

〔徳島農技セ研報 No. 3〕
15～20 2016

実生スギコンテナ苗生産期間短縮の試み

藤井 栄

Trial for production period shortened of cedar containerized Sugi seedlings

Sakae FUJII

要

約

近年、林業用苗木として植栽されることが多くなった実生スギコンテナ苗は、春に畑に播種され、1成長期（スギが成長する期間で春から秋）の育苗を経て、翌春に育苗施設での栽培に移行し、さらに1成長期の育苗後に出荷されており、従来の裸苗同様2成長期の育苗期間を要している。本研究では、畑を使用せず、施設のみで育苗し、生産期間の短縮を試みた。

2014年8月と2014年10月に播種した結果、翌年9月に8月播種で9割、10月播種で6割の苗木が従来苗の規格である樹高35cmに達した。2015年10月に樹高の大きな一部のコンテナ苗の得苗率を測定した結果、8月播種は $79 \pm 7\%$ となり、10月播種は $78 \pm 12\%$ となった。残りの苗木は2016年3月に得苗率を測定し、8月播種は $71 \pm 8\%$ となり、10月播種は $67 \pm 9\%$ となった。10月と翌年3月の得苗率を平均すると8月播種で $76 \pm 8\%$ 、10月播種で $69 \pm 10\%$ であった。また、コンテナ苗生産に使用した種子量は十分なかん水が可能で天候条件に左右されないハウス内で、育苗箱に播種することにより、天候条件に左右されやすい屋外の畑に播種する場合の3分の1程度の種子量、5分の1の栽培面積となった。

キーワード：スギ，コンテナ苗，再造林

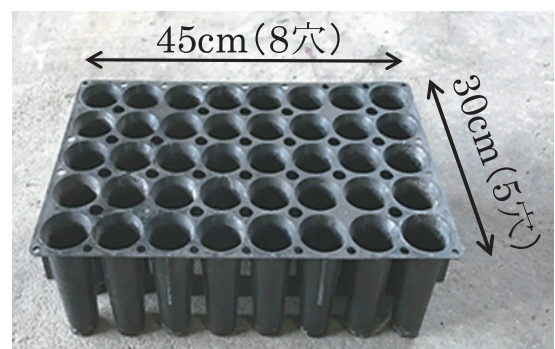
keyword：sugi, container-grown seedlings, reforestation

はじめに

徳島県では、2024年に県産材生産量を現状（2014年）の4倍となる60万 m^3 とすることを目標と掲げ、主伐から造林、保育までの「森林サイクル」を取り戻し、雇用の創出とともに、森林資源の循環を可能にする林業の実現を目指すプロジェクトを推進している¹²⁾。その中で、2018年までに2014年の再造林面積167haを300haに増加させる具体的な目標を掲げている。

そうした中、コンテナ苗を用いた再造林手法が注目されている⁹⁾。コンテナ苗は従来の裸苗のように畑で育苗された後、掘り取られて、根に付着する土をふるわれた

ものではなく、育苗施設を用いて、マルチキャビティコンテナ（第1図）で育苗され、根鉢を形成したまま出荷



第1図 マルチキャビティコンテナ（JFA150）



第2図 スギ実生コンテナ苗(左)と
スギ裸苗(右)

される苗木のことである(第2図)¹⁻²⁾。コンテナ苗のメリットとしては、活着率が比較的高く季節を選ばずに植栽が可能であるという事例が報告されている¹⁴⁾。したがって2月から4月と植栽時期が限られた裸苗では出来なかった、主伐と植栽を一貫作業として同時期に実施することによって、地拵えや苗木運搬の低コスト化が期待されている。スギコンテナ苗について、植栽後の成長や活着率に関する報告は全国的に増えてつつあるが^{34-6, 11)}、育苗に関する報告は少ない¹⁵⁾。

スギ実生コンテナ苗生産の現状を把握するために、中国四国近畿地区の苗木生産者を中心にコンテナ苗の育苗法についてアンケートをおこなった結果、ほとんどの生

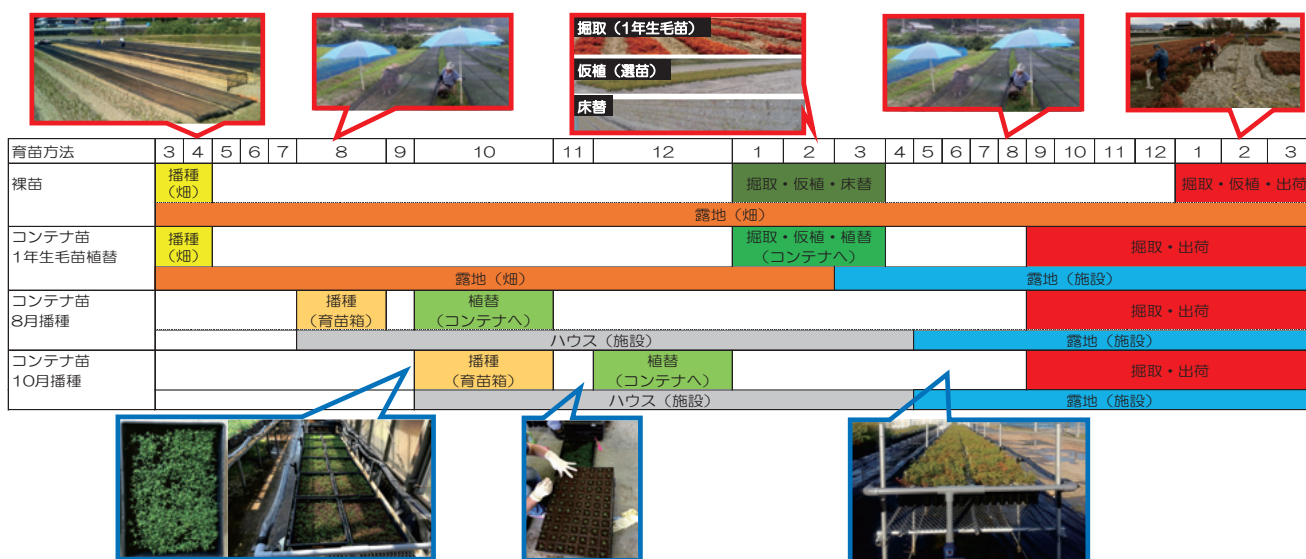
産者は畑に播種し、1成長期露地で育苗した後、裸苗の床替えと同時期に毛苗を畑から抜き取ってコンテナに移植し、さらに1成長期をコンテナで育苗していた³⁾。この方法では、苗木生産期間は従来苗と同等の2成長期であり、1成長期目の夏季の除草や床替え時の畑作業が重労働であることに加え、苗木生産者のほとんどが高齢者であることから、作業安全性や効率性の観点からも、育苗施設を活用した、畑作業の無いコンテナ育苗法の確立が望まれる(第3図)。

本研究では、植栽時期の拡大によって新たな出荷が見込まれる10月と従来の裸苗出荷の最盛期である3月の出荷を想定し、現状の2成長期を1成長期に短縮する実生スギコンテナ苗の生産を試み、成長の過程、適切な播種量や播種時期ごとの得苗率(出荷可能な苗木の割合)を明らかにすることを目的としている。

なお、本研究は農研機構生研センターが実施する「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」により実施した。

材料と方法

徳島県名西郡石井町のガラスハウス(無加温)において、2014年8月と10月にスギ種子(2013年10月に徳島県精英樹採種園より採取)を育苗箱(0.18m², 0.506m×0.357m×H.0.08m)に播種した。8月播種は冬の成長休止前に発芽と成長を、10月播種は発芽のみを想定した。想定する出荷時期である2015年10月と2016年3月に対して、1成長期を有効に活用することと、スギ種子の発芽最適温度が20℃(最高30℃, 最低10℃)⁸⁾であるため、



第3図 育苗方法ごとの工程図

この時期に播種した。10月播種のみ4試験区(播種量2.5g, 5.0g, 7.5g, 10.0g)を4反復し, 播種40日後の発芽本数を育苗箱ごとに数えた。培地はココナツピート((株) 広洋商会)を使用した。

発芽した実生苗は2か月以内に, ココナツピートに緩効性被覆肥料(ハイコントロール, $N-P_2O_5-K_2O=16-5-10$, 肥効期間360日, 10g/l)を混和し, マルチキャビティコンテナ(JFA150, 40穴, 150cc/穴, 以下「コンテナ」)に充填して移植した。2015年4月までハウスで, 以降は露地で育苗した。かん水はハウスでは週3回, 露地では週6回, 早朝にかん水ムラが発生しないようすべてのコンテナ底面から水が滴り落ちる程度をかん水時間の条件とした。本研究で用いたかん水施設では1回のかん水時間が10分で条件を満たした。消毒は7月と9月にZボルドー((株) 日本農薬)を規定量散布した。測定はコンテナへ移植した5700本のうち, 8月播種が24コンテナ960本, 10月播種は25コンテナ1000本を対象とした。測定項目は2015年1月, 3月は樹高のみ, 7月, 9月, 12月は樹高と地際直径とした。7月, 9月, 12月は樹高を地際直径で割った形状比を算出した。形状比は苗木の形状を示す指標であり, 裸苗の場合60程度が良い苗木とされる。コンテナ(5列×8本)のうち, 2列目と4列目の16本を測定対象とし, コンテナごとに平均値を算出して解析した。2015年10月に平均樹高が高い一部のコンテナ, 2016年3月に残りすべてのコンテナから苗木を抜き取り, 樹高35cmを超え, 根鉢がしっかりしている苗木の本数を数え, コンテナごとに得苗率を算出した。

結 果

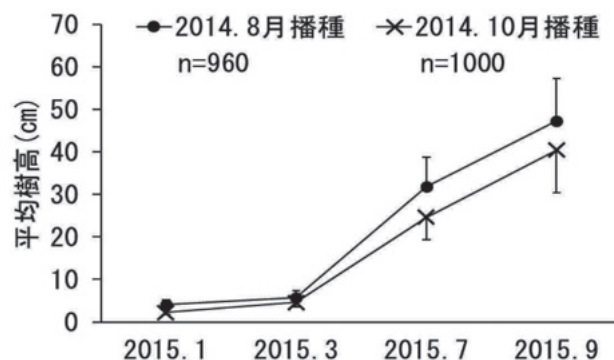
10月播種について, 播種量ごとの平均発芽本数を算出した。2.5g区で 128 ± 12 本, 5.0g区で 270 ± 33 本, 7.5g区で 405 ± 14 本, 10.0g区で 446 ± 20 本が40日以内に発芽した(第1表)。2.5g区より5.0g区が, 5.0g区より7.5

第1表 スギ種子播種40日後の平均発芽本数

播種量 (g)	平均発芽本数	1gあたりの平均発芽本数(本/g)
2.5	128±12a	51±5
5.0	270±33b	54±7
7.5	405±14c	54±2
10.0	446±20c	45±2

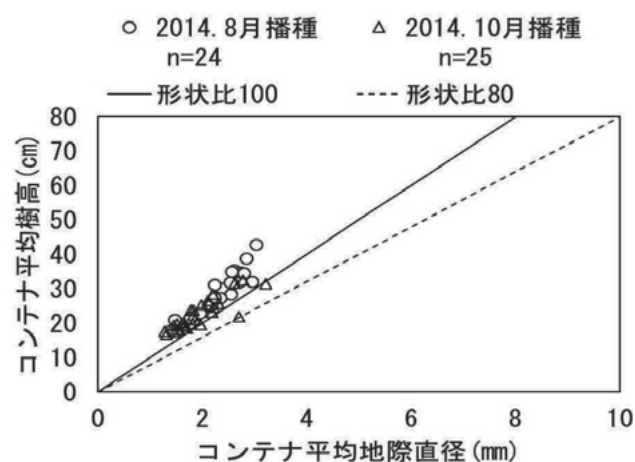
※播種は育苗箱(0.18㎡, 0.506m×0.357m×H0.08m)に4反復行った。

平均値±標準偏差, 異なるアルファベットは有意差があることを示す。(Scheffe's F test, $p<0.01$)



第4図 2014年8月播種と10月播種の平均樹高の推移

※縦棒は標準偏差を示す

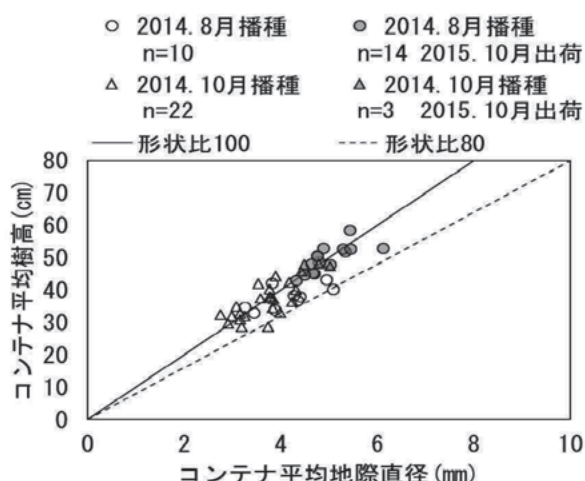


第5図 2015年7月時点のコンテナ平均樹高とコンテナ平均地際直径

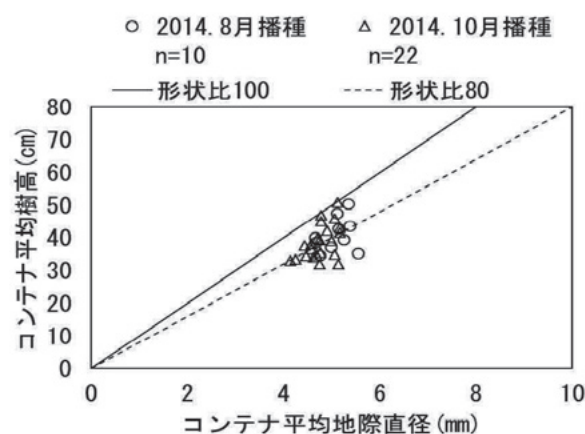
g区が有意に多く (Scheffe's F test, $p<0.01$), 7.5g区と10.0g区に有意差は認められなかった。1.0gあたりの平均発芽本数は区間に有意差が認められなかった。

2015年9月までの平均樹高の推移について, 播種時期ごとに第4図に示した。2015年1月は8月播種が3.4cm, 10月播種が2.1cmであった。2015年7月は, 8月播種が29.3cm, 10月播種が22.7cmであった。2015年9月には8月播種が45.3cm, 10月播種が37.4cmであった。両播種時期とも平均値で徳島県の出荷可能な規格である35.0cmを超えた。

コンテナ苗の平均樹高と平均地際直径を2015年7月に測定した結果を第5図に示す。両播種時期とも樹高と地際直径の関係が有意に相関し(8月播種, $r=0.92$, $p<0.001$; 10月播種, $r=0.85$, $p<0.001$), 8月播種は樹高, 地際直径ともに大きく, 10月播種は樹高, 地際直径が8月播種に比べ小さかった。平均樹高は35.0cmに届いていないものがほとんどで, 形状比は100を超えていた。2015年9月に測定した結果を第6図に示す。2015年7月同様, 両播種時期とも樹高と地際直径の関係が有意に相関していたが, 7月ほど強い相関はなかった(8月播種,



第6図 2015年9月時点のコンテナ平均樹高とコンテナ平均地際直径



第7図 2015年12月時点のコンテナ平均樹高とコンテナ平均地際直径

$r=0.81, p<0.01$; 10月播種, $r=0.80, p<0.01$)。8月播種の9割, 10月播種の6割が平均樹高35.0cmを超えており, 形状比は100付近のものが多かった。2015年9月の測定後, 8月播種で14コンテナ, 10月播種で3コンテナから苗木を抜き取って得苗率を算出した結果を第2表に示す。8月播種は $79 \pm 7\%$ となり, 10月播種は $78 \pm 12\%$ となった。残った苗木について, 12月に測定した結果を第7図に示す。両播種時期とも相関関係は無かった(8月播種, $r=0.30, p>0.05$; 10月播種, $r=0.48, p>$

0.05)。9月に対して, 平均樹高の増加は小さかったが, 平均地際直径の増加が大きく, 形状比が80付近のものが多かった。翌年3月に8月播種で10コンテナ, 10月播種で22コンテナから苗木を抜き取って得苗率を算出した結果を第2表に示す。8月播種は $71 \pm 8\%$ となり, 10月播種は $67 \pm 9\%$ となった。10月と翌年3月の得苗率を平均すると8月播種で $76 \pm 8\%$, 10月播種で $69 \pm 10\%$ であった。

考 察

ガラスハウス内で育苗箱へ10.0gの種子を播種した結果, 446本が発芽し, コンテナへ移植することが出来た。屋外の畑に播種した場合は, 種子の発芽率が30%の場合, $32\text{g}/\text{m}^2$ 程度の播種が適当とされ, 床替えを行うまでに500本/ m^2 生産するとされており⁸⁾, コンテナへ移植する苗木は15本/g生産することが出来る。本県ではこの基準に基づき苗木生産者に種子を配布している。本研究でおこなった育苗箱への播種では, 平均44.6本/gの育苗箱への移植用実生苗を生産し, 使用する面積は0.175 m^2 であるため, 畑への播種に比べ, 必要な種子量が1/3, 必要な面積が1/5となる。屋外の畑への播種は天候に左右され, コンテナへの移植までに1年を要するが, かん水量を制御できるガラスハウス内で育苗箱に播種し, 2ヵ月以内に移植すると環境条件が安定し, 期間も短いため枯死率が低くなり必要な種子量が低減されたものと考えられる。今後, 同じ種子を用い, 畑への播種を行えば, より明確にガラス室内での育苗箱への播種の効果が示せるものと考えられる。また, 1.0gあたりの平均発芽本数に有意差が認められなかったため, 10.0g区でも過密による影響がみられなかった。このことから, 面積当たりの播種量を増やし, さらに効率の良い播種が行える可能性がある。

播種翌年の2015年1月時点での平均樹高は8月播種で3.4cm, 10月播種で2.1cmであり, 1.3cmほどの差であったが, 2015年7月で6.6cm, 2015年9月で7.9cmと

第2表 播種時期ごと, 採取時期ごとの採取時期前苗木形状と得苗率

播種時期	採取時期	コンテナ数	苗木本数	採取前平均樹高(cm)	採取前平均地際直径(mm)	採取前平均形状比	得苗率(%)
2014年8月	2015年10月	14	560	49.8 ± 4.2	5.0 ± 0.5	100 ± 6	79 ± 7
	2016年3月	10	400	41.0 ± 4.9	5.1 ± 0.3	80 ± 9	71 ± 8
2014年10月	2015年10月	3	120	47.8 ± 0.4	4.8 ± 0.2	100 ± 5	78 ± 12
	2016年3月	22	880	38.7 ± 5.2	4.8 ± 0.3	81 ± 9	67 ± 9

※採取時期2015年10月の出荷前: 2015年9月, 2016年3月の出荷前: 2015年12月
 平均値 ± 標準偏差

期間が経過するにつれてその差は大きくなった。スギの発芽直後の樹高は概ね2 cm となるため、8月播種は前年秋の移植後、活着し成長している一方、10月播種は移植後の成長がほぼ無かったことを意味している。植物は根の吸水能が整ってから成長するものであるため、前年に成長している8月播種は翌年の成長期間の始期から成長する体制が整っていたが、10月播種は生長期間の始期に発根などの体制整備に期間を要したため、2015年1月の樹高の差1.3cm がその後、広がったと考えられる。ただし、前年の成長期間に移植後の成長がほぼ無かった10月播種においても、2016年3月までに $69 \pm 10\%$ の得苗率を得ていることから、成長期間の始期までに発芽し、移植が完了していれば、当年出荷が可能かもしれない。冬季に発芽させるためには温度を制御する施設が必要であるが、育苗箱による播種は、面積を要しないため、施設整備の低減に貢献し、本研究の結果は更なる育苗期間の短縮を示唆している。

2015年7月では樹高と直径に強い相関関係があったが、2015年9月はこの関係が弱くなった。2015年7月の形状比は100を超えていたが、2015年9月は100程度となったことから、7月から9月にかけて、直径成長の割合が大きくなったと考えられる。2015年12月は樹高と直径に相関関係がなくなっており、9月から12月にかけては樹高成長が小さく、直径成長が大きかった。形状比は樹高の小さな苗木の方が小さくなり、平均樹高40cmを下回っている苗木は形状比が80を下回っているものが多かった。育苗時に着葉空間が狭いコンテナ苗は、形状比が高い場合、根や幹といった吸水器官に対して、葉量が多いことを意味し、山林に植栽後、蒸散が活発になり水分不足となる可能性がある。形状比が150程度の大きな個体は枯死しやすいといった報告もあることから¹³⁾、今後、従来の裸苗の60程度に近い形状比の苗木が求められると想定される。コンテナ苗は育苗密度が高く、直径を太らせることが難しいことから、樹高が高くなりすぎると、形状比を抑えることが出来ない。7月までの樹高成長が旺盛な期間に、ある程度の樹高に達した苗木は何らかの制限を加えて樹高成長を抑制することや、樹高の大きな苗木は摘葉するなどして、出荷時の樹形を管理する技術が求められる。

2015年9月に樹高の大きなコンテナで得苗率を調べた結果、8月播種は $79 \pm 7\%$ 、10月播種は $78 \pm 12\%$ と高い値を示したが、翌年3月では、成長に有効な育苗期間が約2ヵ月長いにもかかわらず8月播種は $71 \pm 8\%$ 、10月播種は $67 \pm 9\%$ と低い得苗率となった。同じ条件で育苗しながらもこのような差が生じた原因は2点考えられ

る。1点目は肥料の不足である。本研究では、肥料と培地の混練は手作業で行っており、偏って肥料がコンテナに入った可能性が考えられる。もう1点はコンテナの配置によってかん水不足もしくは過剰により成長が制限された可能性がある。本研究で用いた肥料はかん水によって溶出する緩効性被覆肥料を用いており、かん水ムラは水だけではなく、肥料の溶出量にも影響を与えるため、その影響は大きい。これらの問題を解消すれば、本研究以上の得苗率を達成することは可能であると考えられる。

従来の裸苗に比べコンテナ苗は、植栽時期の拡大により主伐と植栽が一体となった一貫作業システムを可能とし、再造林経費を低コスト化することが期待されている⁹⁾。ところが、コンテナ苗のメリットはこのようなことだけではなく、従来2成長期必要であった育苗期間を本研究の結果で示したように1成長期に短縮することにより、変動する植栽現場の要望に対して需給調整の精度を向上させることが出来る。また、育種技術の発展により高性能な品種が早期に開発される高速育種の時代が到来している¹⁴⁾。これを最大限に生かすためには集約的に採種園を管理する必要がある。コンテナ苗によって必要な種子量を減らすことが出来れば、採種園の面積を抑制し、より丁寧な管理によって高品質な種子生産が可能となる。このように、コンテナ苗は苗木の安定供給や高品質化といった側面に貢献することができる。

本研究によって明らかになった育苗時の樹高や直径の成長特性、今後提供される植栽試験の結果に加え、新たに開発された発芽率を向上する技術⁷⁾を活用することによって、苗木価格の低減や、コンテナ苗の高品質化が可能となると考える。

摘 要

畑を使用せず、施設栽培により、現状2成長期要している実生スギコンテナ苗の育苗期間について、1成長期に短縮することを試みた。

- 1) 畑ではなく、ガラスハウス内で育苗箱に播種した結果、従来に比べ、必要な種子量が $1/3$ 、必要な面積が $1/5$ となった。
- 2) 播種1年後に、8月播種で9割、10月播種で6割が従来の規格である樹高35cmを超えた。
- 3) 2015年10月と2016年3月の得苗率を平均すると2014年8月播種で $76 \pm 8\%$ 、2014年10月播種で $69 \pm 10\%$ であった。

- 4) 7月までは樹高成長が、それ以降は、直径成長が旺盛となることが分かった。

謝 辞

森林総合研究所関西支所の山下直子博士には論文執筆にあたりご助言をいただいた。施設整備や育苗に尽力いただいた本センター資源環境研究課高田博司主任、測定協力いただいた青山純子氏、井添恭子氏、藤澤千津子氏に深く謝意を表する。

引用文献

- 1) 遠藤利明 (2007) : コンテナ苗の技術について. 山林1478, 60~68.
- 2) 遠藤利明・山田健 (2009) : JFA-150コンテナ苗育苗・植栽マニュアル. 平成20年度低コスト新育苗・造林技術開発事業報告書. 林野庁, 74~90.
- 3) 藤井栄 (2015) : 近畿中国四国地区の実生コンテナ苗育苗技術の現状と課題. 第65回応用森林学会要旨集, 15~16
- 4) 袴田哲司・近藤晃・山田晋也・柚木孝文・伊藤愛・山本茂弘 (2016) : 林地に植栽したスギコンテナ苗の2年間の生存率と成長. 中部森林学会誌, 64 : 5~8.
- 5) 平田令子・大塚温子・伊藤哲・高木正博 (2014) : スギ挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後2年間の地上部成長と根系発達. 日本森林学会誌96, 1~5.
- 6) 岩井有加・大塚和美・長谷川尚史 (2012) : スギコンテナ苗の形態的特徴と植栽後の成長. 現代林業, 561 : 40~44.
- 7) Matsuda O, Hara M, Tobita H, Yazaki K, Nakagawa T, Shimizu K, Uemura A, Utsugi H (2015) : Determination of seed soundness in conifers *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa* using narrow-multiband spectral imaging in the short-wavelength infrared range. PLoSONE 10 : e0128358
- 8) 宮崎榊 (1964) : みしょう苗の養成. 苗木育成法, 313~317.
- 9) 中村松三 (2012) : 再造林コストの削減を図るには. 森林技術, 839 : 233~234.
- 10) 森林総合研究所 (編) (2016) : コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開 ~実証研究の現場から~. 森林総合研究所, つくば.
- 11) 森林総合研究所四国支所 (編) (2015) : 近畿・中国四国の省力再造林事例集. 森林総合研究所四国支所, 高知.
- 12) 徳島県林業戦略課 (2015) : 新次元林業プロジェクト.
- 13) 富永茂 (2011) : エリートツリーで林業再生を!. 山林, 1528 : 19~26.
- 14) 山川博美・重永英年・久保幸治・中村松三 (2013) : 植栽時期の違いがスギコンテナ苗の植栽後1年目の活着と成長に及ぼす影響. 日本森林学会誌, 95 : 214~219.
- 15) 山本茂弘・袴田哲司・近藤晃 (2016) : スギ精英樹交配苗の育苗時の成長と山地植栽1年後の結果. 中部森林学会誌, 64 : 9~10.