

令和 3 年 4 月 30 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K07835

研究課題名(和文) スギコンテナ苗の成長制御に関する基礎研究

研究課題名(英文) Study on growth control of containerized sugi (*Cryptomeria japonica*) seedlings

研究代表者

丹下 健 (Tange, Takeshi)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・教授

研究者番号：20179922

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：伸長成長が旺盛な成長期間にスギコンテナ苗を室温で暗所保管することによって、1週間程度で伸長成長を止められることを明らかにした。暗所保管が苗に与える影響として、気温の高い夏季に、暗所保管期間が2ヵ月になると衰弱苗・枯死苗が生じること、暗所保管期間が1ヵ月でも植栽後の細根伸長に遅れが生じることや乾燥した土壌条件であった場合の活着率が低下することなど、暗所保管による苗の活性低下の程度を明らかにした。1ヵ月の暗所保管した苗と対照苗の植栽翌年の伸長成長を比較し、明瞭な違いがないことを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工林資源の循環利用の推進において人工林の更新施業の低コスト化が課題となってる。育苗作業・植栽作業の低コスト化に向けてコンテナ苗の利用が進められているが、植栽に適した形状の苗を生産するための技術が確立しておらず、育苗期間が長くなると地下部に対して地上部が大きくなってしまふことが課題となっている。本研究の成果は、成長期間にスギコンテナ苗を暗所保管することによって伸長成長を止められることを明らかにしたものであり、コンテナ苗の育苗技術開発に有効な知見を提供した。特に、常温での暗所保管は、小規模な育苗業者でも利用可能な技術であり、普及しやすい技術と位置付けられる。

研究成果の概要(英文)：It was found that storage in the dark at room temperature can stop the elongation growth of containerized *Cryptomeria japonica* seedlings during the growth period. The negative influences of the dark storage on activity of the seedlings were recognized. Some seedlings of two-month dark storage died under high temperature of summer. The seedlings of the one-month dark storage showed later root growth after planting and lower survival rates under dry soil condition compared to the control seedlings. Height growth in the next spring did not differ between the seedlings of the one-month dark storage and the control seedlings.

研究分野：森林科学

キーワード：スギコンテナ苗 伸長成長制御 暗所保管 植栽試験

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

伐期を迎えた人工林が増加し、伐採量は増加傾向にあるが、材価の低迷に伴う林業の採算性の悪化を背景とした再造林放棄地の増加が、将来の森林資源造成の課題となっている。再造林の低コスト化を図るために、伐採木の搬出用架線や車両系林業機械を用いて地拵えや苗木の運搬等を行う伐採から造林までの一貫作業システムが提案され、通年植栽に関する研究が進められている。一貫作業システムでは、通年で行われる伐採に続けて苗木植栽が行われるため、裸苗よりも植栽可能な季節が長いコンテナ苗の利用が想定されている。一般にコンテナ苗は、灌水・施肥の条件で育成されるため、伸長成長が旺盛で、裸苗よりも育苗期間を短くできる。また、裸苗よりも高密度で育成されるため、育苗に必要な圃場面積も狭くてすむ。したがって皆伐再造林の増加に必要な苗木生産量の増産を図るために必須な育苗システムである。しかしコンテナ苗の根量はキャビティ容量に規定されるため、苗高が高く葉量の多いコンテナ苗は、苗高の低いコンテナ苗に比べ細根量に対して葉量が多く、植栽後により強い乾燥ストレスを受けやすいことが指摘されている。また育苗期間を通じて密度調整が行われないため、苗高が高くなると形状比(苗高/根元直径)の大きい形状の苗となる。根量と葉量のバランスがとれていて植栽に適した苗高のコンテナ苗を通年で供給し、コンテナ苗造林の普及を促進するためには、成長期間に伸長成長を制御する育苗技術が必要であるが、そのための育苗技術は確立されていない。コンテナ苗の育苗業者は、露天条件で育苗している場合が多く、そのような事業者でも採用可能な技術とする必要がある。

2. 研究の目的

裸苗の育苗では、成長期間に根切り作業を行うことで苗に強い乾燥ストレスを与え、伸長成長を抑制する育苗技術が確立している。コンテナ苗の育苗では、伸長成長を制御する育苗技術が確立されていない。灌水頻度を調節することによって強い乾燥ストレスを与え、伸長成長を制御することは環境制御が可能な施設を使用すれば理論上は可能であるが、生育状態の異なる1本1本の苗に対する管理が必要であり、事業化には課題も多い。特に露天条件で育苗している小規模事業者には導入は困難である。そこで寒冷紗を用いて強度の被陰を行うことは、比較的容易であり、全ての苗に対して同じように処理できることから、暗所保管によって光合成生産を停止させることで成長期間に伸長を停止させることができないかと考えた。そこで本研究では、暗所保管による伸長成長制御が可能かを明らかにするとともに、暗所保管期間に光合成生産が行えないことが苗の衰弱・枯死や植栽後の活着率の低下などの悪影響がどの程度生じるのか、を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 供試苗

徳島県の育苗業者から5月~12月にかけて購入した1年生のスギコンテナ苗を供試した。供試苗の苗高は、40~50cm程度で、5月の供試苗で低く、8月以降の供試苗で高い傾向にあった。そのため形状比(苗高/根元直径)が、5月の供試苗で80程度と最も低く、8月以降の供試苗で110程度と高かった。

(2) 暗所保管処理と供試苗の測定

1) 暗所保管処理方法

東京大学弥生キャンパスの実験室内の段ボールで簡易遮光した机の下及び戸棚の中で暗所保管した。1週間に2回の頻度で灌水を行った。暗所保管時の光量は $1\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 以下で、平均室温は、5月が23~24程度、7月~8月が24~27程度、10月以降は20以下であった。水蒸気圧飽差は、季節によらず1kPa程度であった。暗所保管期間は、2017年と2019年が1ヵ月と2ヵ月、2018年は2ヵ月である。暗所保管処理は、2017年と2018年は5月~12月にかけて、2019年は5月から8月にかけて実施した。

2) 伸長成長量

暗所保管開始前に、主軸の先端から10cmの位置に油性ペンで印を付け、1週間おきにその長さを測定することで、暗所保管中の伸長経過を測定した。2018年6月1日に暗所保管を行った供試苗では、主軸の先端から1cm、3cm、5cm、10cmの位置に油性ペンで印を付け、伸長成長停止後に主軸先端からそれぞれの印までの長さを測定し、どの部位が伸長しているのかを調べた。

3) 苗の衰弱・枯死

灌水時に、供試苗を観察し、先端枯れなどの衰弱症状の有無や枯死(葉が褐変し、乾燥して硬くなっている場合を枯死と判定)を調べた。

4) 苗の水分生理特性

2017年の供試苗について、暗所保管前と暗所保管1ヵ月後と2ヵ月後に、当年シュートについて、プレッシャーチャンバーを用いたPressure-Volume曲線法により乾燥ストレス耐性に関する葉の水分特性値を測定した。

(3) 植栽試験と供試苗の測定

1) 植栽試験

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林田無演習林(東京都西東京市緑町 1-1-8、35°44'N、139°32'E、標高 60 m)の第一苗畑で植栽試験を実施した。暗所保管時に先端枯れ等の衰弱症状が確認された供試苗は植栽しなかった。植栽試験では、植栽時まで徳島県の育苗業者の圃場で育成され、暗所保管を行っていない苗(対照区)も併せて植栽した。

2) 植栽後の細根伸長量

2017年と2018年は、植栽4週間後に供試苗を掘りとり、土壌中に伸長した細根量を測定した。2019年は、植栽4日後、10日後、17日後、28日後の4回の掘り取りを行い、細根成長量の経時変化を調べた。

3) 活着率

2017年と2018年は、植栽4週間後に枯死判定を行った。2019年は、植栽17日後に枯死判定を行った。

4) 植栽翌春の伸長成長

2017年の植栽試験で掘り取らずに越冬させた供試苗について、2018年3月末から6月末までの伸長成長量を測定した。

4. 研究成果

(1) 暗所保管による伸長成長制御

5月に暗所保管を始めた供試苗は約3週間で、その他の月に暗所保管を始めた供試苗は約1週間で伸長成長を停止した。暗所保管中の平均伸長成長量は、5月に暗所保管を始めた苗では1cm以上であり、5cm以上伸長した苗もあったが、それ以外の月に暗所保管を始めた苗の平均伸長量は1cm未満であり、最大でも2cm程度であった。暗所保管によって、伸長成長が短期間で停止することが明らかになった。

2018年6月1日から暗所保管を始めた苗の伸長成長は、先端から1cmの区間と1~3cmの区間で生じていた。先端から1cmの区間と1~3cmの区間で同程度の伸長成長量であり、1~3cmの1cmあたりの伸長成長量は先端から1cmの部位がおよそ1/2であった。頂端分裂組織での細胞分裂だけではなく、細胞分裂後の細胞伸長中の細胞も暗所保管中の伸長成長に相当の寄与をしていることが明らかになった。

(2) 暗所保管による苗の衰弱・枯死

2017年では6月以外、2018年では全ての月で、暗所保管1ヶ月以内では衰弱苗や枯死苗は生じず、ほとんどの衰弱苗・枯死個体は暗所保管1ヶ月から2ヶ月の間に発生した。2ヶ月の暗所保管で枯死や衰弱した苗数は、室温の高い夏季に多く、保管期間の平均室温が27℃を超えていた2018年の夏季の方が2017年よりも多かった。室温の高い夏季であっても、1ヶ月の暗所保管であれば、頂端分裂組織の枯死(先端枯れ)など、植栽後の成長に対する著しい悪影響は生じにくいことが明らかになった。

(3) 暗所保管時の苗の水分生理特性の変化

膨圧を失うときの水ポテンシャルと飽水時の浸透ポテンシャルを乾燥ストレス耐性の指標とした場合、夏季に暗所保管した供試苗で暗所保管期間が長くなると乾燥ストレス耐性が低下する傾向が認められ、溶質濃度の低下によるものと考えられた。それ以外の季節では、明瞭な変化は認められなかった。露天条件で育成されたスギでは、春から秋にかけて乾燥ストレス耐性が高まることが知られているが、暗所保管した苗は、同じ期間を露天条件で育成された苗に比べて乾燥ストレス耐性が低いことが明らかになった。

(4) 植栽後の細根成長

植栽後1ヶ月間の細根伸長量は、植栽月によって大きく異なり、5月~8月に植栽した苗で成長量が多く、11月以降に植栽した苗ではほとんど成長していなかった。暗所保管を行っていない対照区に比べて暗所保管を行った苗で細根成長量が少ない場合がみられたが、多くの場合には苗によるばらつきが大きく有意差は認められなかった。

植栽後の細根成長の経時変化を調べた2019年の植栽試験では、植栽後4日目までと10日目までの細根成長量は、対照区に比べて暗所保管を行った苗で少ない傾向が認められたが、植栽後28日目までの細根成長量では有意差が認められなかった。暗所保管期間の長さの影響については、1ヶ月行った苗よりも2ヶ月行った苗の方が、植栽後当初の細根成長量が少ない傾向が認められたが、植栽後28日目には差が認められなかった。植栽前後の降水量が非常に少なく、土壌が乾燥した条件で植栽試験を行った2019年8月では、対照区の苗も暗所保管した苗も植栽後4日目まで細根成長が認められなかった。対照区のほとんどの苗では、植栽後10日目には細根成長が認められたが、暗所保管をした苗では認められなかった。暗所保管によって植栽後の細根成長が遅れることが明らかになった。

(5) 植栽後の活着

晩秋から冬季の植栽では、対照区でも枯死苗が生じたが、暗所保管した苗では対照区よりも活着率が低かった。夏季から初秋の植栽では、対照区の活着率が100%のことが多かった。暗所保管した苗では、暗所保管時の室温が高かった2018年の夏季に活着率が特に低い傾向が認められた。土壌が乾燥した条件であった2019年8月の植栽試験では、暗所保管期間が長いほど活着率が低い傾向が認められ、2ヶ月の暗所保管を行った苗では半数が枯死した。暗所保管が長くなると、健全に見えても苗が衰弱しており、低温や土壌の乾燥など植栽に適さない環境条件の場合に活着率が著しく低下する危険性があることが明らかになった。

(6) 暗所保管が植栽後の伸長成長に与える影響

2017年の植栽試験で越年させた苗の翌春の伸長成長量は、7月以降の植栽の場合、暗所保管の有無にかかわらず小さかった。翌春の時点でも形状比が80以上と大きかったことが一因と考えられた。6月27日の植栽苗については、2018年3月30日時点での形状比が80以下であった苗の伸長成長量が大きく、対照区と暗所保管を1ヶ月行った苗とで明瞭な違いは見られなかった。1ヶ月の暗所保管であれば、頂端分裂組織の分裂機能の低下など、伸長成長への悪影響は小さいことが明らかとなった。

(7) 伸長成長制御技術としての暗所保管

成長期間に伸長成長を停止させる方法として暗所保管が有効であることが明らかになった。一方で、暗所保管中に光合成生産が行えないことによる悪影響として、暗所保管期間が長くなると衰弱や枯死が生じること、乾燥ストレス耐性が低下すること、植栽後の細根成長が遅れ、植栽に適さない環境条件では活着率が低下することなどが確認された。暗所保管を伸長成長制御技術として確立するためには、暗所保管後に一定期間、露天条件で育成するなど、悪影響を緩和する方法の検討が必要であることを示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 丹下健	4. 巻 61
2. 論文標題 スギコンテナ苗の植栽後の葉量増加	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 森林立地	6. 最初と最後の頁 39-41
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 丹下健・染谷祐太郎	4. 巻 62
2. 論文標題 暗所保管したスギコンテナ苗の植栽後の細根伸長	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 森林立地	6. 最初と最後の頁 73-80
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 染谷祐太郎・丹下健
2. 発表標題 暗処理がスギコンテナ苗植栽後の発根に及ぼす影響
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丹下健
2. 発表標題 人工林施業体系再構築のための造林技術的課題を樹木生理学から考える
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 染谷祐太郎・丹下健
2. 発表標題 暗処理がスギコンテナ苗植栽後の活着と成長に及ぼす影響
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 染谷祐太郎・丹下健
2. 発表標題 暗所処理によるスギコンテナ苗の伸長成長制御
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------