

造林前の除草剤散布及びスギ大苗植栽による省力施業事例

Labor-saving operation by planting large seedlings Sugi (*Cryptomeria japonica*) after ground preparation using herbicides

飯田玲奈・石田敏之*

要旨

- 1 苗高75cm以上のスギ3年生裸苗（大苗）と苗高45～60cmのスギ3年生裸苗（3年生苗）について、1～4成長期目の成長を比較した結果、大苗は3年生苗より樹高が高く根元径が太い傾向が見られた。
- 2 造林前に除草剤を散布することにより、大苗及び3年生苗ともに下刈りが不要であった。

キーワード：除草剤、スギ大苗、成長量、下刈り、省力施業

I はじめに

持続可能な森林経営を行うためには皆伐後、更新を確実にを行い、次世代の森林を造成していかなければならない。しかし、造林後に獣害があること（池田，2005；片平，2018など）、下刈りに労力を要することなどが、皆伐再生林を敬遠する一因になっている。このため、規格外になった大苗を植栽することが、獣害防止及び下刈り期間の短縮化に有効か検証されてきた（川村，2003；佐々木ら，2013；玉城ら，2016など）。大苗は、苗木運搬や植栽手間の面で不利と考えられるが、地利のよい場所に植栽すれば、早期に獣害を回避し、かつ下刈りをしなくても良い樹高に達することが期待できる。一方、下刈りの省力化に関しては、造林地への除草剤散布についてもこれまで検証されており（太田，1981；児玉，1992；外館，2019など）、除草剤散布と大苗の植栽とを組み合わせることで、下刈りの省力化が期待できる。

苗木の植栽時期の違いによる樹高及び根元径の成長について、石田（2018）は、スギ実生3年生裸苗では、春植えより秋植えの方が大きい傾向であったことを示しており、改めて大苗の植栽時期の違いによる成長差についても検証する必要がある。

そこで本研究では、県内造林地において地ごしらえ時に除草剤を散布し、春及び秋に大苗を植え付け、苗木の成長及び下刈り作業の省力化について検証することを目的とした。

II 材料及び方法

1 試験地

試験地は、群馬県安中市西上秋間地内に所在する実験林0.16ha（標高550m、南向き斜面、斜面傾斜

*群馬県環境森林部森林局富岡森林事務所

10～20°)とした。試験地はスギ及びブナ等の人工林に隣接し(図-1)、不成績造林地であり、木本類はほとんどなく、草本層はススキ(H=100～200cm)及びヨモギ(H=約60cm)が優占種であった。

2 地拵え(除草剤散布)及び造林・保育方法

地拵え(除草剤散布)は、2015年6月及び2016年6月に行った。グリホサートイソプロピルアミン塩液剤(商品名:エイトアップ)40倍希釈液を噴霧器により全面散布し、散布後から数日後に草本層が枯死・衰退したことを確認した。

供試苗木は、苗高75cm以上のスギ3年生裸苗(以下、大苗)

を用い、対照として苗高45～60cm

のスギ3年生裸苗(以下、3年生

苗)を用いた。以下、秋植えの大苗

を「秋大苗」、秋植えの3年生苗を

「秋3年生苗」、春植えの大苗を「春

大苗」、春植えの3年生苗を「春3

年生苗」とする。植え付けは2016

年10月(秋植え)及び2017年4月

(春植え)に行い、植栽密度は

3,000本/haとした。獣害防止として、ジラム水和剤(商品名:コニファー水和剤)5倍希釈液の散布を表-1のとおり実施した。

3 調査方法

調査は、2016年～2021年に行った。調査対象個体は、表-1のとおりとし、周辺のスギ人工林等からの被圧を受ける可能性がある個体は調査対象から除いた。

(1) 苗木の成長調査

生存個体について毎年成長停止期に測桿を用いて樹高を、デジタルノギスを用いて根元径を測定した。また、生存個体のうち獣害及び虫害を受けていない個体について、樹高及び根元径の年間成長量(平均値)を算出し、苗木の種類別に各成長期における年間成長量(平均値)を算出した。各成長期の樹高及び根元径について苗木間の差を比較するため、Steel-Dwass検定にて検討し、 $p < 0.05$ を有意差ありとして判定した。統計解析ソフトはR version 4.0.3(R Core Team (2020))を用いた。

(2) 下草との競合状態

毎年夏期に試験地内の下層植生の繁茂状況を調査し、主な種名及び高さを記録した。植物種についてBraun-Blanquet(1964)の全推定法を用いた被・群度階級により植生調査を行った。また、苗木と最も競合している植物種について現地状況及び個体毎に撮影した写真から調査した。

III 結果

1 苗木の成長調査

平均樹高は、1成長期目では秋大苗が、2成長期目以降では春大苗が最も高かった(図-2)。1～4成長期目について、大苗は3年生苗よりも平均樹高が高く、大苗と3年生苗とでは、各成長期における樹高差が約30～50cmあった(図-2)。各成長期の樹高は、大苗と3年生との間に有意差が認

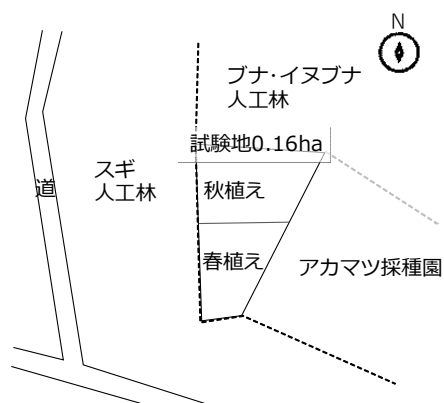


図-1 試験地概略図

表-1 苗木別の調査個体数

苗木の種類	地拵え* (除草剤散布)	植栽年月	調査本数 (本)	獣害防止*
秋大苗		2016年10月	63	2016年10月
秋3年生苗	2015年6月	2017年4月	59	2017年4月,11月
春大苗	2016年6月	2016年10月	68	2018年5月,12月
春3年生苗		2017年4月	55	

注:*は全苗木共通

められた（1～3成長期目の大苗と3年生苗、 $p < 0.001$ ；4成長期目の秋大苗と春3年生苗、 $p = 0.001$ ；4成長期目の春大苗と春3年生苗、大苗と秋3年生苗、 $p < 0.001$ ；Steel-Dwass検定）。

樹高の年間成長量については、1成長期目は秋大苗が最も大きく（図-3）、その他の苗木との間に有意差が認められた（秋大苗と秋3年生苗及び春3年生苗、 $p < 0.001$ ；秋大苗と春大苗、 $p = 0.005$ ；Steel-Dwass検定）。2成長期目は春大苗が最も大きく（図-3）、3年生苗との間に有意差が認められた（ $p < 0.001$ ；Steel-Dwass検定）、3成長期目についても春大苗が最も大きく（図-3）、秋大苗との間に有意差が認められた（ $p = 0.031$ ；Steel-Dwass検定）。4成長期目の年間成長量は苗木間でほぼ同等であり、有意差は認められなかった（ $p > 0.05$ 、Steel-Dwass検定）。

平均根元径は各成長期目ともに、大苗が3年生苗より大きく、秋3年生苗が最も低かった（図-4）。各成長期において大苗と3年生苗との間に有意差が認められた（1～3成長期目の大苗と3年生苗、 $p < 0.001$ ；4成長期目の秋大苗と春3年生苗、 $p = 0.001$ ；4成長期目の春大苗と春3年生苗、大苗と秋3年生苗、 $p < 0.001$ ；Steel-Dwass検定）。

根元径の年間成長量については、1成長期目は大苗が3年生苗よりも大きく（図-5）、大苗と3年生苗との間に有意差が認められた（ $p < 0.001$ ；Steel-Dwass検定）。2成長期目は秋3年生苗の年間成長量が最も小さく（図-5）、大苗と秋3年生苗との間に有意差が認められた（秋大苗と

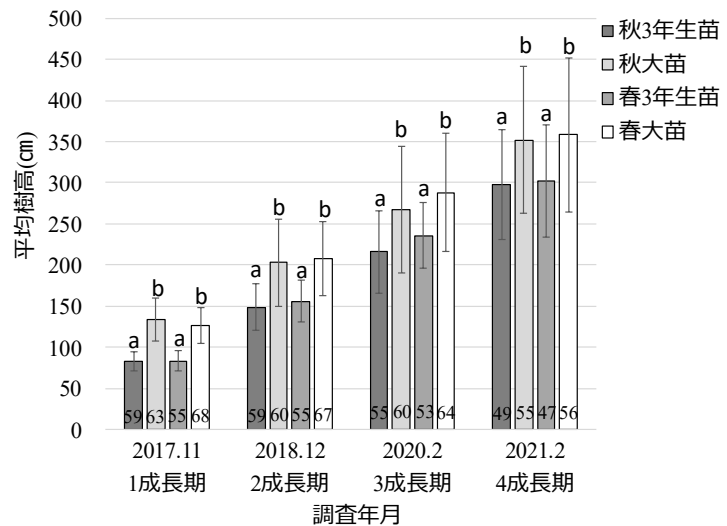


図-2 苗木別の平均樹高

注：エラーバーは標準偏差，図中の数値は個体数，異なるアルファベットは有意差があることを示す

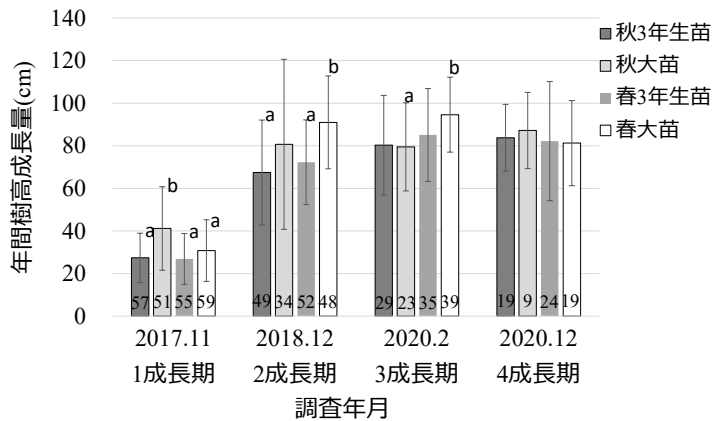


図-3 苗木別の年間樹高成長量

注：エラーバーは標準偏差，図中の数値は個体数，異なるアルファベットは有意差があることを示す

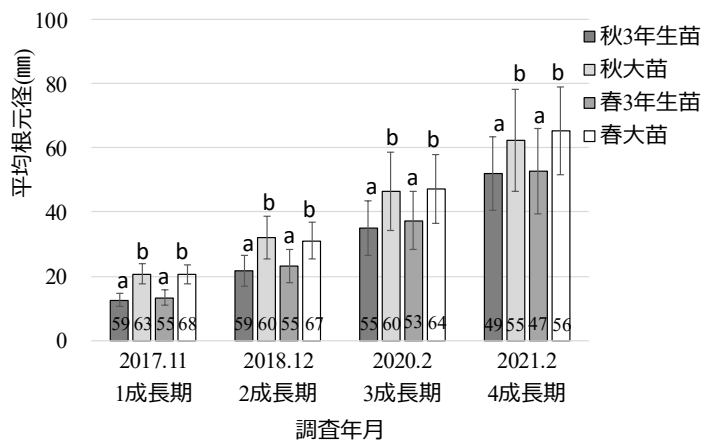


図-4 苗木別の平均根元径

注：エラーバーは標準偏差，図中の数値は個体数，異なるアルファベットは有意差があることを示す

秋3年生苗、 $p=0.037$ ；春大苗と秋3年生苗、 $p=0.024$ ；Steel-Dwass検定)。3成長期目は春大苗の年間成長量が最も大きく(図-5)、3年生苗との間に有意差が認められた(春大苗と秋3年生苗、 $p=0.005$ ；春大苗と春3年生苗、 $p=0.003$ ；Steel-Dwass検定)。4成長期目は秋大苗の年間成長量が最も大きかったが(図-5)、苗木間で有意差は認められなかった($p>0.05$ ；Steel-Dwass検定)。

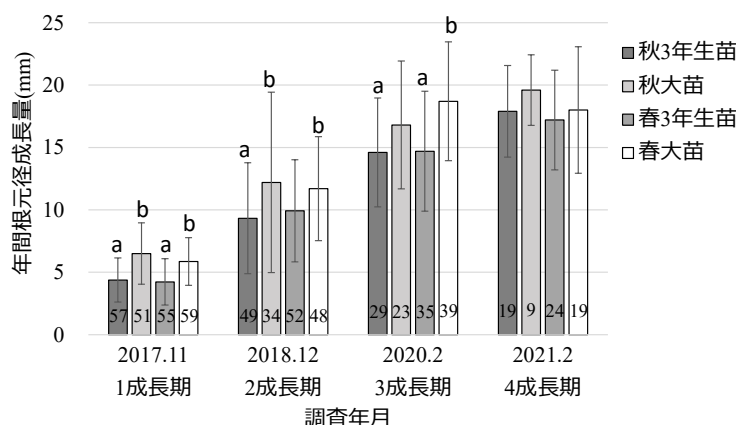


図-5 苗木別の年間根元径成長量

注：エラーバーは標準偏差，図中の数値は個体数，異なるアルファベットは有意差があることを示す

2 下草との競合状態

下層植生について、除草剤散布前(2015年6月)はススキおよびヨモギが優占していたが(表-2及び図-6)、除草剤散布後(2015年8月)は下層植生がほとんど枯死した。除草剤散布後は、ナルコユリ(H=30~60cm)、アズマネザサ(H=40~60cm)がわずかに観察された(表-2)。

植栽時の下層植生については、秋植え時(2016年11月)はハルジオン(ロゼット葉H=10~20cm)が、春植え時(2017年4月)はハルジオン(H=10~60cm)及びアキノエノコログサ(H=30~40cm)が優占していた(表-2)。

表-2 試験地の主な下層植生

種名	高さ (cm)	2015.6 除草剤 散布前	2015.8 除草剤 散布後	2016.11 秋植え時	2017.4 春植え時	2017.9 1成長期	2018.9 2成長期	2019.9 3成長期	2020.8 4成長期
ススキ <i>Miscanthus sinensis</i>	100-200	4・4	・	・	・	1・2	2・2	2・2	2・2
ヨモギ <i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	40-130	4・4	・	・	・	1・1	・	1・1	・
ナルコユリ <i>Polygonatum falcatum</i>	30-60	・	1・2	・	・	・	・	・	・
アズマネザサ <i>Pleioblastus chino</i>	40-125	・	1・2	・	・	・	・	1・2	・
ハルジオン <i>Erigeron philadelphicus</i>	10-60	・	・	3・3	3・3	・	・	・	・
アキノエノコログサ <i>Setaria faberi</i>	10-100	・	・	・	3・3	3・3	3・3	3・3	2・2
ヌカキビ <i>Panicum bisulcatum</i>	30-130	・	・	・	2・2	2・2	2・2	・	・
ハナタデ <i>Pesicaria posumbu</i>	40-60	・	・	・	・	1・2	1・2	1・2	・
メナモミ <i>Sigesbeckia pubescens</i>	90	・	・	・	・	1・1	・	・	・
タケネグサ <i>Macleaya cordata</i>	50-100	・	・	・	・	・	1・1	1・1	・
ヌルデ <i>Rhus javanica</i>	100-120	・	・	・	・	・	1・1	1・1	1・1
ツククサ <i>Commelina communis</i>	20-45	・	・	・	・	・	1・2	1・2	1・2
コアカソ <i>Boehmeria spicata</i>	40-50	・	・	・	・	・	1・2	1・2	1・2
チヂミザサ <i>Optismenus undulatifolius</i>	20-45	・	・	・	・	・	2・2	2・2	2・2
コセンダングサ <i>Bidens piosa</i> var. <i>pilosa</i>	65	・	・	・	・	・	1・2	・	・
クマイチゴ <i>Rubus crataegifolius</i>	120-160	・	・	・	・	・	・	1・2	1・2
クヌギ <i>Quercus acutissima</i>	80-170	・	・	・	・	・	・	1・1	1・1
ミズヒキ <i>Persicaria filiformis</i>	40-90	・	・	・	・	・	・	1・1	1・1
ナワシロイチゴ <i>Rubus parvifolius</i>	30	・	・	・	・	・	・	・	1・2
フジ <i>Wisteria floribunda</i>	80	・	・	・	・	・	・	・	1・1

注：数字は優占度・群度の順。「・」は出現なし

1 成長期目の下層植生については、優占種はアキノエノコログサ (H=70~100cm) であり (表-2)、高さは3年生苗と同等もしくはそれ以上であったが (図-6 及び7)、苗木を完全に覆ってはいなかった (図-8)。大苗は1成長期目で梢端が下層植生よりも突出していた。

2 成長期目は、アキノエノコログサ (H=70~100cm) が優占していたが、ススキ (H=100~160cm) が株状に観察され始めた (表-2)。また、タケニグサ (H=50cm) 及びヌルデ等が観察されたが、単独で生育しており (表-2)、苗木は被圧されていなかった。大苗及び3年生苗ともに下層植生と競合状態にある個体が観察されたが、大苗の樹高はススキ及びアキノエノコログサよりも高く、梢端が突出していた (図-6 及び図-7)。3年生苗の樹高はススキと同程度であったが (図-7)、ススキは株状に点在する程度であり (表-2)、梢端が突出していた個体が多く観察された。

3 成長期目は、ススキ (H=100~200cm) が小群状に生育していたが (表-2)、大苗及び3年生苗の平均樹高は、ススキより高く (図-2、図-6 及び7)、苗木との競合については部分的であった。

4 成長期目についてもススキ (H=約200cm) が小群状に生育していたが (表-2)、3年生苗は平均樹高が約300cmに達しており (図-2)、下草より優勢であった (図-6 及び7)。大苗については、平均樹高が約350cmに達しており (図-2)、下草より優勢であった (図-6 及び7)。

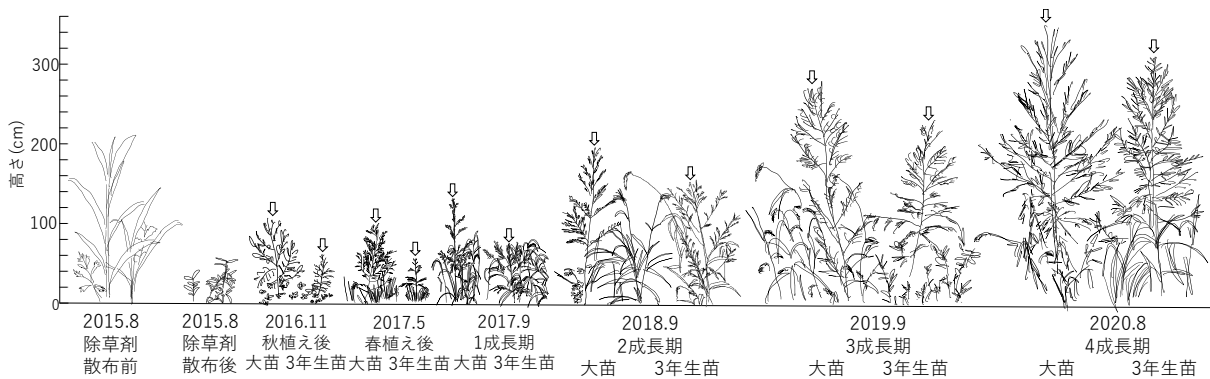


図-6 大苗及び3年生苗の樹高成長と下草との競合状態

注：図中の矢印はスギ苗木を示す

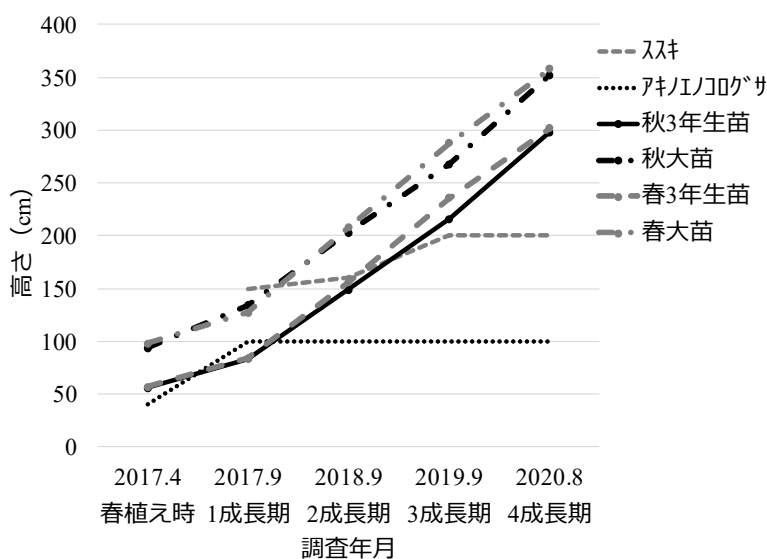


図-7 苗木及び苗木と競合した下草の高さ



図-8 1成長期目における3年生苗

IV 考察

1 苗木の成長調査

樹高及び根元径は各成長期において大苗が3年生苗より高かった。一方、年間樹高成長量については、獣害及び虫害個体を除いて検証した結果、一時期は春大苗が最も大きかったものの、4成長期全てを通しては大苗と3年生苗との間に明確な差は認められなかった。また、植栽時期による明確な差も認められなかった。各成長期の苗木と3年生苗との樹高及び根元径の差は、植え付け時の苗木と3年生苗との樹高及び根元径の差に起因していると考えられた。年間樹高成長量の増大を図るためには、今後エリートツリー等の初期成長の良い品種等を導入し、検証する必要があると考えられた。また、幹の肥大成長と樹冠幅との間には相関関係があると考えられることから（島田，2011）、年間根元径成長量の差を検証するためには、樹冠との関係についても調査する必要があると考えられた。

2 下草との競合状態

除草剤を造林前に散布した場合、本調査地では苗木は下草とほぼ競合することなく成長したため、無下刈り施業が可能であった。3年生苗は大苗よりも各成長期の樹高が有意に低く、下草との競合状態についても大苗よりは不利であったが、本調査地の場合は3年生苗についても、無下刈りが可能であることが示された。

本調査地において、苗木の成長に最も影響を及ぼす下層植生はススキであった。造林地の主な下層植生がススキであり、無下刈りの場合、造林後からススキが繁茂した状態が続き、大苗を植えた場合でも、苗木の樹高がおおよそ2mを越えなければススキの被圧により成長が阻害され易いと考えられる。さらに中～急傾斜地では、秋に枯れたススキが苗木に覆い被さることで、苗木に根曲りや幹曲がり生じることがある。本調査地では、造林前に除草剤を散布しススキを枯死・衰退させたことにより、造林後のススキの被度及び群度が高くなる前に苗木の成長が進み、結果としてススキと苗木とが競合しなかったことが示された。下刈りを行う場合でも、ススキの場合は草丈が2m近くに及ぶことから、労力及び手間がかかる。以上のことから、ススキが優占する造林地において除草剤を活用する手法は、省力的かつ苗木の成長阻害等を回避するためにも有効であると考えられた。

虫害として、本調査地ではコウモリガによる被害が認められた。コウモリガは、4～5齢頃になると草本や木本植物の地上部に登はん穿入する（五十嵐，1994）。本試験地は周辺に幼齢木がないこと、苗木の幹周辺に下草があり幼虫が苗木へ到達可能であったこと等が被害発生の一因と考えられた。また、穿入部位は、新梢が主であり、五十嵐（1994）と同様であった。被害が多く見られる場合は、幼虫が雑草などを摂食する時期に坪刈りを行うことや苗木に農薬を塗布するなどの防除を行う必要があると考えられた。また、本調査地ではシカによる食害及び剥皮害が観察されたため（飯田，2021）、被害の程度により対策を実施する必要があると考えられた。

V おわりに

本研究の結果、造林前に除草剤を活用することは下刈り省力化に有効であることが示された。また、大苗は同じ林齢の裸苗と比較して同時期の樹高が高いということが判明したが、大苗を植栽する場合においても、獣害及び虫害対策は現地の被害状況に応じて実施する必要がある。また、除草剤の散布について、使用の際は近隣への周知及び安全性の説明等を行う必要がある。

謝辞

本研究にあたり、当场作業舎職員に多大なる御協力をいただいた。また、宇都宮大学農学部森林科学科松英恵吾准教授に御助言いただいた。この場を借りて厚くお礼申し上げる。

引用文献

- Braun-Blanquet, J. (1964), *Planzensoziologie*, 3 aufl, 865pp, Springer
- 五十嵐正俊 (1994), コウモリガ, (森林昆虫総論・各論, 小林富士雄・竹谷昭彦編, 567pp, 養賢堂, 東京), 239-241
- 飯田玲奈・石田敏之 (2021), シカの生息密度の異なるスギ造林地でのコンテナ苗及び大苗等の獣害, 群林試研報25
- 池田浩一 (2005), 福岡県におけるニホンジカの保護管理に関する研究, 福岡県森林研報 6, 1-93
- 池田浩一・小泉透・桑野泰光 (2009), スギ, ヒノキ人工林におけるシカによる角こすり害の発生要因, 森林防疫Vol.58 No. 6, 5-10
- 石田敏之 (2018), 月別に植栽したスギ実生コンテナ苗の3成長期の成長, 関東森研69, 159-162
- 片平篤行 (2018), 幼齡人工林における獣害発生状況の把握, 群林試研報22, 25-35
- 川村英人・堺俊彰・吉村武志 (2003) 大苗造林によるシカ食害対策に関する研究, 徳島森研報 2, 1-7
- 児玉重信 (1992), 下刈り省力化の検討, 林業と薬剤No. 120, 15-21
- 太田正敏 (1981), 無機塩素酸系除草剤使用地の育林成績について, 林業と薬剤No. 75, 1-6
- R Core Team (2020), R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <https://www.R-project.org/>
- 玉城聡・長岐昭彦・星比呂志・外館聖八朗 (2016), 大苗利用による下刈り回数の削減, (ここまでやれる再生林の低コスト化—東北地域の挑戦—, 国立研究開発法人森林総合研究所東北支所編, 27pp, 森林総合研究所東北支所, 盛岡), 20-21
- 島田博匡 (2011), 三重県の高齡人工林における胸高直径, 樹高, 樹冠幅の関係—大径材生産を目指した密度管理技術の検討—, 三重県林業研報 (3), 2011, 19-26
- 佐々木重行・宮原文彦・大塚英隆・野田亮・今村勝明 (2013), スギ大苗植栽によるシカ食害対策の事例, 九州森林研究66, 147-149
- 外館聖八朗 (2019), 除草剤で下刈り作業を軽減する, (低コスト再生林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト, 国立研究法人森林総合研究所・整備機構森林総合研究所東北支所編, 37pp, 森林総合研究所東北支所, 岩手), 16-17