

ヤマトトウキにおける植穴あたり苗本数が根の収量に及ぼす影響

小島 英・米田健一

Effects of Seedling Number Per Planting Hole on the Yield of *Angelica acutiloba* Kitagawa.

KOJIMA Hide and KOMEDA Kenichi

Key Words: *Angelica acutiloba* Kitagawa, medicinal plant, root weight

緒言

薬用作物ヤマトトウキ (*Angelica acutiloba* Kitagawa) は、セリ科の多年草で、収穫後に乾燥させた根が「当帰」と呼ばれる生薬となる。当帰には、強壯、鎮静、鎮痛、補血の効果があるとされており (伊藤ら, 2017), 当帰芍薬散など様々な漢方薬に配合されている。当帰の使用量は 2016 年に 873t, 生産国別にみると中国産が 640t, 国産が 233t と 4 分の 3 は中国からの輸入に頼っている状況にある (山本ら, 2019)。

奈良県では平成 24 年より生薬の供給拡大, 漢方薬等の製造, 漢方の普及など県内産業の振興を目指し「漢方のメッカ推進プロジェクト」をすすめてきた。そのなかで, 奈良県産ヤマトトウキのみを使用した単味製剤の実現に取り組んでおり, 原料となる県産ヤマトトウキの供給拡大が求められている。また, 製造方法としてはエキス抽出を経た製剤化が想定されている。そのため, 外観品質が評価の要素となる刻み生薬原料とは異なり, 製剤化にはエキス含量などの品質に加えて面積あたり収量をいかに向上させるかが栽培上の重要課題となる。

これまでに, 収量を上げるために, 栽植密度が生育と収量に及ぼす影響について調査が行われており, 栽植密度を 2 倍にした場合に収量が 2 割程度増加すると報告されているが (寺西ら, 1996), 定植作業の労力が大きくなることが課題となる。そこで, 当研究では, 定植回数を変えずに栽植密度を増やし, 収量向上を目指す栽培方法として, 一つの植穴に複数の苗を束状に定植する方法 (以下, 一穴密植栽培法) が収量に及ぼす影響について検討を行った。

材料および方法

試験は奈良県農業研究開発センター果樹・薬草研究センター内の露地傾斜畑 (五條市西吉野町) で 2019 年および 2020 年の 2 年間実施した。

1. 供試材料

2019 年は 4 月 5 日, 2020 年は 4 月 6 日に緩効性被覆肥料 (エコロング 413, 180 日タイプ, ジェイカムアグリ株式会社, N:P₂O₅:K₂O=14:11:13) を 10a あたり N 成分量 28kg として全量元肥全層施用した。畝は畝高 20cm, 畝間 140cm, 畝幅 90cm, 栽植幅 60 cm とし, 白黒ダブルマルチ (岩谷マテリアル株式会社, 厚さ 0.023mm) を白色面が外側になるように畝立てと同時に被覆した。

2019 年は 4 月 5 日, 2020 年は 4 月 9 日に株間 25cm, 条間 45 cm の 2 条千鳥植えて円形カッター (ぼんぼんカッター, 株式会社松尾刃物製作所) を用いて直径 6cm の植穴をあけ, 定植した。定植苗はそれぞれ 2018 年 5 月 16 日, 2019 年 4 月 16 日に播種した 1 年生苗を供試した。定植はハンド移植機 (日本甜菜製糖株式会社) で地表面に対して仰角約 45°で植え込み, 手で株元の土を押さえて土壌と密着させた後にかん水した。なお, 定植苗は根頭径の太さにより小苗 (根頭径 2.5~4.0mm) と中苗 (根頭径 6.0~8.0mm) に分類した。

試験区の概要を第 1 表に示す。2019 年は反復ごとに小苗および中苗をそれぞれ植穴ごとに 1, 2, 3 および 5 株定植し, 6 反復設置した。2020 年も同様に, 小苗および中苗をそれぞれ植穴ごとに 1, 3, 5, 7, 9 および 12 株定植し, 4 反復設置した。

第1表 各試験実施年における試験区

Table 1. Test plots in each year

苗径	植穴あたり定植株数(株/植穴)	
	2019	2020
小苗 (根頭径 2.5~4.0mm)	1	1
	2	- ²
	3	3
	5	5
	-	7
	-	9
	-	12
中苗 (根頭径 6.0~8.0mm)	1	1
	2	-
	3	3
	5	5
	-	7
	-	9
	-	12

² 未実施

2. 調査方法

1) 生育収量調査

2019年は12月17日に各試験区の根を掘り上げて、地上部を切除し、水洗により根に付着した土壌を洗い落した後に、雨除けハウスで2020年6月4日まで乾燥させ、乾燥根重を計量した。2020年も同様に、12月23日に掘り上げ、2021年5月11日まで乾燥させ、乾燥根重を植穴単位で計量した。ただし、1株区で欠株したものは集計から除外し、一穴密植栽培では植穴の全株が枯死したものは無かったため反復に含め集計を行った。抽苔については、1株区の場合は欠株として集計から除外し、一穴密植栽培で抽苔が生じたものは、根同士が絡み、分解が困難であったため、反復に含め集計を行った。

2) 局方調査

各試験区について3反復ずつ行った。乾燥根を粉碎機(IFM720G, 岩谷産業株式会社)で粉末にし、サンプルとした。サンプルは密閉プラスチック袋(ジップロック, 旭化成ホームプロダクツ株式会社)に入れ、約-20℃の冷凍庫内で保存し、第十七改正日本薬局方に定められた方法により希エタノールエキス含量を測定した。

結果および考察

各試験区の収穫物の写真を第1図に示す。植穴に

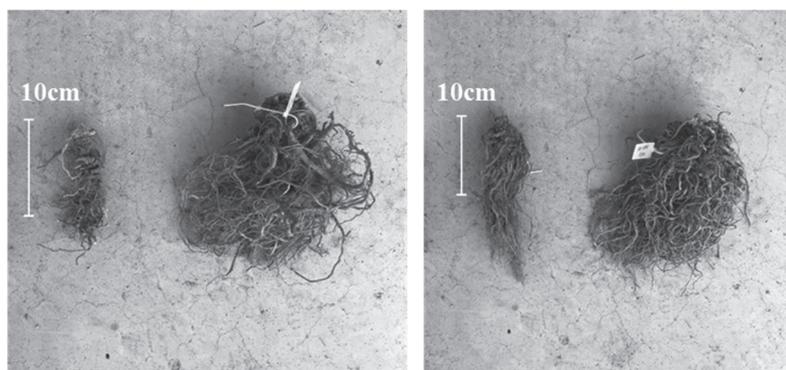
複数の苗を植えた試験区では、根が絡み合い、一つの塊として掘り上げることができた。各試験区の植穴あたり乾燥根重を第2表に示す。小苗では、2019年および2020年ともに植穴あたり定植苗数が5株までは植穴あたり乾燥根重が増加し、それぞれ78.5gおよび113.6gと5株区で最大になり、慣行である1株区と比べそれぞれ3.1倍および2.3倍となった。また、2020年の結果においては、苗数を7株以上に増やしても植穴あたり乾燥根重の増加はみられなかった。中苗では、2019年は小苗の場合と同様に植穴あたり定植苗数が5株までは乾燥根重が増加し、5株区で植穴あたり134.5gと最大となった。2020年は3株区で植穴あたり乾燥根重が173.7gと最も重くなったが、有意な差はみられなかった。それぞれの植穴あたりの乾燥根重を慣行区と比較すると2.8倍、1.5倍となった。2020年の試験結果をもとに、小苗および中苗で最大となった小苗5株区および中苗3株区での10aあたり収量、必要苗数を試算した結果を第3表に示す。10aあたりの乾燥根重は、小苗5株区で602kg、中苗3株区で921kgとなり、慣行栽培である中苗1株区の503kgより高く、単位面積あたり収量が向上できる可能性があると考えられた。これまでも、植穴あたり1株で植穴間隔を狭めることで定植本数を2倍に増やした場合に収量が慣行より2割程度向上すると報告されているが(寺西ら, 1996)、今回の試験でも同様に収量が増加する可能性が示唆された。また、一穴密植栽培法において、欠株や抽苔が生じた植穴の乾燥根重が著しく軽くなる傾向はみられず、残りの株が補償することにより影響は抑えられていると推察される。一穴密植栽培法では、植穴を増やさなことから慣行栽培と定植回数は同じで、収穫時には塊状で掘り上げられるため、従来の方法より省力的となることが期待される。これらのことから、一穴密植栽培法はより実用的な栽培方法となる可能性が考えられる。

次に各試験区の1株あたり乾燥根重を第4表に示す。試験年次と苗サイズにかかわらず、植穴あたりの定植本数が増えるほど、1株あたりの乾燥根重は小さくなる傾向がみられた。ミニニンジンでは栽植密度を高めた場合、肥料養分と光合成に必要な生育空間の影響により良品の収量や品質が低くなると報告されている(谷本ら, 2020)。トウキでも植穴あたりの定植本数を増やすことで、生育に必要な肥料の競合や葉が相互に重なり合うことで光合成能力が十分に発揮されなかったことが推測される。

第2図に希エタノールエキス含量の分析結果を示す。2019年および2020年の乾燥根はともに、いずれの試験区でも40~50%前後と日本薬局方に定められている品質基準の35%を上回っており、生薬としての品質を満たしていた。この結果から、一穴密植栽培法で得られた乾燥根は、エキス製剤の原料として利用できるものと考えられる。ただし、複数の苗を束にして植えるため株の間に土壌が入りやすいこと、またエキス製剤向けとして慣行で行われる一次乾燥後の温湯でのみ洗いの省略を想定していることから、灰分および酸不溶性灰分が局方基準を超

過する可能性があるため、引き続き洗浄方法などの検討が必要と考えられる。

以上より、一穴密植栽培法は単位面積あたり収量の増加につながり、小苗では5本、中苗では3~5本の苗を植えることで慣行栽培より最大で3倍程度まで増収する可能性があるものと考えられた。ただし、一穴密植栽培法を普及するためには、慣行栽培と栽培全体での作業時間や経費などの比較も必要と考えられるため、今後は経営的な視点での検討も行っていきたい。



小苗 (左: 1株区, 右: 5株区) 中苗 (左: 1株区, 右: 3株区)

第1図 1株区と植穴あたり乾燥根重の最も重かった試験区の乾燥根

Fig. 1. Dry root of one plant and the heaviest dry roots per planting hole in the test plot

第2表 植穴あたりの定植株数が乾燥根重に及ぼす影響

Table 2. Effect of the number of seedlings per planting hole on the dry root weight

苗サイズ	年次	植穴あたり乾燥根重(g/植穴) ^z						
		1株区	2株区	3株区	5株区	7株区	9株区	12株区
小苗	2019	25.6±10.2 a ^y	46.6±10.3 ab	53.1±8.0 ab	78.5±8.5 b	-	-	-
	2020	49.1±5.9 a	- ^x	58.4±16.3 ab	113.6±16.1 b	110.9±8.1 b	86.6±16.6 ab	102.4±7.9 ab
中苗	2019	47.8±4.9 a	75.9±11.1 ab	104.1±10.6 b	134.5±12.5 b	-	-	-
	2020	118.7±17.2 a	-	173.7±30.6 a	133.7±8.7 a	152.1±22.6 a	171.3±23.4 a	154.5±15.7 a

^z 平均値±標準誤差

^y 苗サイズおよび年次ごとに比較、異なるアルファベット間において5%水準で有意差があることを表す (Tukey-Kramer, 2019年はn=5-6, 2020年はn=3-4)

^x 未実施

第3表 2020年における乾燥根重をもとにした予想収量および必要苗数

Table 3. Expected yield and required number of seedlings based on the examination in 2020

苗サイズ・植穴あたり苗本数	植穴あたり乾燥根重(g)	欠株率 ^z (%)	10aあたり乾燥根重 ^y (kg)	10aあたり必要苗数(本)
慣行栽培(中苗 1本)	118.7	20	503	5,300
小苗 5本	113.6	0	602	26,500
中苗 3本	173.7	0	921	15,900

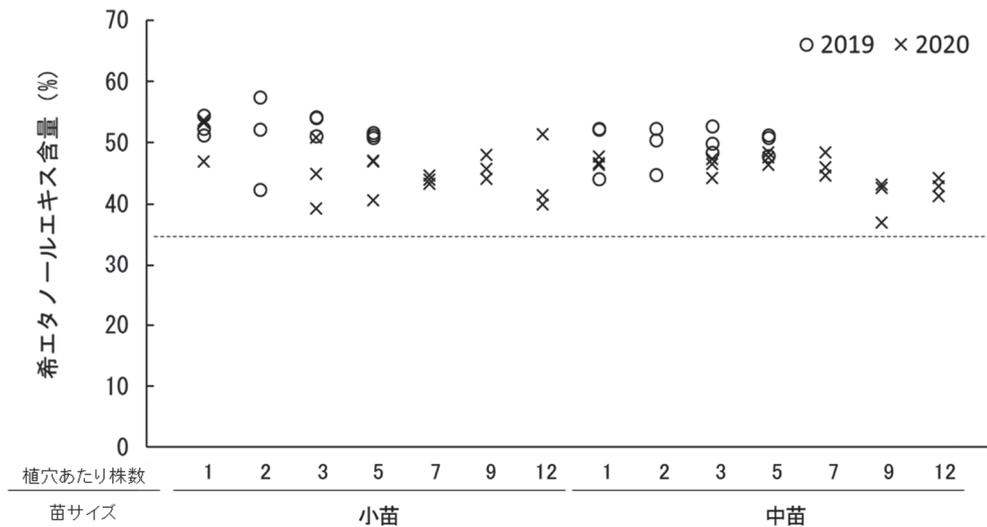
^z 2019年および2020年の枯死または抽苔した植穴数より算出

^y 10aあたりの定植株数を5300株とし、植穴あたり乾燥根重および欠株率を用いて計算した

第4表 植穴あたりの定植株数が乾燥根重に及ぼす影響

Table 4. Effect of the number of seedlings per planting hole on the dry root weight per plant

苗サイズ	年次	乾燥根重 ² (g/株)						
		1株区	2株区	3株区	5株区	7株区	9株区	12株区
小苗	2019	25.6±10.2 a ¹	24.8±4.5 a	17.7±2.7 a	16.2±1.5 a	-	-	-
	2020	49.1±5.9 a	- ^x	19.5±5.4 b	22.7±3.2 b	17.1±0.4 b	10.1±1.6 b	9.6±0.9 b
中苗	2019	47.8±4.9 a	37.9±5.5 ab	38.8±2.3 ab	26.9±2.5 b	-	-	-
	2020	118.7±17.2 a	-	57.9±10.2 b	26.7±1.7 bc	23.0±4.5 c	19.5±2.4 c	14.0±2.0 c

² 平均値±標準誤差¹ 苗サイズおよび年次ごとに比較、異なるアルファベット間において5%水準で有意差があることを表す(Tukey-Kramer, 2019年はn=5-6, 2020年はn=3-4)^x 未実施

第2図 植穴あたりの定植株数が希エタノールエキス含量に及ぼす影響

Fig. 2. Effect of the number of seedlings per planting hole on the dilute ethanol-soluble extract contents

各試験区それぞれ3反復について第17改正日本薬局方に基づいて測定した。
点線は日本薬局方記載の基準である35%を示す。

引用文献

伊藤美千穂, 北山 隆, 原島広至. 生薬単 (改定第3版). 丸善雄松堂株式会社, 2017, 370p..
奈良県漢方のメッカ推進プロジェクト(令和2年版), 奈良県, 2020, 6p..
谷本聡美, 肌野宝星, 松永邦則, 元木 悟. ミニニンジンの市場調査と栽培期間および栽植密度の違いが収量, 形態および品質に及ぼす影響. 園学研, 2020, 19, 381-389.

寺西雅弘, 吉田幸雄, 村上守一, 津野敏紀. トウキの栽植密度が生育収量, 品質に及ぼす影響について. 富山薬研年報, 1996, 23, 104-107.
山本 豊, 黄 秀文, 佐々木 博, 武田修己, 樋口剛央, 向田有希, 森 祐悟, 山口能宏, 白鳥 誠. 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, 2019, 73(1), 16-35.