

原著論文

# ヤマトトウキ (*Angelica acutiloba* Kitagawa) 短期育苗における 施肥量と栽植密度の影響

米田健一・浅尾浩史

Effects of applied fertilizer and planting density of *Angelica acutiloba* Kitagawa as  
methods to hasten seedling raising

Kenichi KOMEDA and Hiroshi ASAO

## Summary

We investigated the effects of amounts of applied fertilizer and planting density on the number of superior seedlings (5–8 mm root-head diameter) of *Angelica acutiloba* Kitagawa grown with a method to shorten the seedling raising period. Applying twice the conventional amount of 10 g/m<sup>2</sup> nitrogen component fertilizer did not influence the root-head diameter or seedling number. Consequently, increasing superior seedlings merely by increasing the amount of fertilizer is regarded as difficult. However, lower planting density than the conventional 10,000 plants/m<sup>2</sup> markedly increased the seedling root head diameter and superior seedling number despite the decreased number of total seedlings. Results demonstrate that significantly more superior seedlings were obtained with 1250–2500 plants/m<sup>2</sup>. An estimated 750 superior seedlings/m<sup>2</sup> can be achieved: a 7 m<sup>2</sup> seedling bed was needed to plant a 10 a field.

**Key Words:** *Angelica acutiloba* Kitagawa, fertilizer application, medicinal plant, planting density, seedling, thermal insulation

## 緒言

ヤマトトウキ (*Angelica acutiloba* Kitagawa) は重要な薬用作物の一つである。乾燥させた根は当帰 (とうき) と呼ばれ、生薬として多くの漢方薬に処方される。ヤマトトウキの名が示す通り、当県では山間地を中心に古くから栽培されており、江戸時代の記録では主要産地として記されている (福田ら, 2009)。また、産地の一つであった現在の五條市大深町にちなんで「大深当帰」とも呼ばれ、良品として珍重されていた。しかし、近年は生産者の高齢化や輸入品の台頭などにより、生産量は著しく少なくなっていた。一方、漢方薬の効果や効能が医学的に再確認され、漢方薬の国内需要は増加しており、漢方薬の原料となる薬用作物について国内生産の拡大が求められている (白井, 2014; 高橋, 2011)。当県においても平成24年より「漢方のメッカ推進プロジェクト」が開始され、薬用作物の生産振興から漢方販売促進に至るプロジェクトとして推進されている。ヤマトトウキは当該プロジェクトにおいて重要作物として位置付けられており、栽培方法についても検討されてき

た (奈良県農林部農業水産振興課, 2013)。

ヤマトトウキでは、播種から根の収穫までおよそ1年8か月を要する栽培期間の長さが問題となっており、特に育苗は慣行では春まきで翌春までの1年間を費やす期間の短縮が課題であった。そこで、筆者らは秋まきして冬期はフィルム二重被覆により保温することで、育苗期間を秋から春にかけての5~6か月間に短縮する育苗法 (以下、短期育苗) を開発した (米田ら, 2016)。短期育苗法は保温施設への初期投資が必要となるものの、育苗期間を短縮できるだけでなく、高温期を経ないために水管理が容易で病害虫の発生も少ないため、県内の生産現場に徐々に普及しつつある。

慣行育苗のヤマトトウキ苗では冬期に地上部の大部分が枯死するため、根頭部の直径 (以下、根頭径) が苗質の指標としてよく用いられる。慣行育苗においては根頭径が大きいほど定植後の生育が良い傾向があると報告されているが (磯田・庄司, 1988)、根頭径が8mmを超える苗は定植後に抽苔する可能性が高くなることが報告されており (富山県薬草園, 1974)、抽苔した株の根は木質化が進んで商品価値が

無くなるため、根頭径 5mm から 8mm 程度の中庸な苗が定植に適するとされている(藤田, 1986)。従って、ヤマトトウキの育苗では根頭径 5mm から 8mm の苗をなるべく多く育成することが重要となる。しかし、短期育苗では根頭径 5mm に達しない苗が多いとの声が生産現場からは聞かれる。筆者らの過去の調査事例においても、慣行育苗で苗の平均根頭径は 8.7mm であったのに対して短期育苗では 3.4mm にとどまった(米田ら, 2016)。従って、短期育苗においては苗の生育を促進して根頭径が大きくなるように育苗し、根頭径 5mm から 8mm の苗の生産量を増やすための対策が必要であると考えられた。

この対策として、まず冬期の加温が考えられる。今までに筆者らは暖房機による加温を試行したが、効果は限定的であり、さらに燃料に多くのコストがかかるため実用性が低いと考えられた(米田ら, 2016)。また、慣行育苗では、苗が過大に成長するのを避けるためにほとんど施肥されないが、短期育苗において筆者らは無施肥では苗の根頭径が著しく小さくなる結果を得ている(米田ら, 2016)。このことから、短期育苗ではある程度の施肥は必要であると考えられるが、最適施肥量については検討されていない。一方、慣行育苗では、根頭径 4mm から 8mm の苗を多く生産するために栽植密度の調整が有効であることを示唆する北海道の事例があるが(鈴木, 2013)、本県の短期育苗では栽植密度の検討はされていない。

そこで、本研究では短期育苗において施肥量と栽植密度が優良苗の生産量に及ぼす影響を調査するとともに、最適条件の検討を試みた。

## 材料および方法

### 実験1 施肥量と栽植密度が苗の生育に及ぼす影響

実験は奈良県五條市西吉野町の果樹・葉草研究センター内の圃場において実施した。農 PO フィルム(トーカンエース NH, 東籾興業株式会社, 厚さ 0.1mm) で被覆したパイプハウス(間口 4.0m, 奥行き 7.4m, 棟高 3.8m) に、育苗ベッド(幅 1.2m, 長さ 2.0m) を設置した。育苗ベッドは厚さ約 2cm, 高さ 30cm の集成材を土留め板として周囲に設置し、真砂土を深さ 25cm となるまで入れた。なお、ベッドの底にはシート等は設置せず、地表面と真砂土が接している形とした。また、育苗ベッドにはさらにパイプ

ハウスと同じ被覆資材を用いたトンネル被覆を設置して二重被覆とした。

試験区は施肥量 2 水準と目標栽植密度 2 水準のそれぞれを組み合わせた計 4 試験区とし、育苗ベッド上に 1 区幅 30cm, 長さ 40cm で 3 反復設置した。育苗ベッドを長辺の中心から 2 つに分け(それぞれ幅 1.2m, 長さ 1.0m)、仕切り板としてポリプロピレン製プレート(PP プレート, コメリ株式会社, 厚さ 4mm) を埋め込んだ。一方を慣行である窒素成分 10g/m<sup>2</sup>, 他方を 20g/m<sup>2</sup> の施肥量とし、それぞれ慣行施肥区、倍量施肥区とした。肥料は IB 化成 S1 号(ジェイカムアグリ株式会社, N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=10:10:10) を使用し、均一になるように試験区内にまき、地表から約 3cm の深さに埋設した。また、目標栽植密度は 10000 本/m<sup>2</sup> と 3333 本/m<sup>2</sup> と設定し、それぞれ慣行密度区、疎植区とした。なお、事前は無作為に選んだ種子 100 粒を計量して平均 1 粒重を算出するとともに、湿らせたろ紙を敷いたシャーレに播種して暗黒 20°C で静置する方法(Phip ら, 2006) で発芽率を確認し、次式により試験区の目標栽植密度に基づいて播種量を調節した。

播種量 (g) = 目標栽植密度 (本/m<sup>2</sup>) × 試験区面積 (m<sup>2</sup>) × 平均 1 粒重 (g/粒) ÷ 発芽率 (%) × 100。

播種日は 2016 年 10 月 20 日とし、試験区内に種子を均一になるようにまいた後、育苗培土(与作 N150, ジェイカムアグリ株式会社) 約 7t/m<sup>2</sup> で覆土して木板で鎮圧し、乾燥防止のため粗殻を地表が隠れる程度に敷設した。なお、出芽が完了するまでは毎日かん水し、その後は週に 1~3 回程度、地表が乾燥しないように適宜かん水した。また、パイプハウスのサイド換気と育苗ベッドのトンネル被覆を天候によって手動で開閉し、さらにパイプハウス内(トンネル外)の気温が 35°C 以上で換気扇を作動させることで室温管理し、異常高温を回避した。

2017 年 4 月 11 日に苗を掘り上げ、重量を測定して約 20% を無作為に抜き出し、デジタルノギス(CD-15PSX, 株式会社ミツトヨ) を用いて根頭径を調査した。また、掘り上げた苗数と調査した苗の重量比率から次式により試験区の苗数を 1m<sup>2</sup> あたりに換算して推定した。

推定苗数 (本/m<sup>2</sup>) = 調査苗数 (本) × 苗の総重量 (g) ÷ 調査した苗の重量 (g) ÷ 試験区の面積 (0.12m<sup>2</sup>)。

なお、調査した根頭径の平均値と推定苗数を当該試験区の代表値として採用し、3 反復データとして取り扱った。

**実験2 最適な栽植密度の検討**

実験は実験1と同様に果樹・薬草研究センター内の圃場において実施した。パイプハウスおよび育苗ベッドは実験1で供試したものと、隣接している同様の施設の2棟を供試した。また、育苗ベッドはかん水した後に二重被覆の状態です2017年8月1日から10月1日まで締めきり、太陽熱消毒を実施した。

目標栽植密度については10000本/m<sup>2</sup>、5000本/m<sup>2</sup>、2500本/m<sup>2</sup>および1250本/m<sup>2</sup>の4水準を設定し、それぞれ慣行密度区、1/2区、1/4区および1/8区とした。また、試験区は1区幅20cm、長さ20cmで2棟それぞれに3反復設置した。なお、隣接試験区との根域競合を避けるため、試験区間には最低10cmの間隔を置いた。

2017年10月25日に実験1と同じ方法で播種した。なお、施肥は窒素成分10g/m<sup>2</sup>としてIB化成S1号を播種前日に施用し、施肥方法、播種量の調節、かん水および温度管理については実験1と同様とした。

2018年4月9日に苗を掘り上げ、実験1と同じデジタルノギスを用いて根頭径を測定した。なお、試験区の周縁部は残して中央幅15cm、長さ15cm範囲の苗を掘り上げ、その全てを調査対象とした。また、調査した根頭径の平均値と苗数を当該試験区の代表値として採用し、6反復データとして取り扱った。

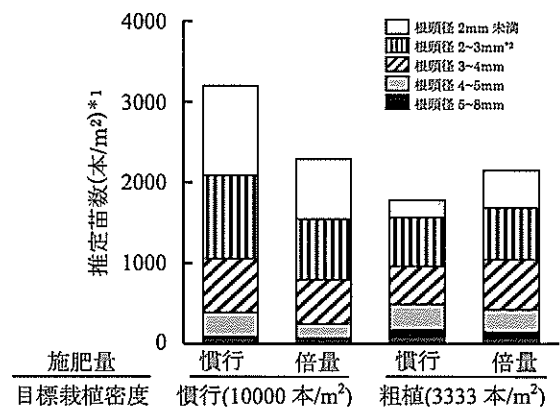
**結果**

**実験1 施肥量と栽植密度が苗の生育に及ぼす影響**

各試験区の平均根頭径と二元配置分散分析の結果を第1表に示す。慣行施肥区と倍量施肥区の間には有

意な差は無かったが、慣行密度区では疎植区と比べて平均根頭径が有意に小さくなった。なお、施肥量と目標栽植密度との間に有意な交互作用は検出されなかった。

各試験区の根頭径ごとの推定苗数を第1図に示す。慣行密度区では全体の推定苗数は疎植区と比べて多いが、根頭径2mm未満の苗が多い傾向にあった。一方、根頭径5~8mm(○~△mmは○mm以上△mm未満を表す、以下同様)の推定苗数については、施肥量にかかわらず慣行密度区では疎植区と比べて少ない傾向となった。また、慣行密度区と疎植区の双方で、推定苗数は目標栽植密度を大きく下回った。



第1図 施肥量と目標栽植密度の違いによる根頭径ごとの苗数(実験1)

Fig.1 Number of seedlings raised in different amount of applied fertilizer and target planting density (experiment 1)

\*1 試験区内の約2割の苗を計数し、調査苗重と全苗重との比率から苗数を推定した

\*2 ○~△mmは○mm以上△mm未満を表す

第1表 施肥量と栽植密度の違いによる苗の平均根頭径(実験1)

Table 1 Root-head diameter of seedlings raised in different amount of applied fertilizer and target planting density (experiment 1)

目標栽植密度	施肥量	平均根頭径 (mm±標準誤差)	二元配置分散分析	
慣行 (10000本/m <sup>2</sup> )	慣行	2.66 ± 0.12	目標栽植密度	**
	倍量	2.67 ± 0.18		施肥量
疎植 (3333本/m <sup>2</sup> )	慣行	3.30 ± 0.07	交互作用 (目標栽植密度×施肥量)	n.s.
	倍量	3.01 ± 0.08		

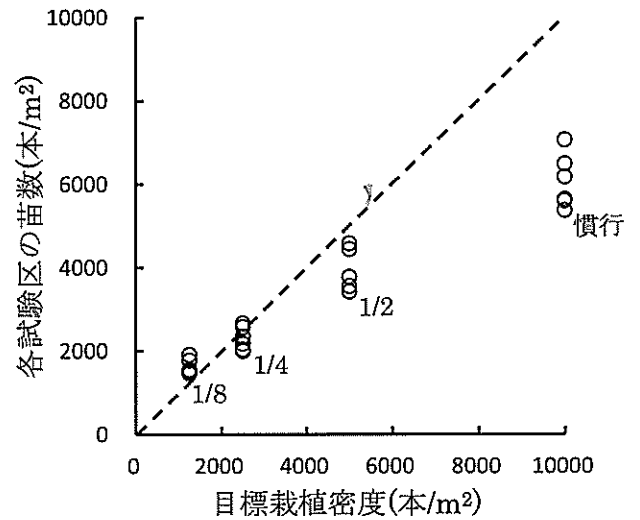
\*\*は1%水準で有意差があることを示す

n. s. は5%水準で有意差がないことを示す

### 実験2 最適な栽植密度の検討

各試験区における、掘り上げた苗の平均根頭径、平均苗数および根頭径ごとの平均苗数を第2表に示す。多重比較 (Tukey,  $p < 0.05$ ) の結果、目標栽植密度が低くなるほど平均根頭径は有意に大きくなり、平均苗数は有意に少なくなった。慣行区、1/2区、1/4区および1/8区で平均苗数が最大であった根頭径は、それぞれ2mm未満、2~3mm、3~4mmおよび6~7mmとなった。また、根頭径5~8mmの平均苗数は多重比較 (Tukey,  $p < 0.05$ ) の結果、慣行区では他の区と比べて有意に少なく、1/2区では慣行区より有意に多いが1/4区と1/8区よりは有意に少なく、1/4区と1/8区では他の区と比べて有意に多くなった。

試験区ごと目標栽植密度と実際に掘り上げられた平均苗数の散布図を第2図に示す。目標栽植密度が高くなるほど実際の平均苗数が少なくなる傾向がみられ、1/8区と1/4区では目標栽植密度と平均苗数はほぼ合致したが、慣行区では乖離が大きくなった。



第2図 各試験区の苗数と目標栽植密度の散布図(実験2)  
Fig.2 Scatter plot of number of seedlings and target planting density (experiment 2)  
点線は各試験区の苗数と目標栽植密度が一致する場合 ( $y=x$ ) を表す

第2表 目標栽植密度の違いによる平均苗数、根頭径、根頭径ごとの苗数とその割合および優良苗数 (実験2)

Table 2 Number of seedlings, root-head diameter, and proportion of seedlings in each root-head diameter to all seedlings and number of superior seedlings in different target planting densities (experiment 2)

試験区	平均苗数 <sup>*1</sup> (本/m <sup>2</sup> )	平均根頭径 (mm)	上段：根頭径ごとの平均苗数(本/m <sup>2</sup> ) 下段：試験区あたり平均苗数に対する割合(%)											優良苗 <sup>*3</sup> 数 (本/m <sup>2</sup> )
			2mm未満	2~3mm <sup>*2</sup>	3~4mm	4~5mm	5~6mm	6~7mm	7~8mm	8~9mm	9~10mm	10~11mm	11mm以上	
慣行	6059.3 d <sup>*4</sup>	2.4 a	2777.8 (36.4)	1474.1 (24.3)	1029.6 (17.0)	548.1 (9.0)	177.8 (2.9)	29.6 (0.5)	22.2 (0.4)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	229.6 a
1/2	3925.9 c	3.2 b	1029.6 (24.7)	1059.3 (27.0)	740.7 (18.9)	600.0 (15.3)	296.3 (7.5)	148.1 (3.8)	37.0 (0.9)	7.4 (0.2)	7.4 (0.2)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	481.5 b
1/4	2303.7 b	4.3 c	266.7 (11.6)	370.4 (16.1)	555.6 (24.1)	311.1 (13.5)	288.9 (12.5)	274.1 (11.9)	185.2 (8.0)	37.0 (1.6)	14.8 (0.6)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	748.1 c
1/8	1614.8 a	5.4 d	81.5 (5.0)	140.7 (8.7)	244.4 (15.1)	251.9 (15.6)	251.9 (15.6)	288.9 (17.9)	214.8 (13.3)	66.7 (4.1)	29.6 (1.8)	14.8 (0.9)	29.6 (1.8)	755.6 c

<sup>\*1</sup> 20cm×20cmの試験区から周縁部を除いた中央15cm×15cm範囲の苗を掘り上げて調査対象とした

<sup>\*2</sup> ○~△mmは○mm以上△mm未満を表す

<sup>\*3</sup> 根頭径5~8mmの苗を優良苗とした

<sup>\*4</sup> 異なるアルファベット間で有意差があることを示す (Tukey,  $p < 0.05$ )

### 考察

本研究では、ヤマトウキの短期育苗について優良苗とされる根頭径5~8mmの苗の生産量を向上させることを目的として実験を実施した。

実験1では、施肥量と目標栽植密度を組み合わせた試験区を設定し、多肥や疎植により苗の生育が向

上して優良苗の生産量を増やせるか検討した。施肥量に関しては、現在の短期育苗では冬の低温時でも比較的溶出しやすいとされるIB化成を用いて、窒素成分で8~10g/m<sup>2</sup>程度の施肥量とするのが慣行となっている。本研究では窒素成分20g/m<sup>2</sup>について検討したが、目標栽植密度にかかわらず、施肥量を増やしても苗の根頭径は大きくなり(第1表, 第1図),

多肥により優良苗を増産するのは困難であると判断され、施肥量は慣行の窒素成分  $10\text{g}/\text{m}^2$  で十分であると考えられた。ただし、さらに少ない施肥量でも同等の生育を得られる可能性があり、今後はコスト削減の面から最適施肥量を検討する必要があると考えられる。

また、慣行区の3分の1に目標栽植密度を下げた疎植区において平均根頭径が大きくなる効果が認められた(第1表)。一方、疎植区では慣行区と比べて全体の推定苗本数は少なかったが、根頭径5~8mmの苗の平均苗本数は多い傾向がみられた(第1図)。このことから、栽植密度を低くすることは、短期育苗において優良苗を多く得るための方法として有望であると考えられ、最適な密度についてさらに検討することが重要であると考えられた。ただし、一部苗の抜き出しにより調査した推定苗数が目標栽植密度を大きく下回った理由は判然としない。また、施肥量については試験区間には仕切り板を設けたが、目標栽植密度については隣接試験区から根域競合などの影響を受けた可能性が否定できないため、再度実験する必要があると考えられた。

そこで、実験2においては試験区の設置間隔、掘り上げ方法および調査方法を見直し、目標栽植密度を慣行の  $10000\text{本}/\text{m}^2$ 、 $5000\text{本}/\text{m}^2$ 、 $2500\text{本}/\text{m}^2$  および  $1250\text{本}/\text{m}^2$  の4水準設定して短期育苗を試行した。

その結果、目標栽植密度が低くなるほど苗の平均根頭径は有意に大きくなった。一方平均苗数は、目標栽植密度が高いほど有意に多くなったが、目標栽植密度が高い慣行区や1/2区では全苗数は多いものの、根頭径3mm未満の苗の割合が多くなった(第2表)。さらに、根頭径5~8mmの苗の本数は栽植密度の低い1/4区と1/8区で有意に多くなった(第2表)。また慣行区と1/2区では、実際に掘り上げられた平均苗数が目標苗数より少ない傾向がみられたことから(第2図)、目標栽植密度が高い区では出芽が過密となったため、発芽が遅れた苗や生育が劣る苗は育苗期間中に枯死したと推測された。これらの結果から、短期育苗において優良苗を多く得るためには、目標栽植密度を  $1250\sim 2500\text{本}/\text{m}^2$  なるように播種量を調節し、過密を避けることが重要であると考えられる。また、栽植密度を  $1250\sim 2500\text{本}/\text{m}^2$  にした場合に得られる優良苗は  $1\text{m}^2$  あたりおよそ750本であるため(第2表)、定植に必要な苗を全て優良苗で賄うためには、定植圃場  $10\text{a}$  あたり約  $7\text{m}^2$  の育苗ベッドが必要であると見積もられた(定植に必要な苗数を  $5,300$

本/10aとして計算)。ただし、小面積での実験に基づく試算であり、今後実証が必要である。また、本研究では  $1250\text{本}/\text{m}^2$  より低い目標栽植密度については検討していない。目標栽植密度  $1250\text{本}/\text{m}^2$  では根頭径が6~7mmの苗数が最も多くなり、抽苔の恐れがあるとされる根頭径8mm以上の苗の割合も増加しつつある。このことから、現時点では  $1250\text{本}/\text{m}^2$  は適正密度の下限に近いものと推測しているが、今後最適な目標栽植密度を絞り込むためには、さらに低い密度を含めて詳細に検討する必要があると考えられる。

なお、目標栽植密度を適正に調節するためには、播種前に発芽率を把握することが重要である。ヤマトトウキの種子は一般にはほとんど流通していないため、自家採種が基本となる。そのため、生産者が採種後に自ら発芽試験を実施する必要がある。ヤマトトウキの種子は奈良県では8月頃に採種されるが、短期育苗に使用するためには遅くとも11月中には播種する必要がある(米田ら, 2016)。一方、発芽ぞろいが悪い場合発芽試験には1ヶ月近くの期間が必要であり、時期を逸しないよう計画的に発芽試験を実施するように留意するべきと考えられる。

薬用作物については、生産技術が他の作物よりも未発達であることが指摘されており(白井, 2014)、ヤマトトウキについても生産振興のためには効率的栽培方法の確立が急務である。当研究で検討した短期育苗は栽培の効率化に大きく寄与できる可能性が期待できるため、今後も条件の最適化についてさらに検討し、生産現場へのさらなる普及を図っていきたいと考えている。

## 摘要

育苗期間を従来の半分に短縮できるヤマトトウキの短期育苗において、根頭径5~8mmの優良苗の増産を目的として施肥量と栽植密度の影響を調査した。施肥量については多肥による効果はみられず、慣行の窒素成分  $10\text{g}/\text{m}^2$  で十分と考えられた。一方、目標栽植密度が低くなるほど苗数は少なくなるが根頭径が大きくなり、目標密度  $1250\sim 2500\text{本}/\text{m}^2$  となるように播種量を調整することで根頭径5~8mmの優良苗が多く得られた。なお、その本数は約  $750\text{本}/\text{m}^2$  で、 $10\text{a}$  定植するのに必要な  $5,300$  本の優良苗を得るためには、 $7\text{m}^2$  程度の育苗面積が必要と見積もられた。

## 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, 1986, 388p.
- 福田浩三, 村田和也, 松田秀秋, 谿忠人. 大和当帰の栽培生産の歴史と現状. 薬史学雑誌. 2009, 44 (1), 10-17.
- 磯田進, 庄司順三. トウキ *Angelica acutiloba* KITAGAWA の栽培に関する研究(第2報) 芽くり苗の大きさが生育に及ぼす影響. 生薬学雑誌. 1988, 42 (4), 278-283.
- 米田健一, 東井慈子, 浅尾浩史. ヤマトトウキにおける冬期保温ベッド育苗による短期育苗法の検討. 奈良県農業研究開発センター研究報告. 2016, 47, 1-10.
- 奈良県農林部農業水産振興課. 奈良県における「漢方のメッカ推進プロジェクト」の取組について. 特産種苗. 2013, 6, 136-139.
- Ninh Thi Phip, Nojima Hiroshi, Tashiro Toru. Effect of seed selection based on seed weight and specific gravity on seed germination and seedling emergence and growth in *Angelica acutiloba* Kitagawa. Jpn. J. Trop. Agr. 2006, 50(3), 154-162.
- 白井正人. 薬用作物について. 農耕と園芸. 2014, 11, 12-16.
- 鈴木清史. トウキ原種苗の安定生産に向けた取り組み. 特産種苗. 2013, 6, 112-116.
- 高橋貴與嗣. 薬用作物の生産拡大に向けての課題. 農業. 2011, 1549, 40-49.
- 富山県薬草園. トウキの栽培試験(3) 定植苗の大小について. 園報. 1974, 9-12.