

## 船生演習林に植栽されたヒノキコンテナ苗の初期成長 Initial growth of containerized seedlings of *Chamaecyparis obtusa* planted in Utsunomiya University Forest at Funyu

大貫 維真<sup>1</sup>, 大島 潤一<sup>2</sup>, 飯塚 和也<sup>2</sup>

Yuima ONUKI<sup>1</sup>, Jyunichi OHSHIMA<sup>2</sup>, Kazuya IIZUKA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 宇都宮大学農学部森林科学科 〒 321-8505 栃木県宇都宮市峰町 350

Department of Forest Science, School of Agriculture, Utsunomiya University,  
350 Mine-machi, Utsunomiya, Tochigi, 321-8505, Japan

<sup>2</sup> 宇都宮大学農学部附属演習林 〒 329-2441 栃木県塩谷郡塩谷町船生 7556

University Forests, School of Agriculture, Utsunomiya University, 7556 Funyu, Shioya, Tochigi, 329-2411, Japan

### 1. はじめに

我が国の森林資源は戦後造林された人工林を中心に、森林の蓄積が毎年 7 千万 m<sup>3</sup>増加しており、現在では約 52 億 m<sup>3</sup>にも達している。この人工林の半数近くが植栽後 50 年を経過しており、主伐による利用可能な時期を迎えている（林野庁 2020a）。そのため、国内の豊富な森林資源を有効利用すると同時に、持続可能な森林資源の管理に向けて、齢級構成を平準化し、計画的に再造林を実行することが重要な課題となっている。

また、我が国の林業は、木材価格の長期低迷により、経営状況が悪化しており、初期保育コストの低減が求められている（西山 2019）。そこで、円滑かつ確実な再造林の実施に向けて、伐採、地拵え、植栽という一連の作業を、雑草木の繁茂する下刈り作業が伴わない期間内で行なうことで、翌年以降の下刈りにかかる労力を低減させるという、一貫作業システムが提案されている（宇都木ら 2014）。しかしながら、伐採作業は年間を通じて行われているのに対し、従来の裸苗を用いた植栽では、植栽時期が春または秋に限られている。したがって、伐採のタイミングと合わせて、一貫作業システムにより、効率化を図りながら再造林を実施するためには、植栽適期を拡大させる必要がある。このような中で、一貫作業システムへの植栽可能な期間の長いコンテナ苗の活用が期待されている（林野庁 2020a）。

2006 年頃から国有林を中心にコンテナ苗生産および導入の取り組みが開始され（林野庁 2012）、2008 年には国内で初めて山林種苗用の国産コンテナトレイ（FJA-150, FJA-300）の生産が開始された（落合 2016）。現在では、コンテナ苗生産を契機に新規参入や、新しい生産設備の投資に向けた動きがみられている（都築 2016）。このような背景から、コンテナ苗の生産量は、平成 21 年度の 8.9 万本から平成 30 年度には約 1,370 万本と急速に拡大している（林野庁 2020b）。また、コンテナ苗生産事業者数も増加傾向にあり、平成 26 年

度には約 200 であったが、平成 30 年度には約 400 となっている（林野庁 2020b）。コンテナ苗の導入県も平成 30 年度まで 43 県に及び、多くの県が導入している（林野庁 2020b）。そして、栃木県では、皆伐・再造林の推進にともない、スギは 2017 年春から、ヒノキは 2018 年秋から全量が実生コンテナ苗に移行し（逢沢 2020）、船生演習林では、2019 年 5 月に初めて事業的にヒノキコンテナ苗が導入された。しかしながら、船生演習林に植栽されたヒノキコンテナ苗に関する調査は行われていない。特に、コンテナ苗は、初期保育コスト低減策として期待されており、船生演習林に植栽されたヒノキコンテナ苗の初期成長の状況を把握し、ヒノキコンテナ苗の成長特性を明らかにする必要がある。

本研究では、船生演習林に 2019 年 5 月に植栽したヒノキコンテナ苗と裸苗を対象に、植栽後 2 成長期間における樹高、根元径および生存率を調査し、コンテナ苗と裸苗の初期成長の違いを検討した。



図-1 調査地位置図

## 2. 調査方法

### 2.1 調査地

本研究の調査地は、栃木県塩谷郡塩谷町船生に所在する宇都宮大学農学部附属船生演習林の 2 林班の小班とした（図－1）。調査地である 2 林班の小班は、南東向きの斜面で、斜面方向に約 100 m、斜面横方向に約 80 m の長方形のような形状であり、調査地の南西側はヒノキの若齢林に面している。北西および北東側はヒノキの高齢林に面しており、南東側は林道に面している。調査地のヒノキ植栽面積は 0.53 ha で、標高は約 280 ～ 350 m である。調査地は、2018 年秋に皆伐され、伐採後の 2019 年 5 月 16 日にヒノキコンテナ苗（栃木県鹿沼市の種苗業者が生産した 2 年生苗）、ヒノキ裸苗（福島県新地町の種苗業者が生産した 3 年生苗）が植栽された。

### 2.2 コンテナ苗の形態調査

コンテナ苗および裸苗を、それぞれ 10 本および 11 本を無作為に選び、苗高、根元径、根長（地際から根の先端までの長）を測定した。次に、地上部（幹、枝、葉）、地下部（根）に分別し、地上部および地下部の全乾重量（80℃、48 時間）を測定した。そして、苗の指標となる比較苗高（苗高 / 根元径）、弱さ度（樹高 / 地上部重量）、T/R 率（地上部重量 / 地下部重量）を算出した。

### 2.3 コンテナ苗の生育状況調査

調査地 2 林班の小班の調査区を図－2 に示す。調査

地内の調査区に植栽された 2 年生ヒノキコンテナ苗の 200 本と、対照区として、植栽された 3 年生ヒノキ裸苗の 50 本を調査対象とした。

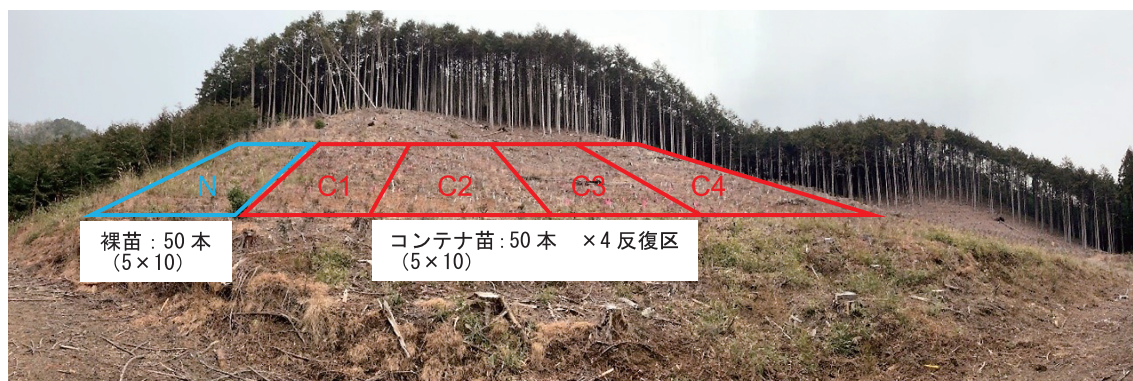
コンテナ苗の調査区は、1 区当たり 50 本の 4 反復区（各 5 列 10 行）の計 200 本とし、裸苗の調査区は 50 本の 1 区（5 列 10 行）と設定した（表－1）。なお、コンテナ苗区を C1、C2、C3、C4、裸苗区を N と称し、調査地中腹の南西側から等高線上に N 区、C1 区から C4 区を設定した（図－2）。

植栽時（2019 年 5 月 16 日）、1 成長期後（2020 年 2 月 25 日）、2 成長期後（2020 年 10 月 30 日）に調査対象木の樹高、根元径を計測した。樹高は、地面から最も高い位置の高さを樹高とした。また、2019 年 6 月から 2020 年 12 月まで毎月末に苗木の生存状況を目視により確認し、苗木の状況を健全、折損、食害、その他被害および枯損に区分した。ここで、生存率は生存木の全木本数に対する割合により、形状は健全性の指標である比較苗高（樹高 / 根元径）（宮崎 1969；相場 1987）により評価した。

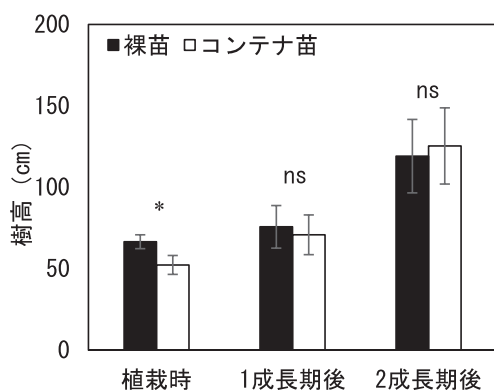
また、成長量は各測定値の差により、成長率は次式により算出した。

$$\text{成長率} = \{\ln(\text{期末のサイズ}) - \ln(\text{期首のサイズ})\} / \text{期首のサイズ}$$

なお、測定対象木は、誤伐および獣害等、その他被害を除いたものとした。



図－2 調査地および調査区

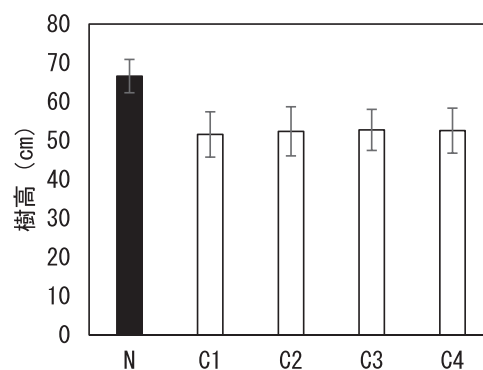


図－3 植栽時から 2 成長期後までの樹高の推移

\*は  $t$  検定による有意差あり ( $p < 0.05$ )。

ns は  $t$  検定による有意差なし ( $p > 0.05$ )。

エラーバーは標準偏差を示す。



図－4 植栽時における各調査区の樹高

エラーバーは標準偏差を示す。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 コンテナ苗および裸苗の形態

コンテナ苗および裸苗における形態の測定結果を表－2に示す。コンテナ苗および裸苗における苗高、根元径、根長、地上部および地下部の全観重量の平均値は、それぞれ  $56.2 \pm 4.7$  cm と  $76.5 \pm 6.0$  cm,  $4.9 \pm 0.5$  mm と  $10.4 \pm 1.3$  mm,  $12.6 \pm 0.2$  cm と  $28.5 \pm 6.8$  cm,  $7.5 \pm 2.2$  g と  $44.5 \pm 12.9$  g および  $3.3 \pm 0.7$  g と  $16.7 \pm 4.5$  g を示した。また、コンテナ苗と裸苗の比較苗高、弱さ度および T/R 率の平均値は、それぞれ  $116.6 \pm 11.6$  と  $74.5 \pm 8.0$ ,  $8.0 \pm 2.0$  と  $1.9 \pm 0.6$  および  $2.3 \pm 0.5$  と  $2.7 \pm 0.3$  を示した。

コンテナ苗の各値は、比較苗高、弱さ度以外の全ての項目において裸苗より低い値を示し、*t* 検定 ( $p < 0.05$ ) を行ったら、T/R 率を除き有意な差が認められた。特に、根元径に大きな差が認められ、本研究の結果は、根元径が細いヒノキコンテナ苗の一般的な特徴 (川島・石田 2019) を示している。また、苗木の良否を示す指標として、一般に低い値の方が良いとされる比較苗高および弱さ度では、コンテナ苗が裸苗のそれぞれ 1.6 倍、4.2 倍を示し、コンテナ苗が裸苗に比べて大きく高い値を示した。このため、裸苗はコンテナ苗よりも苗木として良い形状、形質をしていることが示唆される。一方、T/R 率では、コンテナ苗と裸苗の間に有意な差がなく、値は類似していた。コンテナ苗と裸苗の T/R 率が類似しながらコンテナ苗の比較苗高が高いことは、キャビティコンテナ容器による苗木の生産では、根元径の成長に比べ、樹高成長を優先させていると考えられる (中村 2018)。また、諏訪ら (2016) は、コンテナ苗は込み合った環境で育苗されるため、比較苗高の高い徒長気味の形状を示す可能性を示唆している。したがって、本研究のコンテナ苗は、徒長気味な

細長い形状をしていると言える。加えて、地上部および地下部の全乾重量は、コンテナ苗が裸苗より小さく、弱さ度の値もコンテナ苗で高いことから本研究のコンテナ苗は、群馬県でのコンテナ苗 (川島・石田 2019) と同様に貧弱な形質であることが分かった。

#### 3.2 コンテナ苗および裸苗の成長状況

コンテナ苗および裸苗における植栽時から 2 成長期後までの樹高の推移を図－3に示す。コンテナ苗の平均樹高は、植栽時に  $52.3 \pm 5.8$  cm, 1 成長期後に  $70.8 \pm 12.2$  cm になり、2 成長期後には  $125.4 \pm 23.4$  cm にまで成長した (図－3)。一方、裸苗の平均樹高は、植栽時に  $66.6 \pm 4.3$  cm であったが、1 成長期後に  $75.7 \pm 13.0$  cm であり、2 成長期後には  $119.1 \pm 22.6$  cm に成長した (図－3)。

コンテナ苗と裸苗の 2 成長期後までの樹高を比較した結果、植栽時は裸苗がコンテナ苗より有意に高い値 (*t* 検定,  $p < 0.05$ ) を示した (図－3)。1 成長期後も裸苗がコンテナ苗より高い値を示したが、有意な差は認められなかった (図－3)。その後の 2 成長期後は、コンテナ苗の方が裸苗より高い値を示したものの、有意な差は認められなかった (図－3)。

また、コンテナ苗および裸苗における 2 成長期後までの各調査区の樹高を図－4 から図－6 に示す。コンテナ苗における 2 成長期後までの樹高について分散分析 ( $p < 0.05$ ) を行ったら、調査区間における有意な差は認められなかった。この結果から、各調査区のコンテナ苗の集団は、同様な樹高成長を示すと考えられる。

2 成長期後までの樹高および根元径における成長量を表－3に、同様に成長率を表－4に示す。植栽時から 2 成長期後までの樹高の成長量は、コンテナ苗の平均値が  $72.7 \pm 22.2$  cm, 裸苗が  $52.4 \pm 22.7$  cm であり (表－3)、いずれの調査区でもコンテナ苗が裸苗の成長量を上回っていた。植栽時から 2 成長期後までの樹高の成長率は、コンテナ苗で値  $1.41 \pm 0.34$ , 裸苗で  $0.79 \pm 0.41$  であり (表－4)、いずれの調査区でもコンテナ苗が裸苗の成長率を上回っていた。本研究におけるコンテナ苗は、1 成長期間で裸苗よりも高い樹高成長量を示し、植栽 1 年以内に樹高の差がなくなった。し

表－1 各調査区の立地環境

| 調査区 | 苗木種類  | 植栽本数 | 斜面方位 | 斜面位置 | 傾斜 (°) |
|-----|-------|------|------|------|--------|
| N   | 裸苗    | 50   | 南東   | 中腹   | 27.0   |
| C1  | コンテナ苗 | 50   | 南東   | 中腹   | 24.5   |
| C2  | コンテナ苗 | 50   | 南東   | 中腹   | 22.5   |
| C3  | コンテナ苗 | 50   | 南東   | 中腹   | 16.5   |
| C4  | コンテナ苗 | 50   | 南東   | 中腹   | 17.5   |

表－2 コンテナ苗および裸苗の形態の測定結果 (平均値±標準偏差)

| 区分           | 個体数 (本) | 苗高 (H)<br>(cm) | 根元径 (D)<br>(mm) | 根長<br>(cm)     | 地上部 (T)<br>(g)  | 地下部 (R)<br>(g) | 比較苗高<br>(H/D)    | 弱さ度<br>(H/T)  | T/R 率         |
|--------------|---------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|---------------|---------------|
| コンテナ苗 (2 年生) | 11      | $56.2 \pm 4.7$ | $4.9 \pm 0.5$   | $12.6 \pm 0.2$ | $7.5 \pm 2.2$   | $3.3 \pm 0.7$  | $116.6 \pm 11.6$ | $8.0 \pm 2.0$ | $2.3 \pm 0.5$ |
| 裸苗 (3 年生)    | 10      | $76.5 \pm 6.0$ | $10.4 \pm 1.3$  | $28.5 \pm 6.8$ | $44.5 \pm 12.9$ | $16.7 \pm 4.5$ | $74.5 \pm 8.0$   | $1.9 \pm 0.6$ | $2.7 \pm 0.3$ |
| 有意差          |         | *              | *               | *              | *               | *              | *                | *             |               |

\*は、コンテナ苗と裸苗に *t* 検定による有意差あり ( $p < 0.05$ )。

表－3 2 成長期後までの樹高および根元径の成長量 (平均値±標準偏差)

| 期間     | 樹高 (cm)         |                 |     | 直径 (mm)          |               |     |
|--------|-----------------|-----------------|-----|------------------|---------------|-----|
|        | コンテナ苗           | 裸苗              | 有意差 | コンテナ苗            | 裸苗            | 有意差 |
| 1 成長期後 | $18.6 \pm 10.6$ | $9.3 \pm 13.1$  | *   | $3.3 \pm 1.3$ *  | $2.5 \pm 1.8$ | *   |
| 2 成長期後 | $54.6 \pm 16.6$ | $46.8 \pm 15.8$ | *   | $7.2 \pm 2.3$ *  | $3.7 \pm 2.5$ | *   |
| 全期間    | $72.7 \pm 22.2$ | $52.4 \pm 22.7$ | *   | $10.5 \pm 2.9$ * | $5.7 \pm 2.8$ | *   |

\*は、コンテナ苗と裸苗に *t* 検定による有意差あり ( $p < 0.05$ )。

表－4 2 成長期後までの樹高および根元径の成長率 (平均値±標準偏差)

| 期間     | 樹高              |                 |     | 根元径             |                 |     |
|--------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|-----|
|        | コンテナ苗           | 裸苗              | 有意差 | コンテナ苗           | 裸苗              | 有意差 |
| 1 成長期後 | $0.37 \pm 0.04$ | $0.24 \pm 0.20$ | *   | $0.70 \pm 0.02$ | $0.32 \pm 0.21$ | *   |
| 2 成長期後 | $0.78 \pm 0.05$ | $0.66 \pm 0.49$ | *   | $0.88 \pm 0.56$ | $0.40 \pm 0.23$ | *   |
| 全期間    | $1.41 \pm 0.34$ | $0.79 \pm 0.41$ | *   | $2.21 \pm 0.59$ | $0.71 \pm 0.22$ | *   |

\*は、コンテナ苗と裸苗に *t* 検定による有意差あり ( $p < 0.05$ )。



たがって、コンテナ苗は、植栽直後の 1 成長期から良好な樹高成長を示し、1 成長期後には 2 年生であるコンテナ苗が、3 年生の裸苗とほぼ同じ樹高まで成長することが示唆される。近藤・袴田 (2017) は、2 年生ヒノキコンテナ苗の樹高成長量が 1 成長期目および 2 成長期目ともに裸苗より大きく、植栽時に異なっていた樹高が 2 成長期目を終えた時点で、コンテナ苗と裸苗間に有意な樹高差が認められないことを報告している。本研究の結果は、この報告とよく一致しており、コンテナ苗が植栽初期において優れた樹高成長特性を持つことが推測される。

コンテナ苗および裸苗における植栽時から 2 成長期後までの根元径の推移を図-7 に示す。コンテナ苗の平均根元径は、植栽時に  $4.7 \pm 0.5$  mm, 1 成長期後に  $8.1 \pm 1.5$  mm, 2 成長期後には  $15.2 \pm 3.1$  mm にまで成長した (図-7)。一方、裸苗の平均根元径は、植栽時に  $8.8 \pm 1.5$  mm, 1 成長期後に  $11.4 \pm 2.1$  mm であり、2 成長期後には  $14.9 \pm 2.9$  mm に成長した (図-7)。コンテナ苗と裸苗の 2 成長期後までの根元径において、 $t$  検定 ( $p < 0.05$ ) を行ったところ、植栽時から 1 成長期後までは、裸苗がコンテナ苗より有意に高い値を示したが (図-7)、2 成長期後にはコンテナ苗の方が裸苗より高い値を示したものの、有意な差は認められなかった (図-7)。

コンテナ苗および裸苗における 2 成長期後までの各調査区の根元径を図-8 から図-10 に示す。コンテナ苗における根元径について、分散分析 ( $p < 0.05$ )

を行った結果、調査区間における有意な差は認められなかった。したがって、各調査区のコンテナ苗の集団は、根元径が同様に成長することが示唆される。

植栽時から 2 成長期後までの根元径の成長量は、コンテナ苗の平均値が  $10.5 \pm 2.9$  mm, 裸苗が  $5.7 \pm 2.8$  mm であり (表-3), いずれの調査区でもコンテナ苗が裸苗の成長量を上回っていた。植栽時から 2 成長期後までの根元径における成長率は、コンテナ苗で  $2.21 \pm 0.59$ , 裸苗で  $0.71 \pm 0.22$  であり (表-4), いずれの調査区でもコンテナ苗が裸苗の成長率を上回っていた。本研究のコンテナ苗の根元径は、植栽時には裸苗よりも有意に小さかったが、2 成長期を通じて裸苗よりも良好な成長を示し、2 成長期後には 2 年生であるコンテナ苗が、3 年生の裸苗と同等な根元径を有すると考えられる。近藤・袴田 (2017) は、2 年生ヒノキコンテナ苗における根元径の成長が樹高同様に 1 成長期目、2 成長期目ともに裸苗より大きく、2 成長期終了時点でコンテナ苗と裸苗に根元径の有意差がみられないことを報告している。また、渡邊ら (2017) は、2 年生ヒノキコンテナ苗における根元径の成長量が、植栽後 2 年間で裸苗よりも上回ることを指摘している。本研究は、これらの報告と同様な結果を示しており、コンテナ苗が植栽初期において優れた根元径の成長特性を有することが示唆される。

根元径の成長は、1 成長期後に裸苗とほぼ同じ値を示した樹高の成長に比べて、緩やかであることが示唆

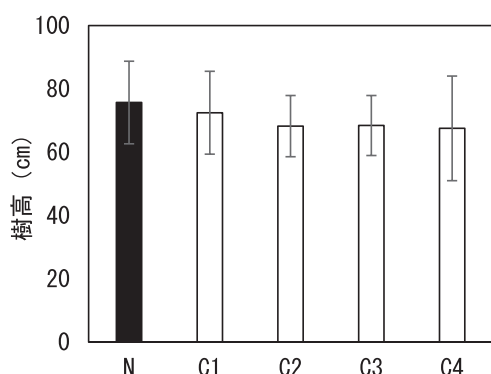


図-5 1 成長期後における各調査区の樹高

エラーバーは標準偏差を示す。

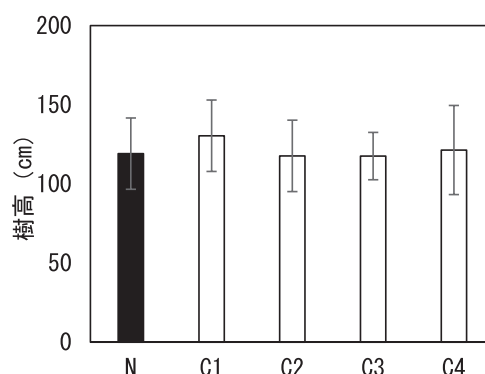


図-6 2 成長期後における各調査区の樹高

エラーバーは標準偏差を示す。

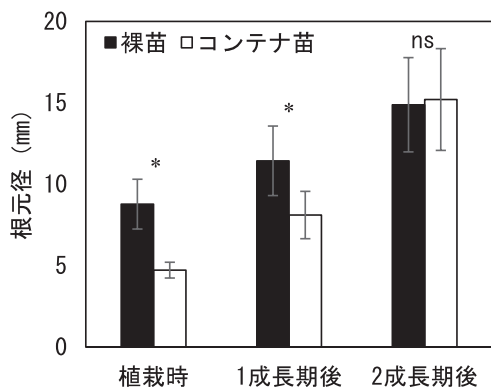


図-7 植栽時から 2 成長期後までの根元径の推移

\*は  $t$  検定による有意差あり ( $p < 0.05$ )。

ns は  $t$  検定による有意差なし ( $p > 0.05$ )。

エラーバーは標準偏差を示す。

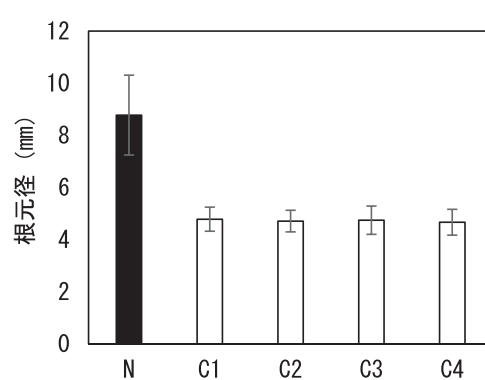


図-8 植栽時における各調査区の根元径

エラーバーは標準偏差を示す。

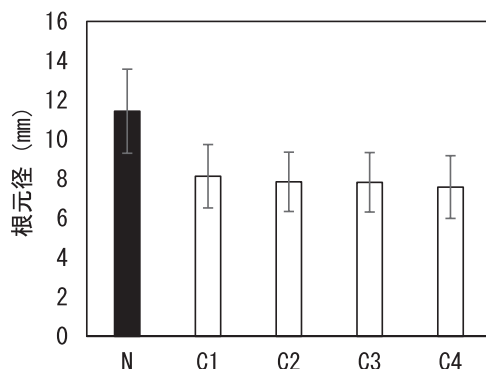
された。しかしながら、2 成長期後までの全期間における成長率は、根元径が樹高よりも大きい値を示し、根元径の成長率は、樹高の  $1.41 \pm 0.34$  に対して  $2.21 \pm 0.59$  と、約 1.5 倍の値を示した。同様に、各成長期間での成長率においても、根元径の成長率が樹高の成長率に比べて大きな値を示した。コンテナ苗は比較苗高や形状比が高く徒長気味であるため（渡邊ら 2016a；八木橋ら 2016）、植栽直後には直径成長を優先することが報告されている（八木橋ら 2016）。本研究において、根元径の成長率が樹高の成長率よりも高かったことは、八木橋ら（2016）の報告と同様にヒノキコンテナ苗が直径成長を優先させるためであると唆される。

コンテナ苗および裸苗における植栽時から 2 成長期後までの比較苗高を図－11 に示す。コンテナ苗の平均比較苗高は、植栽時に  $111.3 \pm 12.8$ 、1 成長期後に  $88.4 \pm 13.2$  で、2 成長期後には  $83.0 \pm 12.2$  を示し、徐々に値が減少する傾向を示した（図－11）。一方、裸苗の平均比較苗高は、植栽時に  $77.8 \pm 12.2$ 、1 成長期後に  $67.4 \pm 12.2$  であり、2 成長期後には  $80.8 \pm 10.2$  の値を示した（図－11）。コンテナ苗と裸苗の 2 成長期後までの比較苗高を比較した結果、植栽時から 2 成長期後までは裸苗がコンテナ苗より低い値を示した（図－11）。1 成長期後までは、コンテナ苗と裸苗間で  $t$  検定による有意な差（ $p < 0.05$ ）がみられたが、2 成長期後には有意な差はみられなかった（図－11）。

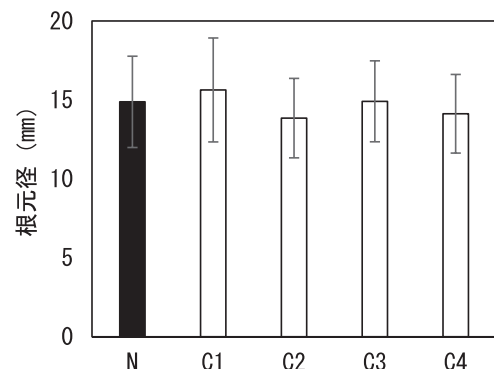
コンテナ苗の比較苗高は、植栽時には裸苗よりも有

意に小さい値を示したが、2 成長期後には裸苗と同等の値を示している。以上より、2 成長期後までのコンテナ苗の成長は、樹高、根元径ともに裸苗より高い値を示したが、比較苗高の推移から樹高の成長よりも、根元径の成長を優先させると考えられる。植栽前のコンテナ苗は、コンテナ容器内での混み合った環境下で生育していたため（諏訪ら 2016）、根元径の成長より樹高の成長を優先しており（中村 2018）、植栽時のコンテナ苗は裸苗に比べて比較苗高が高い傾向にある。前述したようにコンテナ苗は徒長気味であるため、植栽直後は直径成長を優先させることが指摘されている（八木橋ら 2016）。これらの報告は、本研究のコンテナ苗が根元径の成長を優先させたことを裏付けている。また、植栽後には、育苗時に比べて植栽密度が下がり、十分な植栽間隔を得たことにより、コンテナ苗は、育苗時に抑えられていた根元径の成長を、樹高の成長より優先して行ったと考えられる。

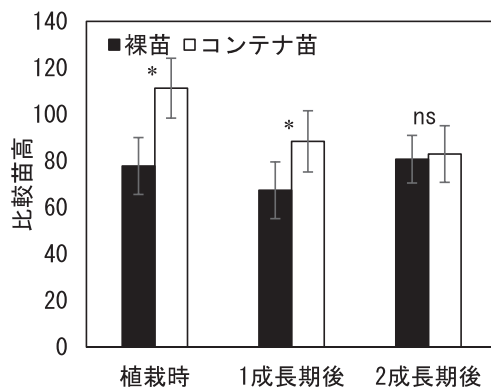
また、コンテナ苗および裸苗における 2 成長期後までの各調査区の比較苗高を図－12 から図－14 に示す。比較苗高は、全ての調査区でコンテナ苗の値が裸苗を上回っており、コンテナ苗は裸苗に比べて、細長い形状であることが判明した。また、コンテナ苗における比較苗高は、分散分析（ $p < 0.05$ ）を行った結果、調査区間における有意な差は認められなかった。したがって、各調査区のコンテナ苗の集団は、類似した比較苗高の値を有すると考えられる。



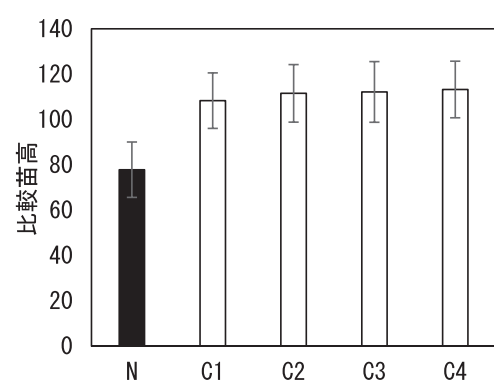
図－9 1 成長期後における各調査区の根元径  
エラーバーは標準偏差を示す。



図－10 2 成長期後における各調査区の根元径  
エラーバーは標準偏差を示す。



図－11 植栽時から 2 成長期後までの比較苗高の推移  
\*は  $t$  検定による有意差あり（ $p < 0.05$ ）。  
ns は  $t$  検定による有意差なし（ $p > 0.05$ ）。  
エラーバーは標準偏差を示す。



図－12 植栽時における各調査区の比較苗高  
エラーバーは標準偏差を示す。

### 3.3 コンテナ苗および裸苗の生存状況

コンテナ苗および裸苗における生存率の推移を図-15に示す。また、コンテナ苗および裸苗における1成長期後および2成長期後の生存状況を、それぞれ表-5および表-6に示す。裸苗は、1成長期後の生存率が38.0%と低かったのに対し、コンテナ苗は裸苗に比べて98.0%と高い生存率を示した(図-15、表-5)。また、2成長期後の生存率は、裸苗で36.0%、コンテナ苗で97.5%となっており、コンテナ苗は1成長期後と同様に高い生存率を示した(図-15、表-6)。

コンテナ苗は、1成長期後では裸苗に比べて生存率が高く、枯損が少なかったが(表-5)、2成長期後では枯損は少ないものの、ノウサギによる食害被害が多く確認され、半数の植栽木が被害を受けていた(表-6)。この結果、1成長期後では80.5%であったコンテナ苗の健全木は、2成長期後には37.0%まで減少していた。

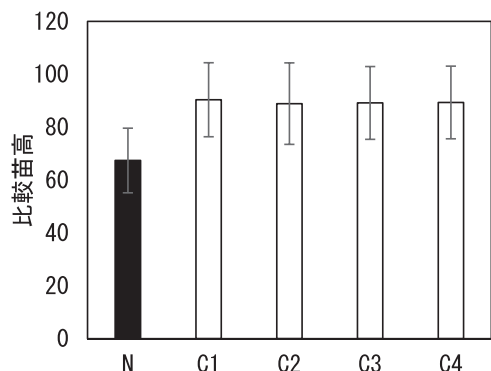


図-13 1成長期後における各調査区の比較苗高  
エラーバーは標準偏差を示す。

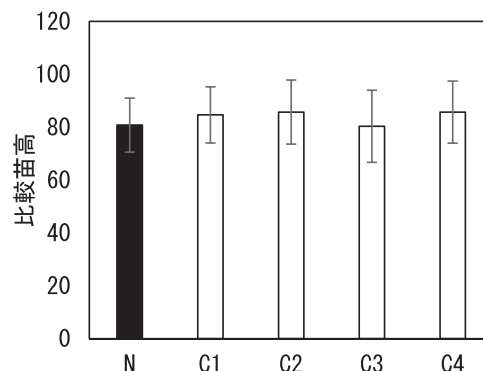


図-14 2成長期後における各調査区の比較苗高  
エラーバーは標準偏差を示す。

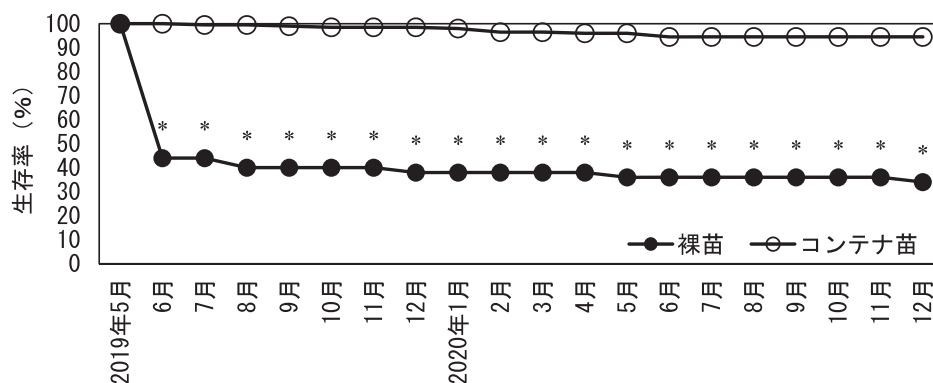


図-15 コンテナ苗と裸苗における生存率の推移

\*は、コンテナ苗と裸苗に $\chi^2$ 検定による有意差あり ( $p < 0.01$ )。

表-5 コンテナ苗および裸苗の1成長期後の生存状況

| 区分    | 植栽本数<br>(本) | 健全<br>(%) | 折損<br>(%) | 食害<br>(%) | その他<br>(%) | 枯損<br>(%) | 計<br>(%) |
|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|
| コンテナ苗 | 200         | 80.5      | 0.0       | 16.0      | 1.5        | 2.0       | 100.0    |
| 裸苗    | 50          | 36.0      | 0.0       | 2.0       | 0.0        | 62.0      | 100.0    |

表-6 コンテナ苗および裸苗の2成長期後の生存状況

| 区分    | 植栽本数<br>(本) | 健全<br>(%) | 折損<br>(%) | 食害<br>(%) | その他<br>(%) | 枯損<br>(%) | 計<br>(%) |
|-------|-------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|
| コンテナ苗 | 200         | 37.0      | 1.0       | 49.5      | 10.0       | 2.5       | 100.0    |
| 裸苗    | 50          | 18.0      | 4.0       | 12.0      | 2.0        | 64.0      | 100.0    |

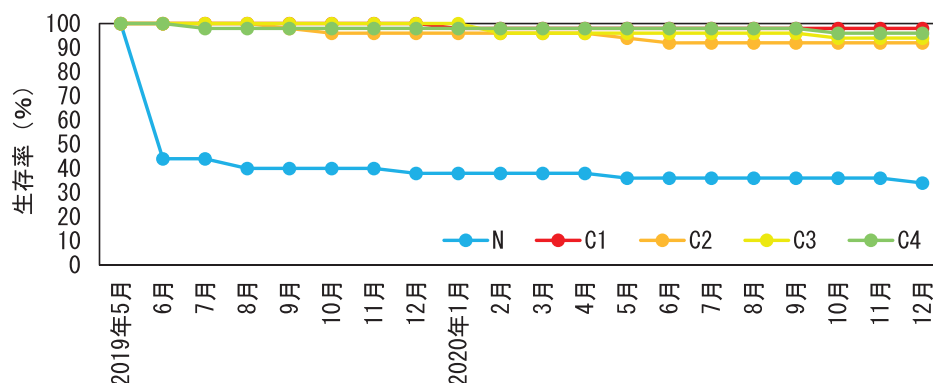


図-16 コンテナ苗と裸苗における各調査区の生存率の推移

したがって、コンテナ苗は裸苗に比べて高い生存率を示し、良好な活着性を持つが、裸苗に比べてノウサギによる食害被害が発生しやすいことが示唆された。

渡邊ら (2016b, 2017) は、ヒノキコンテナ苗の活着率が裸苗と比べて高いことを報告している。諏訪ら (2016) は、植栽季節に関わらず、ヒノキコンテナ苗が裸苗より有意に高い活着率を示すことを報告している。これらの報告と同様に、本研究のコンテナ苗の生存率が裸苗よりも高かったことから、コンテナ苗は根鉢により植え痛みが少なく (原山ら 2016)、掘り取り後の取り扱いや気象条件の影響を受けにくかった (山川ら 2013) と推測される。

次に、コンテナ苗および裸苗における各調査区の生存率の推移を図-16に示す。コンテナ苗における調査区間での生存率は、ほぼ同等な値を示し (図-16)、分散分析 ( $p < 0.05$ ) を行った結果、調査区間における有意な差は認められなかった。

2019年5月22日から6月6日までの16日間は降水量4.5 mmと極めて少雨であり、5月25日から5月27日の3日間は最高気温が30℃を超えていたことから、2林班に小班において春型干害が発生したことが示唆されている (大島ら 2021)。したがって、本調査地における裸苗の1成長期後の生存率が低かった原因は、2林班に小班同様に裸苗の調査区が干害被害を受けたためと推測される。一方、コンテナ苗には根鉢に保水性の高い培土が使用されており、干害に対する耐性があることが報告されている (大島ら 2021)。本研究期間の気象条件下では、コンテナ苗に培土が付いていたことが、コンテナ苗と裸苗の生存率に大きな差を生じさせた要因の一つになったと考えられる。また、本研究の調査では、裸苗の多くが干害の被害を受けており、その後の成長量に影響を及ぼした可能性が示唆される。

#### 4. まとめ

本研究では、宇都宮大学農学部附属船生演習林2林班の小班に植栽されたヒノキコンテナ苗と裸苗の形態を調査し、コンテナ苗の形態的特徴について考察した。また、コンテナ苗の生育状況を調査し、コンテナ苗の成長特性および生存率について考察した。コンテナ苗は、裸苗に比べて比較苗高および弱さ度が高く、細長い徒長気味の形状で貧弱な形質であることが判明した。コンテナ苗の樹高および根元径は、植栽時には裸苗よりも小さかったが、2成長期後には裸苗を上回っていた。コンテナ苗の比較苗高は植栽後徐々に低下し、2成長期後には裸苗と同等な値を示した。コンテナ苗の2成長期後までの成長量および成長率は、樹高、根元径ともに裸苗よりも大きい傾向を示し、コンテナ苗が裸苗に比べて初期成長が良好であることが示唆された。加えて、比較苗高の推移から、植栽後2成長期後までの初期成長では、コンテナ苗は樹高より根元径を優先して成長させていることが推測された。2成長期後までの生存率では、コンテナ苗が裸苗よりも高い生存率を示し、コンテナ苗の良好な活着性が示唆された。一方、裸苗は植栽直後に半数以上が枯死し、干害被害を受けたことが推測された。コンテナ苗は、保水性の

高い培土を根鉢に有するため、裸苗に比べて干害への耐性が高いことが明らかとなった。

#### 謝辞

本研究の実施にあたり、調査にご協力を賜りました宇都宮大学農学部附属演習林の技術職員の皆様並びに宇都宮大学農学部森林科学科 加藤大河氏、上森仁絵氏、大和田愛氏、杉本一真氏、須田望夢氏、百瀬夕唄氏に心より感謝いたします

#### 引用文献

- 相場芳憲 (1987) 造林材料およびその育成. 林業実務必携. 朝倉出版, 東京. 159-169.
- 逢沢峰昭 (2020) 地方大学での試み. 森林遺伝育種 9: 144-145.
- 原山尚徳, 来田和人, 今 博計, 石塚 航, 飛田博順, 宇津木 玄 (2016) 異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率, 成長および生理生態特性. 日本森林学会誌 98: 158-166.
- 川島祐介, 石田敏之 (2019) ヒノキ実生コンテナ苗の植栽適期に関する研究. 群馬県林業試験場研究報告 23: 11-16.
- 近藤 晃, 袴田哲司 (2017) ヒノキ3年生コンテナ大苗の植栽工程と初期成長-2年生コンテナ普通苗との比較-. 静岡県農林技術研究所研究報告 10: 91-97.
- 宮崎 紳 (1969) 苗木の良否. 造林ハンドブック. 養賢堂, 東京. 600-609.
- 中村博一 (2018) スギ実生コンテナ苗及び2年生裸苗の植栽2年後における成長評価. 関東森林研究 67: 89-82.
- 西山嘉寛 (2019) ヒノキコンテナ苗の活着と初期成長に関する研究. 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告 34: 1-24.
- 落合幸仁 (2016) コンテナ苗導入の経緯とコンテナ苗の今後. 山林 1590: 52-60.
- 大島潤一, 加藤大河, 飯塚和也 (2021) ヒノキ新植地における干害の発生状況および苗タイプの違いによる干害耐性の検証. 日本緑化工学会誌 47: 27-32.
- 林野庁 (2012) 平成24年版森林・林業白書. 農林統計協会, 東京. 257.
- 林野庁 (2020a) 森林・林業・木材産業の現状と課題. [https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo\\_kadai/](https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/) (2021年1月24日アクセス)
- 林野庁 (2020b) 林業種苗生産. <https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/syubyou/syubyou.html> (2021年1月24日アクセス)
- 諏訪鍊平, 奥田史郎, 山下直子, 大原偉樹, 奥田裕規, 池田則夫, 細川博之 (2016) 植栽時期の異なるヒノキコンテナ苗の活着と成長. 日本森林学会誌 98: 176-179.
- 都築伸行 (2016) 需給困難化する林業用苗期の生産及び流通の現局面. 林業経済 69 (4): 1-16.
- 宇都木 玄, 原山尚徳, 上村章 (2014) 北海道に適した低コスト造林の考え方. 北方森林研究 62: 11-14.
- 渡邊仁志, 茂木靖和, 三村晴彦, 千村知博 (2016a) ヒノキ・コンテナ苗の活着および初期成長に及ぼす植

- 栽時期の影響. 中部森林技術交流発表集 (平成 27 年度) : 54-59.
- 渡邊仁志, 茂木靖和, 三村晴彦, 千村知博 (2016b) 斜面傾斜が異なる造林地におけるヒノキ・コンテナ苗の植栽功程. 岐阜県森林研究所研究報告 45 : 1-5
- 渡邊仁志, 茂木靖和, 三村晴彦, 千村知博 (2017) ヒノキにおける実生裸苗と緩効性肥料を用いて育成した実生コンテナ苗の初期成長. 日本森林学会誌 99 : 145-149.
- 八木橋 勉, 中谷友樹, 中原健一, 那須野 俊, 櫃間 岳, 野口麻穂子, 八木貴信, 斎藤智之, 松本和馬, 山田 健, 落合幸仁 (2016) スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日本森林学会誌 98 : 139-145.
- 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 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.