

原著論文

## 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

米田健一・東井慈子\*・浅尾浩史

Method to Shorten Seedling Raising Period of  
*Angelica acutiloba* Kitagawa “Yamato-toki”

Kenichi KOMEDA, Chikako TOUI and Hiroshi ASAO

### Summary

We examined a new method to shorten the seedling raising period for *Angelica acutiloba* Kitagawa, which conventionally takes 12 months. The method uses tunnel cultivation in a plastic greenhouse, maintaining a warm seedling bed to enable the efficient use of the winter period for growth. After planting, seedlings raised using this method (for 5 months) grew similarly to conventional seedlings (raised for 12 months). The yield was also the same. These results demonstrate that the method is practical. Furthermore, we investigated growth conditions of seedlings in the method, which revealed following. Sowing had to be done before December. Although additional heating promoted seedling growth, a simple combination of tunnel cultivation and a plastic greenhouse was sufficient for cultivation. The use of IBDU fertilizer (IB-S1) is suitable for this method.

**Key Words:** *Angelica acutiloba* Kitagawa, raising seedlings, warming method, fertilizer

### 緒言

ヤマトトウキ (*Angelica acutiloba* Kitagawa) は、セリ科の多年生植物であり、わが国において主要な薬用作物の一つである。その根部を乾燥したものは当帰とよばれ、血行改善などの効能を持つ生薬として当帰芍薬散など多くの重要な漢方薬に処方されている<sup>2)</sup>。かつて奈良県においては、現在の五條市大深町などを中心に産地が形成された。伝統的な湯もみ製法を経て生産される生薬は‘大和当帰’や‘大深当帰’と呼ばれ良品として珍重されてきた<sup>3)</sup>。しかし、現在は他の栽培しやすい作目への移行や、生産者の減少および高齢化により生産量は著しく減少している。

一方、日本国内においては、近年漢方薬の有効性が見直されており、需要は年々増加傾向にある。しかし、原料である生薬のほとんどは中国からの輸入に頼っているのが現状である。さらに中国国内においても経済発展に伴い内需が拡大しており、日本向け中国産生薬の安定調達に支障をきたす恐れもある。これらのことからヤマトトウキを含む薬用作物においては、日本国内での生産拡大が強く求められてい

る<sup>8)</sup>。

ただし、本県における従来のヤマトトウキ栽培では、4月頃に露地で播種し、翌年3~4月に苗を本圃に定植し、12月頃収穫する栽培方法が一般的であり、栽培期間が約1年8か月の長期に及ぶことが生産振興上の課題となっている。特に育苗には1年間を要し、長期にわたる雑草防除やかん水などの管理作業が生産者の大きな負担となっているため、栽培期間の短縮が求められている。これまでも、直播栽培や温床育苗プラグ苗の移植により栽培期間を短縮する方法が提案されているが<sup>11-14)</sup>、種子品質のばらつきが原因で生産が安定しない等の理由によって普及には至っていない<sup>7)</sup>。

そこで本研究では、初冬よりビニルハウス内においてトンネル被覆等を併用することによる保温育苗を実施することで、従来の露地育苗では苗の生育がほとんど停止する低温期を有効に活用できる短期育苗法を考案し、実証試験を実施するとともに、育苗条件についても検討した。

## 材料および方法

### 実験1. 短期育苗実証試験

試験は奈良県農業研究開発センター（橿原市四条町）において、2013年から2014年に実施した。

#### 1. 育苗試験

育苗床として、ビニルハウス内（間口4.0×奥行き7.0m、高さ3.0m）に木材の土留め板で四方を囲んだ育苗ベッド（1×2m）を設置し、土深が50cmとなるように山土を入れた。ヤマトトウキの播種は県内生産者より購入した種子を用いて2013年11月19日に行った。播種密度は100ml/m<sup>2</sup>とし、育苗用培養土（互作、ジェイカムアグリ株式会社）で種子が隠れる程度覆土して軽く鎮圧した。また、乾燥防止のため籾殻を撒設し、適宜かん水した。本葉が出揃った頃から液肥（花工場、住友化学園芸株式会社、N:P:K=5:10:5）の1,000倍希釈液を週一回、苗の上からジョロで施用（窒素成分0.5g/m<sup>2</sup>）した。また、2013年11月30日から2014年3月21日までベッドをビニルのトンネル被覆で保温し、高温になり過ぎないように適宜換気した。2014年4月18日（播種5ヶ月後）にベッドから掘り上げた苗（以下、短期苗）の中から、任意の20株について草丈と根頭径を測定した。ただし、根頭径2mm未満の苗は、明らかに定植に適さない極小苗として調査対象より除外した。なお、対照として従来育苗法により生産された1年生苗（以下、慣行苗:県内の生産者から購入）についても同様の調査を行った。

#### 2. 本圃における栽培試験

2014年4月30日に短期苗34株、慣行苗17株を定植した。畝幅1.5m、株間25cm、条間50cmの二条千鳥植えとし、元肥として有機配合肥料（くみあい有機A801、ジェイカムアグリ株式会社、N:P:K=8:8:8）を窒素成分20kg/10aとなるように施用した。なお、追肥として同様の肥料を窒素成分が計25kg/10aとなるように、5月から9月の間に4回に分けて株元に施用した。生育調査として、7月30日、9月8日、10月2日、10月30日に各株の株幅（株の生長点を中心とした最大径）と草丈を測定した。

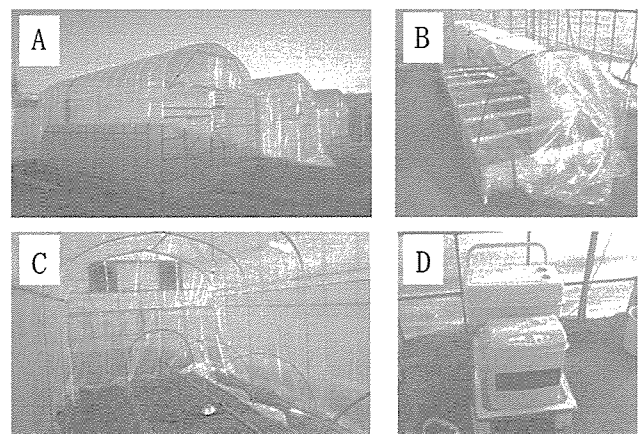
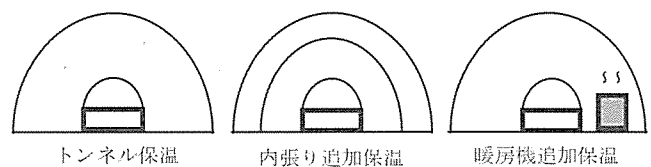
また、収穫は2015年1月8、9日に行った。収穫した株は土を軽く払って3月16、17日まで一次乾燥、同日に湯もみを行い、5月25日まで二次乾燥を行った後、茎葉部を切除して各株の根部収量（製品重）を測定した。

### 実験2. 短期育苗における育苗条件の検討

試験は奈良県果樹・薬草研究センター（五條市西吉野町）において2014年から2015年に実施した。

#### 1. 育苗試験区

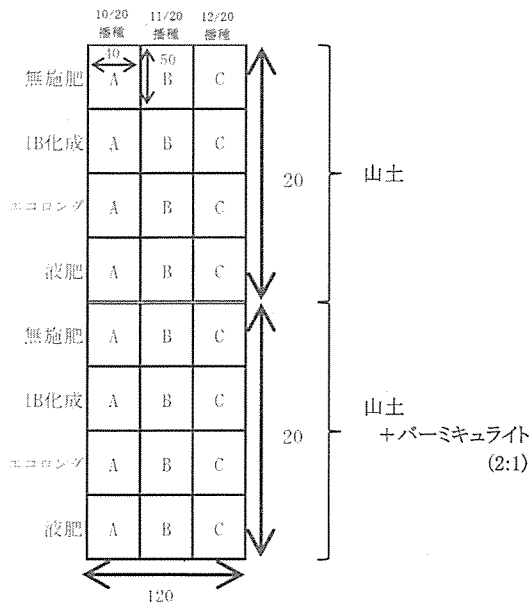
3棟のビニルハウス（間口4.0×奥行き7.4m、高さ3.8m）それぞれに土深25cmの育苗ベッド（1.2×4.0m）を設置した。この3棟のビニルハウスを用いて保温方法を以下の通り設定した（第1図）。①実験1と同様のビニルトンネル保温（以下、トンネル保温）、②ビニルトンネル保温+内張り保温（以下、内張り追加保温）、③ビニルトンネル保温+暖房機（TN-100A、徳農種苗株式会社、夜間最低温度10℃設定）による保温（以下、暖房機追加保温）。なお、ビニルトンネルは10月29日から、内張りは12月5日から設置し、暖房機は12月16日から作動を開始した。また、室温35℃（トンネル外）以上で換気扇を作動させ、併せてトンネルやハウスサイドを天候によって手動で開閉することで異常高温を回避した。また、それぞれの育苗ベッドにおけるトンネル内室温（育苗ベッド地表から30cm上）、育苗ベッド地温（深さ10cm）および施設外気温（地表から1.5m）について、データロガー（おんどとり Jr RTR502、T&D株式会社）を用いて20分間隔で測定した。



第1図 実験2における各保温育苗方法の模式図と試験区の様子

Fig.1 Schema showing keeping-warm methods applied in experiment 2 and appearances of them

- A: 供試した3棟のビニルハウス
- B: 育苗ベッドとトンネル被覆の様子(半開放)
- C: 内張り追加保温の様子
- D: 暖房機設置の様子



第2図 実験2における育苗ベッド上の試験区配置  
Fig.2 Schema showing arrangement of plots on the seedling bed of experiment 2

A,B,Cはそれぞれ10/20,11/20,12/20に播種したことを示す。  
図中における数字の単位はcm.

さらに、それぞれのベッドを24区(40×50 cm/区)に分け、以下の条件で短期育苗を実施した(第2図)。

- 1) 播種日：①2014年10月20日，②11月20日，③12月20日。
- 2) 施肥：①無施肥，②IB化成S1号(ジェイカムアグリ株式会社，N:P:K=10:10:10) 窒素成分8.4g/m<sup>2</sup>，③エコロング413(ジェイカムアグリ株式会社，N:P:K=14:11:13，180日溶出タイプ) 窒素成分8.4g/m<sup>2</sup>，④液肥OKF-9(OATアグリオ株式会社，N:P:K=15:15:15) 1,000倍希釈液。なお、固形肥料は播種2日前に地表から3~4 cmの深さにまんべんなく埋め込み、液肥は実験1と同様の手順で本葉が出揃った頃(10/20播種区：2014年12月1日，11/20播種区：2015年1月15日，12/20播種区：2015年2月13日)から、週1回5g/m<sup>2</sup>を施用(窒素成分0.75g/m<sup>2</sup>)した。
- 3) 床土：①山土のみ，②山土+パーミキュライト混和(容積比2:1)。なお、播種と覆土は実験1と同様の手順で行った。

各保温区において、播種後に子葉の出現が初めて確認された日を出芽日として記録した。また、2015年4月7日に各試験区中央付近の生育が均一な苗を

掘り上げ(10×10 cmの範囲)、実験1と同様に根頭径2 mm以上の苗を対象に本数と根頭径を調査した。

## 結果

### 実験1. 短期育苗実証試験

#### 1. 定植苗の状況

定植前の短期苗と慣行苗について草丈と根頭径を調査した結果をそれぞれ第3図、第4図に示す。草丈については短期苗が平均11.9 cmで慣行苗が平均12.6 cmであり、t検定による有意差は検出されなかった( $p=0.327$ )。一方、根頭径は短期苗が平均3.4 mmで、慣行苗が平均8.7 mmであり、t検定による有意差が検出された( $p<0.01$ )。

#### 2. 定植後の生育

定植後の株幅と草丈の推移を第5図に示す。最初の調査(7月30日)から10月2日の調査までは、短期苗と慣行苗の株幅と草丈にはt検定による有意差は検出されなかった( $p<0.05$ )。一方、10月30日の調査では草丈のみt検定による有意差が検出された( $p<0.05$ )。また、軟腐症状によって、短期苗と慣行苗の両者とも株の減少が見られ、最終的な生存株は短期苗で24株(生存率70.6%)、慣行苗で9株(生存率52.9%)となった。

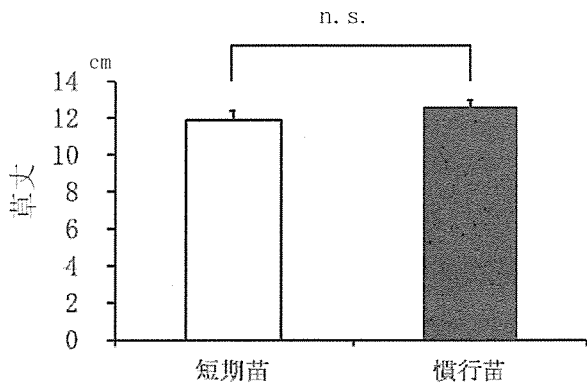
#### 3. 根部収量(製品重)

短期苗と慣行苗の湯もみ乾燥後の根部収量を第6図に示す。短期苗が平均84.4gで慣行苗が平均88.5gであり、t検定による有意差は検出されなかった( $p=0.783$ )。また、根部の形状についても短期苗と慣行苗の間で明確な違いはみられなかった(第7図)。

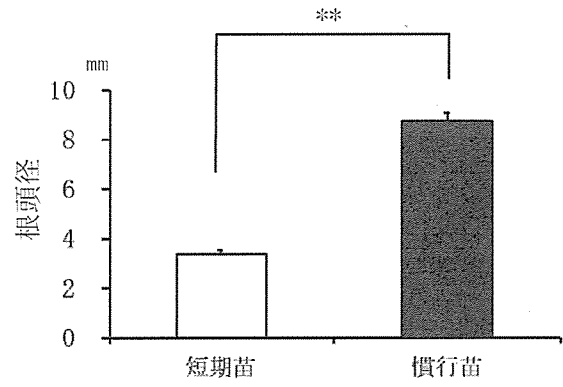
### 実験2. 短期育苗における育苗条件の検討

#### 1. 各保温方法における温度の推移

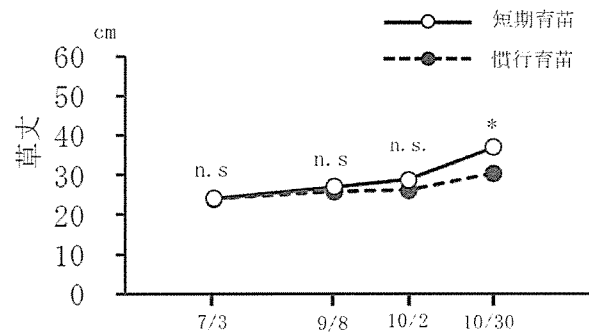
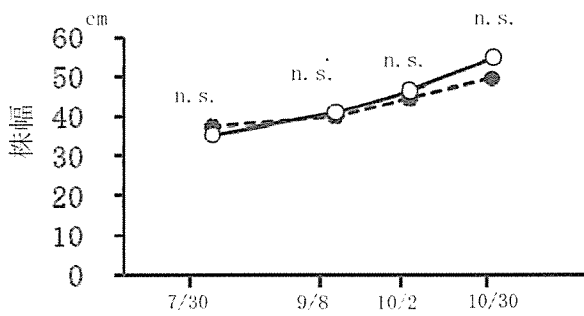
3つの保温区(トンネル保温、内張り追加保温、暖房機追加保温)について、トンネル内室温の推移を第8図に示す。最低室温でみると、外気温は12月下旬から3月初旬にかけての厳冬期に最低-4.2℃(1月29日)まで低下したが、トンネル保温では外気温より約3~5℃高く推移し、さらに内張り追加保温ではトンネル保温と比べて約1~2℃、また暖房機追加保温ではトンネル保温と比べて約3~4℃高く推移した。最高室温についてみると、厳冬期においても天候の良い日はすべての保温区で外気温より20℃程度高くなった。なお、最高室温はトンネル保温、内張り追加保



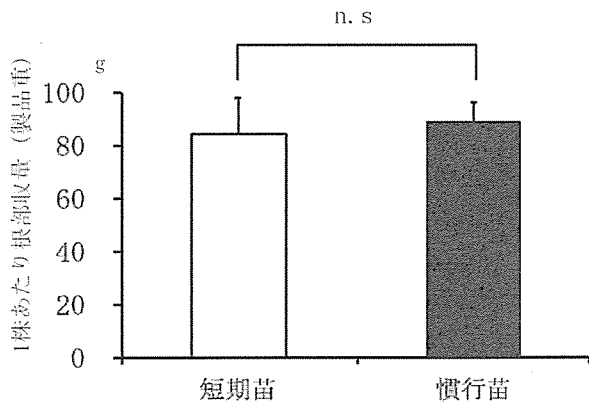
第3図 短期育苗における苗の草丈  
Fig.3 Plant length of of seedlings raised with shorten raising seedlings method  
図中の縦棒は標準誤差を示す。  
“n. s.” はt検定により有意差が無いことを示す( $p < 0.05$ ).



第4図 短期育苗における苗の根頭径  
Fig.4 Root diameter of seedlings raised with shorten raising seedlings method  
図中の縦棒は標準誤差を示す。  
“\*\*” はt検定により有意差があることを示す( $p < 0.01$ ).



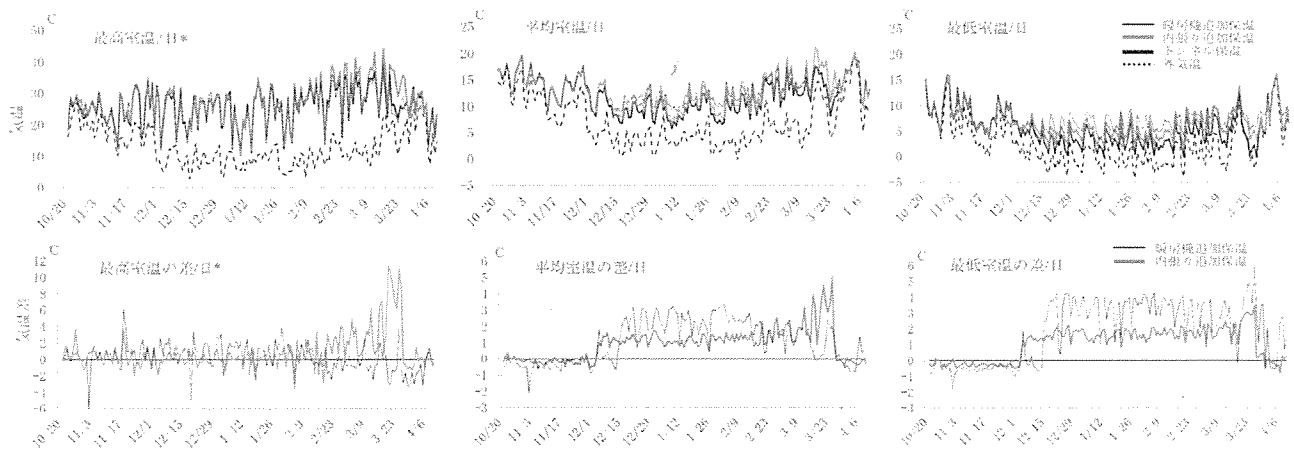
第5図 短期育苗における定植後の株幅と草丈の推移  
Fig.5 Transition of plant width and height after planting  
“n. s.” は各調査日におけるt検定により有意差がないことを示す( $p < 0.05$ ).  
“\*” は各調査日におけるt検定により有意差があることを示す( $p < 0.05$ ).



第6図 短期育苗における根部収量 (製品重)  
Fig.6 Dry weight of root harvested with shorten raising seedlings method  
図中の縦棒は標準誤差を示す  
“n. s.” はt検定により有意差が無いことを示す( $p < 0.05$ ).



第7図 短期育苗法および慣行法により生産された根部 (製品) の様子  
Fig.7 Dry roots cultivated with shorten raising seedlings method



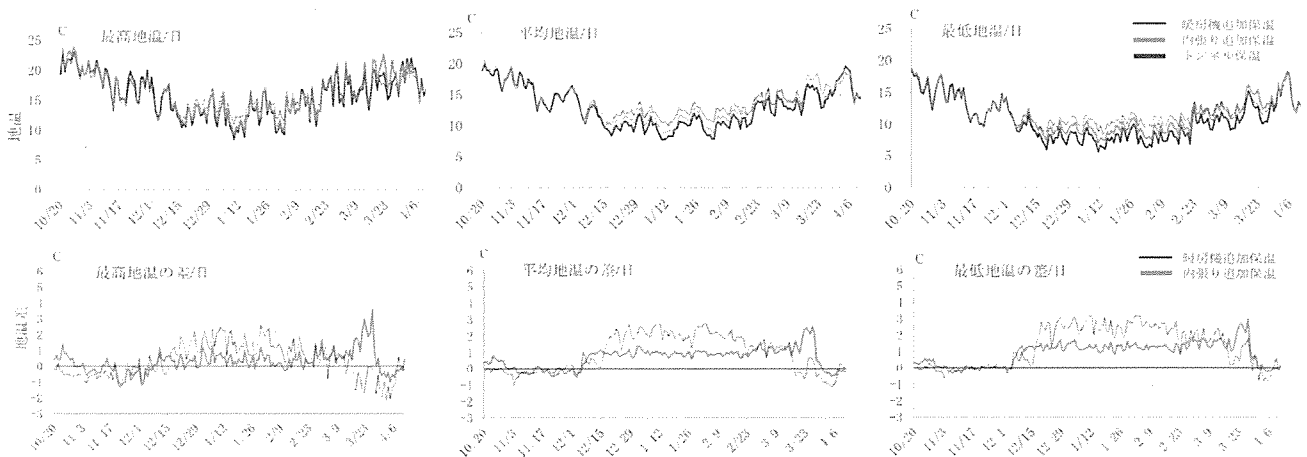
第8図 各保温方法におけるトンネル内室温の推移

Fig.8 Transition of air temperature among each keeping-warm method

上段：1日あたり最高、平均、最低室温の推移。

下段：トンネル保温を基準とした各保温方法における最高、平均、最低室温の差の推移。

\*最高室温のグラフは他のグラフと縦軸のスケールが異なる。



第9図 各保温方法における育苗ベッド地温の推移

Fig.9 Transition of soil temperature among each keeping-warm method

上段：1日あたり最高、平均、最低地温の推移。

下段：トンネル保温を基準とした各保温方法における最高、平均、最低地温の差の推移。

温および暖房機追加保温ともに、2月下旬まではほぼ同等であったが、それ以降は内張り追加保温において高くなる傾向が見られた。

次に、育苗ベッドの地温推移について第9図に示す。最低地温についてみると、厳冬期において内張り追加保温ではトンネル保温と比べて約1.5~2°C、また暖房機追加保温ではトンネル保温と比べて約2~3°C高く推移した。さらに、最高地温についてみると日によって変動が大きかったが、内張り追加保温ではトンネル保温と比べて厳冬期は同等か1°C程度

高くなり、2月末以降はさらに高くなる傾向がみられた。暖房機追加保温ではトンネル保温と比べて厳冬期は約1~2°C高く推移した。

なお、試験期間中(2014年12月16日から2015年4月7日)の暖房機の運転には約460ℓの灯油が必要であった。

## 2. 苗の生育

播種日と保温方法の違いによる出芽日を第1表に示す。出芽までの日数は播種日が遅くなるに従って長くなり、12月20日播種区では保温方法によって暖

房機追加保温, 内張り追加保温, トンネル保温の順に1日ずつ出芽日が遅れた. なお, 全区において種子の発芽率が高く(約80%), やや密植の状況となった(第10図).

各区において収穫された苗の本数を根頭径別に第11図に示す. 保温方法において, トンネル保温と内張り追加保温では苗数と根頭径はほぼ同等であったが, 暖房機追加保温では苗数と根頭径ともにやや大きくなる傾向がみられた. 播種日については, 遅くなるに従って苗の本数は少なくなり, 根頭径は小さくなる傾向が見られた. 特に12月20日播種区での苗の生育は他の区と比べて著しく悪くなった. また, 肥料についてはIB化成施肥区が他の区と比べて大きな根頭径の苗が多くなる傾向がみられた. 苗の本数についても多くなる傾向がみられ, 特に根頭径3mm以上の苗数においてその傾向は顕著であった. 一方, エコロンG施肥区と液肥施肥区では苗の本数と根頭径共にばらつきがあり, 両者に明確な差はみられなかった. また, 無施肥区における苗の生育は他の区と比べて著しく悪く, 12月20日播種では根頭径2mm以上の有効苗は得られなかった. なお, 床土へのパーミキュライト混和による苗の生育への効果については判然としなかった.



第10図 短期育苗における生育中の苗の様子 (2015年3月27日撮影)

Fig.10 Appearance of seedlings raised with shorten raising seedlings method

トンネル保温区, 10/20播種, IB施肥, パーミキュライト混和.

考察

実験1では, ヤマトトウキの育苗期間を従来の1

年から短縮する短期育苗法の実証を試みた. 冬期保温による約5か月間の短期育苗を実施したところ, 1年間の慣行育苗と比べて苗の根頭径は小さくなった

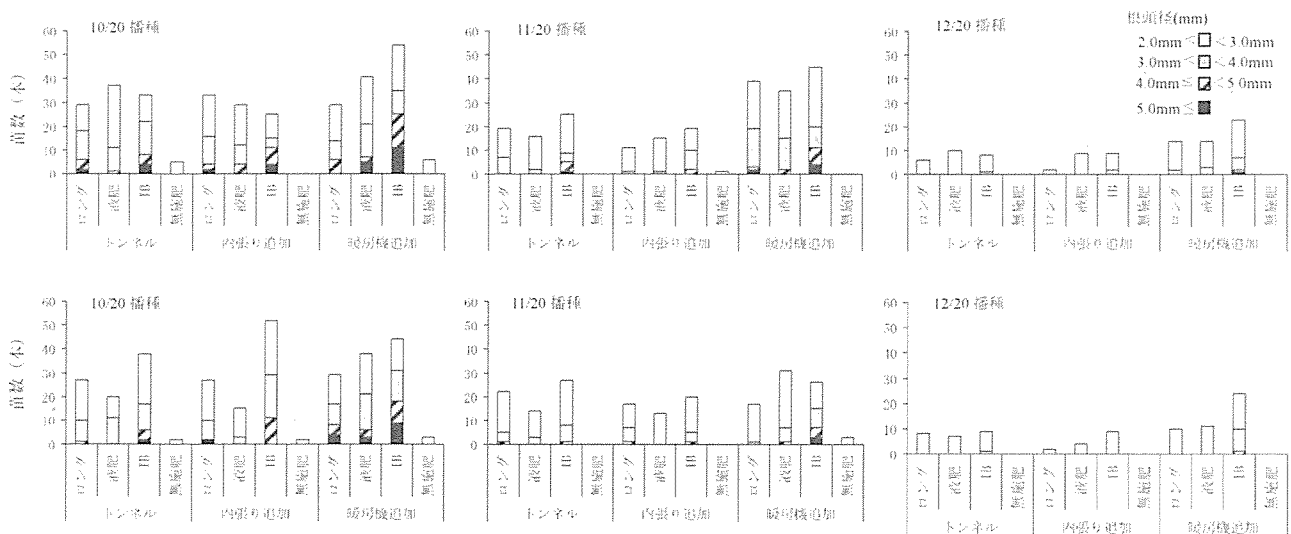
(第4図)が定植後の生育はやや勝り(第5図), 同等の根部収量を得ることができた(第6図). また, 病害の発生により株の生存率はやや低かったが, 生存株はおおむね順調に生育し, 過去に本研究と同一圃場で実施されたヤマトトウキ栽培試験の結果<sup>1)</sup>と比較しても根部収量は同等であることから, 本試験は栽培試験として成立しているものと判断された. 以上より, 本研究で考案した短期育苗方法はヤマトトウキの栽培期間を短縮する新たな技術として利用できると思われる.

ヤマトトウキや近縁種のホッカイトウキについて, 定植時の根頭径が小さい(約5mm以下)苗は収量が劣るとの報告がある<sup>10,3)</sup>. 一方, 本研究では短期苗は慣行苗と比べて根頭径が小さいにもかかわらず根部収量は同等であり, 以前の報告とは異なる結果となった. 生産現場においても, マッチ棒よりやや太い程度(根頭径:約2mm)の小苗でもうまく活着させれば例年と収量が変わらなかったとの声も聞かれ, 苗の太さが定植後の生育を必ずしも左右するものではない可能性が示唆された. また, 冬期の休眠を経ない短期苗は春先に温度が上がってからの初期生育が早く, 定植後の生育が良い可能性なども考えられるが, 今後さらに詳細な調査が必要である.

次に, 実験2においては短期育苗における育苗条件を検討した. まず, 播種時期について検討したところ, 12月20日播種区では他の区と比較して出芽までの日数が長くなった(第1表). ヤマトトウキ種子の発芽適温は20℃であり, それより温度が下がるにつれて発芽までの期間は長くなることが報告されている<sup>9)</sup>. 今回の育苗ベッドの室温をみると, 11月下旬には15℃程度あった平均室温が, 12月下旬には各

第1表 実験2における播種日と出芽日の関係 Table1 Date of seedling emergence in experiment 2

播種日	保温方法	出芽日	出芽までの日数
10/20	トンネル保温	11/2	13
	内張り追加保温	11/2	13
	暖房機追加保温	11/2	13
11/20	トンネル保温	12/8	18
	内張り追加保温	12/8	18
	暖房機追加保温	12/8	18
12/20	トンネル保温	1/14	25
	内張り追加保温	1/13	24
	暖房機追加保温	1/12	23



第 11 図 各試験区における収穫苗(10cm×10cmあたり)の本数と根頭径  
Fig.11 Number and root diameter of harvested seedlings

上段：山土パーミキュライト混和（2：1）  
下段：山上のみ

保温施設とも 10℃前後まで低下していた。このことが発芽が著しく遅れた原因と考えられる。また、4月の堀上げ調査（第 11 図）では他区と比べて苗数が少なく、根頭径が小さかったことから、12月20日播種は播種時期として遅すぎたと考えられる。一方、11月20日播種区では10月20日播種区にやや劣るものの苗数や根頭径が確保された。以上の結果より、本県では短期育苗法では遅くとも気温が急速に低下する12月までに播種することが適当であり、育苗期間を最大4ヶ月程度に短縮できると考えられる。

さらに、保温方法について検討したところ、ビニルハウスとトンネル保温の組み合わせでは最低室温が-0.1℃まで低下したが（第 8 図）、苗の枯死は起こらなかった。当該地は標高約 250m であり、奈良県内においてはこの程度の標高までなら、今回供試したなかでもっとも簡単なビニルハウスとトンネル保温での育苗が可能であると考えられる。また、暖房機の追加により、苗の生育向上が認められた（第 11 図）。ヤマトトウキの育苗期間における温度条件の影響については明らかではないが、定植後の生育では恒温条件では 20℃、昼夜温度差条件では昼温 25℃、夜温 15℃で生育が優れると報告されている<sup>9)</sup>。いずれの試験区でも昼間の最高室温は厳冬期においても 25℃を超える日が多かったことから、昼温についてはある程度確保されていると考えられる。一方、夜間の最低室温は暖房機追加保温区で他の区より高く

なっており、暖房による夜温の下支えにより生育適温に近づいたものと推測される。また、地温についても暖房機追加により最高・最低室温の上昇がみられ（第 9 図）、地温の全体的な底上げが肥料の溶出を促進し、苗の生育に寄与したと推測される。ただし、暖房機の運転には多くの燃料を必要とするため、導入には育苗規模等を踏まえたコスト分析が必要である。なお、内張りの追加によっても室温や地温の上昇は認められたが、暖房機追加時のような明確な苗数や根頭径の向上は認められず、温度上昇が不十分であったと推測される。ただし、トンネル保温のみでは凍害が発生するような場所では内張りの追加は有効である可能性があり、検討する価値はあると考えられる。以上の結果より、本県におけるヤマトトウキ短期育苗においてはビニルハウスとトンネル被覆による保温を基本とし、必要に応じて他の加温方法を併用するのが良いと考えられる。

また、肥料については今回供試した IB 化成、エコロングおよび液肥の中では IB 化成区において苗の生育が良くなる傾向がみられた（第 11 図）。IB 化成は主成分であるイソブチルアルデヒド縮合尿素の加水分解により肥効を発現する緩効性肥料であり、低温でも効果が発揮されやすいとされており<sup>9)</sup>、短期育苗のような冬期の栽培には適していると考えられる。なお、液肥では濃度や施肥回数の検討により肥効を改善できる可能性があるが、多数回の液肥散布は大

きな労力を要し、IB化成等の固形肥料を元肥として用いるほうが省力的である。また、エコロン区がIB化成区よりも生育が劣った原因は、エコロンは被膜が微生物に分解されることにより肥効を発揮することから低温により被膜の分解が進まなかったためと考えられる。本研究では180日溶出タイプを供試したため、もっと短い溶出タイプのものを施用すれば肥効が改善する可能性も考えられるが、年による室温変動の影響を受けることが予想される。したがって、短期育苗の施肥としては現時点ではIB化成による元肥施肥が適していると考えられる。ただし、今後他の肥料や最適な施肥量についてもさらに検討することが必要と考えられる。

なお、パーミキュライトの床土への混和についての苗の生育への影響は確かではなく、床土としては山土のみで十分使用可能と考えられた。ただし、複数年使用の場合や山土の質によっては、土が締まって掘り上げの際に作業性が低下するのを防ぐ可能性もあることから、継続して検討していきたい。

また、実験2では栽植密度がやや過密となったため(第10図)、苗の生育が抑制された可能性がある。短期育苗における適正な苗の栽植密度については今後の課題として検討する必要がある。

以上の結果より、今回提案したヤマトトウキの短期育苗法は栽培期間を短縮して生産振興を図る上で有望な栽培法と考えられる。今後も事例の蓄積やさらに詳細な条件の検討を行い、より安定的な栽培方法として確立していきたい。

## 摘要

従来は約1年にわたる育苗期間が必要なヤマトトウキについて、冬季に保温ベッド育苗することにより、育苗期間を短縮する短期育苗法を考案した。当方法により5ヶ月間の育苗で得られた苗から、従来の苗と同等の収量が得られることを確認した。さらに、播種時期、保温方法、肥料の種類および土壤改良資材(パーミキュライト)の有無が苗の生育に及ぼす影響を比較した。その結果、11月中の播種が必要であり、育苗期間の短縮は4ヶ月程度まで可能であると考えられた。また、暖房機追加によって生育は向上するが、簡易な施設内トンネル保温でも育苗は可能であり、コスト等を考慮して適切な保温方法を選択することが重要と考えられた。なお、肥料は

IB化成が適していた。土壤改良資材の苗生育への影響は判然とせず、床土としては山土のみで十分と考えられた。

## 謝辞

本研究を遂行するにあたって適切な助言を頂いた奈良県農業研究開発センターの西川学主任研究員に御礼申し上げます。

## 引用文献

1. 浅尾浩史. 2012. マルチ資材がヤマトトウキの生育に及ぼす影響. 奈良県農業総合センター研究報告. 43: 68-70.
2. 福田浩三・村田和也・松田秀秋・谿忠人. 2009. 大和当帰の栽培生産の歴史と現状. 薬史学雑誌. 44 (1) :10-17.
3. 北海道立北見農業試験場. II トウキの栽培法に関する試験 (I) 苗の太さが抽苔発生と根収量に及ぼす影響. 1988. 薬用作物 (センキュウ・トウキ) の試験研究成果. 39-59.
4. 村上守一・田中彰雄. トウキの栽培研究 (1) 優良種の選抜と単年栽培. 2005. 富山県薬事研究所年報. 31: 45-48.
5. Ninh Thi Phip, Hiroshi Nojima, Toru Tashiro. 2006. 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. Agr. 50(3):154-162.
6. 頼宏亮・林文音・元田義春・菊地信・三木太平・田辺猛. 1992. トウキ (当帰) の生産ならびに品質向上に関する研究 (第2報) : 温度環境の相違がトウキの生育, 生理, 収量および品質に及ぼす影響. 生薬学雑誌. 46 (4) :328-338.
7. 新藤聡・松本洋俊・松原紀嘉・渡辺均・池上文雄. 2013. オタネニンジン・トウキの栽培研究とその将来性 (3). 農耕および園芸. 88: 1153-1159.
8. 白井正人. 2014. 薬用作物について. 農耕と園芸. 11月号: 12-16.
9. 白岩裕隆. 2008. 初夏どりネギ栽培における安定多収のための抽苔制御に関する生理学的研究 第2章 施肥窒素とトンネル被覆による抽苔制御



- 第2節 トンネル内植え溝施肥が抽苔および収量に及ぼす影響. 鳥取県園芸試験場特別報告. 11:15-18.
10. 田口多喜子・田村晃. 秋田県における薬草ヤマトウキの栽培法. 1999. 東北農業研究. 52: 113-114.
11. 寺西雅弘・吉田幸雄・村上守一. 2000. トウキの直播栽培に関する研究. 富山県薬事研究所年報. 27: 107-113.

