31.1%の作業時間短縮となった。ただし、疲労による遅延等を考慮しない条件での試算であり、実際には手作業による掘り上げ作業は労力の大きい作業であるため、遅延や休憩によりさらに差は大きくなり、機械導入による作業時間の短縮効果はさらに大きくなる可能性が高いと考えられた。

また、総作業時間に対して土落とし作業時間の占める割合はいずれの試験区でも9割前後を占め、収穫作業を効率的に省力化するためには、掘り上げ作業よりも土落とし作業の省力化を重視する必要があると考えられる。本試験においても、機械作業Ⅰ区では機械作業Ⅱ区と比べて、3名で作業したため掘り上げ作業に要する延べ時間は長くなったが、土落とし作業時間が短くなった結果、総作業時間は短くなったと考えられる。このことからシャクヤクにおいては、土壌条件等に応じて、掘り上げ作業に機器や人員を積極的に投入し、その時点でできるだけ土を落としておく方が、全体的な収穫作業の省力化に繋がる可能性が高いことが示唆された。エンジンでは根を掘り出した後に振動を加えたロードコンベアを通過させることで土を落とす機構も提案されており(伊吹・石田, 1996)、今後は土落としに重点をおいた機械の改良も視野に入れて検討していく必要がある。

ただし、本研究は単一のおぼ場における小面積での試験によるものであり、今後はさらに多くのおぼ場で実証的な事例を蓄積するとともに、費用対効果などさらに詳細な分析や機械の改良などについても検討し

第4表 10aあたり作業時間の試算結果

Table 4. Result of test estimation of harvesting work time in virtual 10a field

試験区	掘り上げ作業				土落とし作業		総作業時間 (人・時間/10a)
	作業人数 (人)	掘り上げ (時間/10a)	その他作業 (時間/10a)	延べ作業時間 ²⁾ (人・時間/10a)	作業人数 (人)	延べ作業時間 ³⁾ (人・時間/10a)	
機械作業Ⅰ	3	5.0	1.7	20.1 (78.5) ^{y)}	1	141.8 (60.3)	161.9 (62.1)
機械作業Ⅱ	1	3.0	1.7	4.7 (18.4)	1	175.0 (74.4)	179.7 (68.9)
手作業	1	25.6	-	25.6	1	235.2	260.8

[試算条件]

おぼ場面積 10a (25×40m)
畝数 36 畝
株数 1411 株 (49 株/畝を定植し、収穫時の生存株率を80%と仮定)
機械掘り上げの経路は試験(第2図)と同様とする
その他 疲労による作業能率の低下および休憩時間は考慮しない
手作業における株間および畝間の移動時間は考慮しない

z) 掘り上げ作業時間とその他作業時間を合算して作業人数を乗じた

y) 括弧内は手作業区に対する割合(%)を表す

x) 土落とし作業の株あたり作業時間に10aあたりの株数と作業人数を乗じた

ていく必要があると考えられる。

薬用作物ではシャクヤクの他にもトウキなど根を利用するものが多く、掘り上げ作業が生産者にとって大きな負担となっている場合もある。今後は他作物についても本研究で使用した振動式デガーなどを用いた機械収穫について検討していきたい。

謝辞

本研究は、農林水産省委託プロジェクト研究「薬用作物の国内生産拡大に向けた技術の開発」の補助を受けて行いました。

引用文献

藤田早苗之助. 薬用植物栽培全科. 農山漁村文化協会, 1980 (初版 1972), 388p..

伊吹俊彦, 石田茂樹. ニンジンの省力機械化栽培技

術の確立. 北海道農業試験場研究資料. 1996, 55, 39-48.

今園支和, 中精一, 下名迫寛, 木村陽司, 北原弘章. 根菜類の収穫作業の省力化に関する研究 (第3報) ダイコン収穫機の実用化. 農業機械学会誌. 1981, 43, 186-186.

伊藤美千穂, 北山隆, 原島広至. 生薬単 (改訂第2版). 株式会社エヌ・ティー・エス, 2012, 344p.

森武宗. 薬用植物圖鑑 採集栽培及其効果. 三ツ和書房, 1949, 604 p.

田中宏明. 金時ニンジン引抜き機 : 高畝栽培に対応した収穫補助機. 農業機械學會誌. 2003, 65(5), 12-13.

富山型薬用作物生産協議会. 薬都とやまのシャクヤク (薬用) 栽培マニュアル. 富山型薬用作物生産協議会, 2015, 7p.

薬用作物産地支援協議会. 薬用作物栽培の手引きトウキ シャクヤク センキュウ ミシマサイコ ジオウ. 薬用作物産地支援協議会, 2017, 142p.