

熊本県林業研究・研修センター研究報告 No. 48-1

## 再造林・初期保育の低コスト化に関する研究

## —コンテナ苗の時期別植栽試験—

平成29年度～令和2年度

宮島 淳二

寺本 聖一郎

青木 哲平

## 要 旨

コンテナ苗を活用した主伐と植栽の一貫作業システムの推進にあたり、植栽時期別のコンテナ苗の活着や成長の特性を解明するため、マルチキャビティコンテナ苗（以下、MC苗）の時期別植栽試験（6月、8月、11月、翌年3月）を実施した。MC苗と裸苗の時期別植栽試験では、8月で裸苗はすべて枯死したが、MC苗はすべて活着し、MC苗の裸苗に対する優位性が確認された。150ccMC苗と300ccMC苗の時期別植栽試験では、すべての苗木の活着率は95%以上であり、根鉢サイズによる活着への影響はないと考えられた。年度を区切りとして、植栽当年と植栽翌年の樹高と根元径の成長量を比較したところ、試験地や根鉢サイズごとに一定の傾向はみられなかったが、植栽翌年の成長休止期までの樹高成長量は、植栽してからの生育期間が長いほど大きくなる傾向がみられた。一方、翌年の同時点の成長休止期において、6月、8月、11月植栽苗の樹高および根元径の成長量は3月に植栽した苗木の成長量と同等かそれ以上だった。6月、8月、11月に伐採した場合、MC苗を活用した主伐と植栽の一貫作業システムの実施により、成長休止期である翌年の3月に植栽するよりも苗木の成長が期待できると考えられた。

## はじめに

スギ、ヒノキをはじめとする人工林資源の循環利用のためには、主伐後の確実な再造林が必要である。主伐後の確実な再造林にあたって、再造林の低コスト化が課題となっており、それを解決するための手段として、主伐と植栽の一貫作業システムが実施されている。

主伐と植栽の一貫作業システムは、伐採・搬出のために使用する機械や路網を有効活用し、伐採・搬出と連携して地拵えや植栽を同時に行う作業システムのことで、主伐と植栽の一貫作業システムの開発・普及により、低コスト化を図ることが可能となる（中村ら 2019）。主伐と植栽の一貫作業システムにおいて植栽時期を選ばない苗木が必要であり、根鉢付きの苗木であるコンテナ苗が活用されている。

コンテナ苗について、通年植栽を想定した試験・研究が実施されてきた。九州では夏季植栽における裸苗に対するコンテナ苗の優位性を検証する研究（新保ら 2016）、植栽時期を違えてコンテナ苗を植栽し、通年植栽可能性の検証と植栽1年目の植栽時期に応じた成長特性を調査した研究（山川ら 2012）などにより、コンテナ苗の通年植栽可能性を裏付ける結果が蓄積されている。しかし、現場の植栽試験は年による気象条件の違いなどが影響するため、複数年にわたる試験を実施し、通年植栽におけるコンテナ苗の裸苗に対する優位性がどれくらいの乾燥条件下まで発揮されるか確認することが今後の課題と考えられている（梶本ら 2016）。



## 2 結果と考察

### (1) 苗木の活着状況

植栽時期別および苗種別の苗木の活着率を表-1に示す。3月、6月、11月に植栽した苗木の活着率は95%以上であった。また、8月に植栽した裸苗は全て活着しなかったのに対し、MC苗の活着率は100%であった。植栽時期によらずMC苗が良好な活着を示した大分県（松本ら 2016）や宮崎県の事例（山川ら 2013）と同様に、本事例においても、MC苗は通年植栽が可能と考えられた。

近隣の気象観測所における夏季（6月および8月）の植栽前後約1ヶ月間の降水量および気温を図-2に示す（気象庁 2021）。6月植栽では、植栽4日後に20mmを超える降水が1回あり、続く8日間は降水のない日が続いたが、その後まとまった降水が確認された。一方、8月植栽では、植栽1ヶ月後の間に10mmを超える降水があったのは2日間のみで、干天の日が22日間続いており、6月植栽に比べて乾燥しやすい条件であったと考えられる。6月植栽は裸苗もMC苗も活着できる乾燥条件であったのに対し、8月植栽の乾燥条件では裸苗に対してMC苗の優位性が確認された。

表-1. 植栽約1ヶ月後の苗種別の活着状況

| 植栽時期 | 苗種  | 個体数(本) |    |    | 活着率 (%) |
|------|-----|--------|----|----|---------|
|      |     | 植栽     | 生残 | 枯死 |         |
| 3月   | MC苗 | 49     | 49 | 0  | 100.0   |
|      | 裸苗  | 49     | 47 | 2  | 95.9    |
| 6月   | MC苗 | 49     | 48 | 1  | 98.0    |
|      | 裸苗  | 49     | 48 | 1  | 98.0    |
| 8月   | MC苗 | 49     | 49 | 0  | 100.0   |
|      | 裸苗  | 49     | 0  | 49 | 0.0     |
| 11月  | MC苗 | 49     | 49 | 0  | 100.0   |
|      | 裸苗  | 49     | 49 | 0  | 100.0   |

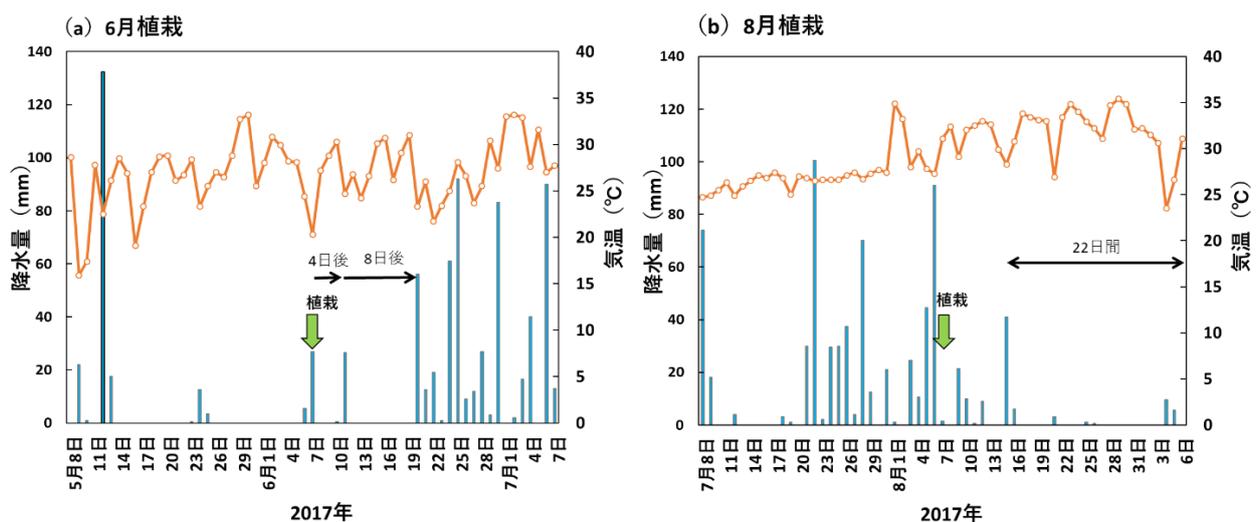


図-2. 6月植栽と8月植栽における植栽前後約1ヶ月間の降水量および最高気温

降水量は試験地から7.9km離れた湯前横谷、最高気温は試験地から11.7km離れた西米良観測所における観測値である。

矢印は、植栽時（緑色）、ほとんど降水がない期間（黒色）を示す。

## (2) 苗木の樹高と根元径

植栽苗の樹高と根元径を図-3 に示す。第1 期間後の平均樹高は、3 月植栽MC 苗と6 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) が大きく、8 月植栽MC 苗と11 月植栽裸苗が低かった ( $p<0.05$ )。第2 期間後においても、植栽時期および苗種間で有意差がみられ、3 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) と6 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) は、8 月植栽MC 苗と11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) と比較して高かった ( $p<0.05$ )。植栽後の苗木の樹高について、3 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) と6 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) は、8 月植栽MC 苗と11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) に比べて高くなる傾向がみられた。また、第2 期間後、同時に植栽した裸苗とMC 苗の樹高は、どの植栽時期においても差はみられなかった ( $p<0.05$ )。

第1 期間後の平均根元径は、大きい方から順に、6 月植栽裸苗、3 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) と6 月植栽MC 苗、8 月植栽MC 苗、11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) であった ( $p<0.05$ )。また、第2 期間後において、大きい方から順に、6 月植栽裸苗、6 月植栽MC 苗、3 月植栽苗 (MC 苗と裸苗)、8 月植栽MC 苗と11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) であった ( $p<0.05$ )。植栽後の根元径についても樹高と同様に、3 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) と6 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) は8 月植栽MC 苗と11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) に比べて大きくなる傾向がみられた。また、第2 期間後、同時に植栽した裸苗とMC 苗の根元径は、どの植栽時期においても差はみられなかった ( $p<0.05$ )。

## (3) 苗木の期間成長量

第1 期間の樹高成長量は、植栽時期と苗種間で有意差がみられ (図-4,  $p<0.05$ )、3 月、6 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) では10cm~20cm 程度の成長がみられたが、8 月植栽MC 苗と11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) はほとんど成長しなかった。本試験の第1 期間における樹高成長は、6 月以降に植栽した苗はほとんど成長しなかったとする松本ら (2016) や5 月植栽と8 月植栽は同程度の成長が確認された山川ら (2013) の報告とは異なり、6 月は成長が確認されたが、8 月は成長がほとんど確認されなかった。立地の違いなどにより、成長しなくなる時期について事例ごとに異なる結果が得られたと考えられる。第2 期間の樹高成長量は、植栽時期と苗種間で有意差がみられ ( $p<0.05$ )、11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) の成長量は20cm 程度と小さかった。第1 期間と第2 期間の植栽時期に応じた樹高成長量の違いにより、第2 期間後までの樹高成長量は植栽してからの生育期間が長いほど大きくなる傾向があると考えられた。

また、第1 期間の根元径成長量は、3 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) と6 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) では2mm~4mm 程度、8 月植栽MC 苗と11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) はほとんど成長しなかった。また、第2 期間の根元径成長量は、3 月植栽裸苗 (MC 苗と裸苗) と6 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) は5.0~6.0mm であったのに対し、8 月植栽MC 苗と11 月植栽苗 (MC 苗と裸苗) は3mm 程度と小さかった。

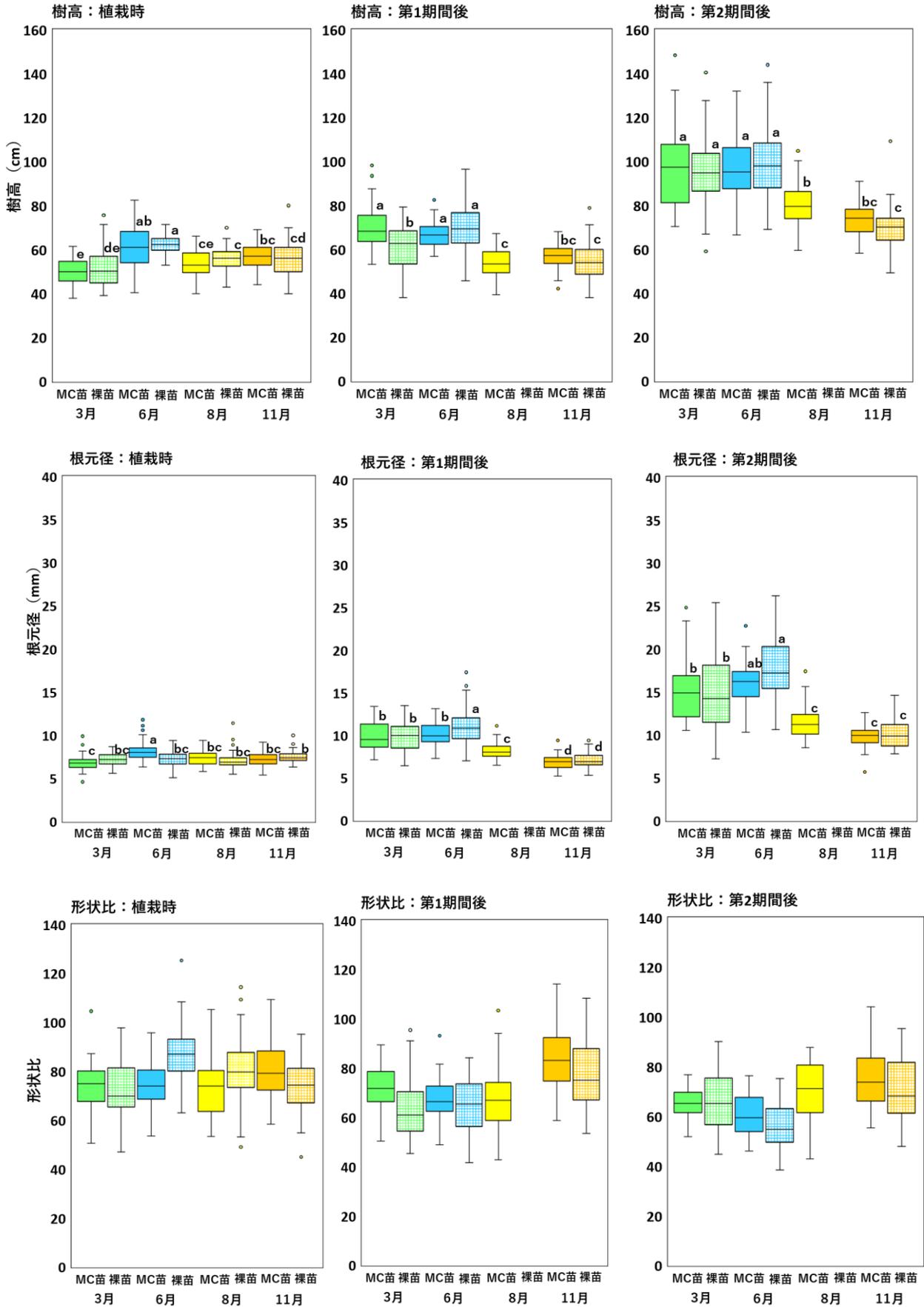


図-3. MC 苗と裸苗の樹高および根元径の期間成長量

異なるアルファベットは、各期間で統計的に有意な差があることを示す (Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$ )。

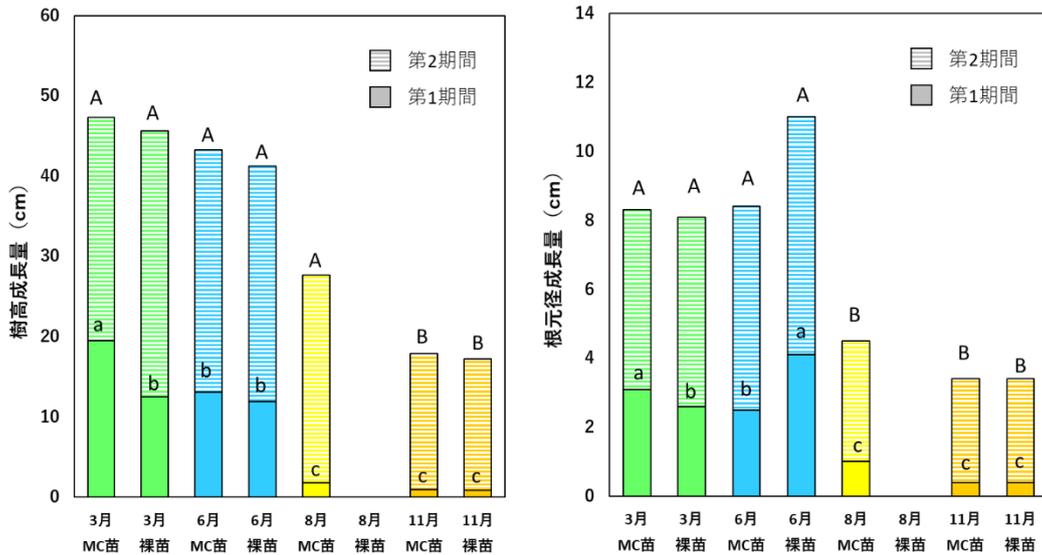


図-4 MC 苗と裸苗の樹高および根元径の期間成長量

異なるアルファベットは、各期間で統計的に有意な差があることを示す (Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$ )。

## 第2章 MC苗の時期別・サイズ別植栽試験

### 1 試験地と方法

熊本県水俣市湯出地内の県有林 (32°07' N, 130°26' E) に試験地を設定した。標高約 610m の北向き緩斜面にあり、2018 年の近隣の気象観測所 (標高 6m、水俣観測所) における年平均気温は 17.2℃、年降水量は 2242.5mm である (気象庁 2021)。

2018 年 6 月、8 月、11 月、2019 年 3 月にスギの 150ccMC 苗と 300ccMC 苗を 42 本 (8 月のみ 44 本) ずつ植栽した (図-5)。用いた品種はさし木在来品種であるシャカインである。植栽約 1 ヶ月後、苗木の活着状況を調査した。また、植栽時と各成長休止期において、樹高および根元径を測定した。

本研究において、植栽時期別の成長量を比較するため、植栽時から第 1 回目の測定までを第 1 期間、そこから 2 回目の測定まで第 2 期間とし (図-5)、樹高と根元径の期間成長量を比較した。なお、3 月植栽苗の第 2 期間の樹高成長量は、2021 年 6 月に測定した第 2 期間の期末樹高から推定した。

また、樹高、根元径および成長量についての統計処理は第 1 章「MC 苗と裸苗の時期別植栽試験」と同様の方法とした。

| 植栽時期 | 2018 |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   |   | 2019 |   |   |   |    |    |    |   |  |  |  |  |
|------|------|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|------|---|---|---|----|----|----|---|--|--|--|--|
|      | 6    | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6    | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |  |  |  |  |
| 3月   |      |   |   |   |    |    |    |   |   |   | △ |   |      |   |   |   |    |    |    | △ |  |  |  |  |
| 6月   | △    |   |   |   |    |    |    |   |   |   |   | △ |      |   |   |   |    |    |    | △ |  |  |  |  |
| 8月   |      |   |   | △ |    |    |    |   |   |   |   | △ |      |   |   |   |    |    |    | △ |  |  |  |  |
| 11月  |      |   |   |   |    |    | △  |   |   |   |   | △ |      |   |   |   |    |    |    | △ |  |  |  |  |

図-5 水俣市試験における苗木の植栽時期と測定時期

△：測定の時期を示す。実線は第 1 期間、破線は第 2 期間を示す。

## 2 結果と考察

### (1) 苗木の活着状況

植栽時期別・サイズ別の苗木の活着率を表-2 に示す。300ccMC 苗は植栽時期によらず全て活着した。150ccMC 苗の活着率も、すべての植栽時期で 95%以上であった。150cc 苗と 300cc 苗の同時植栽について、4月に植栽した事例（内村ら 2017）や6月に植栽した事例（松本ら 2017）と同様に、根鉢サイズによる活着率への影響はないと考えられた。

### (2) 苗木の樹高と根元径

植栽苗の樹高と根元径を図-6 に示す。植栽時の平均樹高は、植栽時期およびサイズ間で有意差がみられ ( $p<0.05$ )、3月、8月、11月植栽苗は 150cc 苗に比べて 300cc 苗が高かった (図-6)。第1期間後の平均樹高は、3月、8月、11月植栽は 150cc 苗に比べて 300cc 苗が大きかった ( $p<0.05$ )。第2期間後は、8月植栽は 300cc 苗が大きい傾向が維持されていたが、3月、11月植栽ではサイズ間差がみられなかった ( $p<0.05$ )。

平均根元径について、第2期間後は、8月、11月に植栽した 150cc 苗は 300cc 苗に比べて小さかった ( $p<0.05$ )。

### (3) 苗木の期間成長量

第1期間の樹高成長量は、植栽時期とサイズ間で有意差がみられ ( $p<0.05$ )、3月植栽苗 (150cc 苗と 300cc 苗) では 20cm 程度、6月植栽苗 (150cc 苗と 300cc 苗) では 10cm 程度、8月植栽苗 (150cc 苗と 300cc 苗) と 11月植栽苗 (150cc 苗と 300cc 苗) はほとんど成長しなかった (図-7)。また、第1期間および第2期間において、同時期に植栽した 150cc 苗と 300cc 苗の樹高成長量の差はほとんどみられなかった ( $p<0.05$ )。内村ら (2017) は、4月に植栽した 150cc 苗は同時に植栽した 300cc 苗に比べて、樹高成長量が劣る可能性を報告している。同報では、150cc 苗の期首樹高が小さいことから 300cc に比べて被圧を受けやすかった可能性や、根系発達度の違いが影響した可能性が考えられている。本試験では、3月、8月、11月植栽した 150cc 苗は 300cc 苗に比べて期首樹高が小さい傾向がみられたが、植栽当年 (2018年) に各植栽区において雑草木はあまり繁茂しておらず、植栽翌年 (2019年) の7月に全刈りを実施しており、被圧を受けにくかったことが考えられる。供試苗の根系の調査は実施していないが、150cc 苗の根系が十分に発達していた可能性がある。

表-2 植栽約1ヶ月後の苗木の活着状況

| 植栽時期 | 根鉢サイズ | 個体数(本) |    |    | 活着率 (%) |
|------|-------|--------|----|----|---------|
|      |       | 植栽     | 生残 | 枯死 |         |
| 3月   | 150cc | 42     | 42 | 0  | 100.0   |
|      | 300cc | 42     | 42 | 0  | 100.0   |
| 6月   | 150cc | 42     | 40 | 2  | 95.2    |
|      | 300cc | 42     | 42 | 0  | 100.0   |
| 8月   | 150cc | 44     | 44 | 0  | 100.0   |
|      | 300cc | 44     | 44 | 0  | 100.0   |
| 11月  | 150cc | 42     | 42 | 0  | 100.0   |
|      | 300cc | 42     | 42 | 0  | 100.0   |

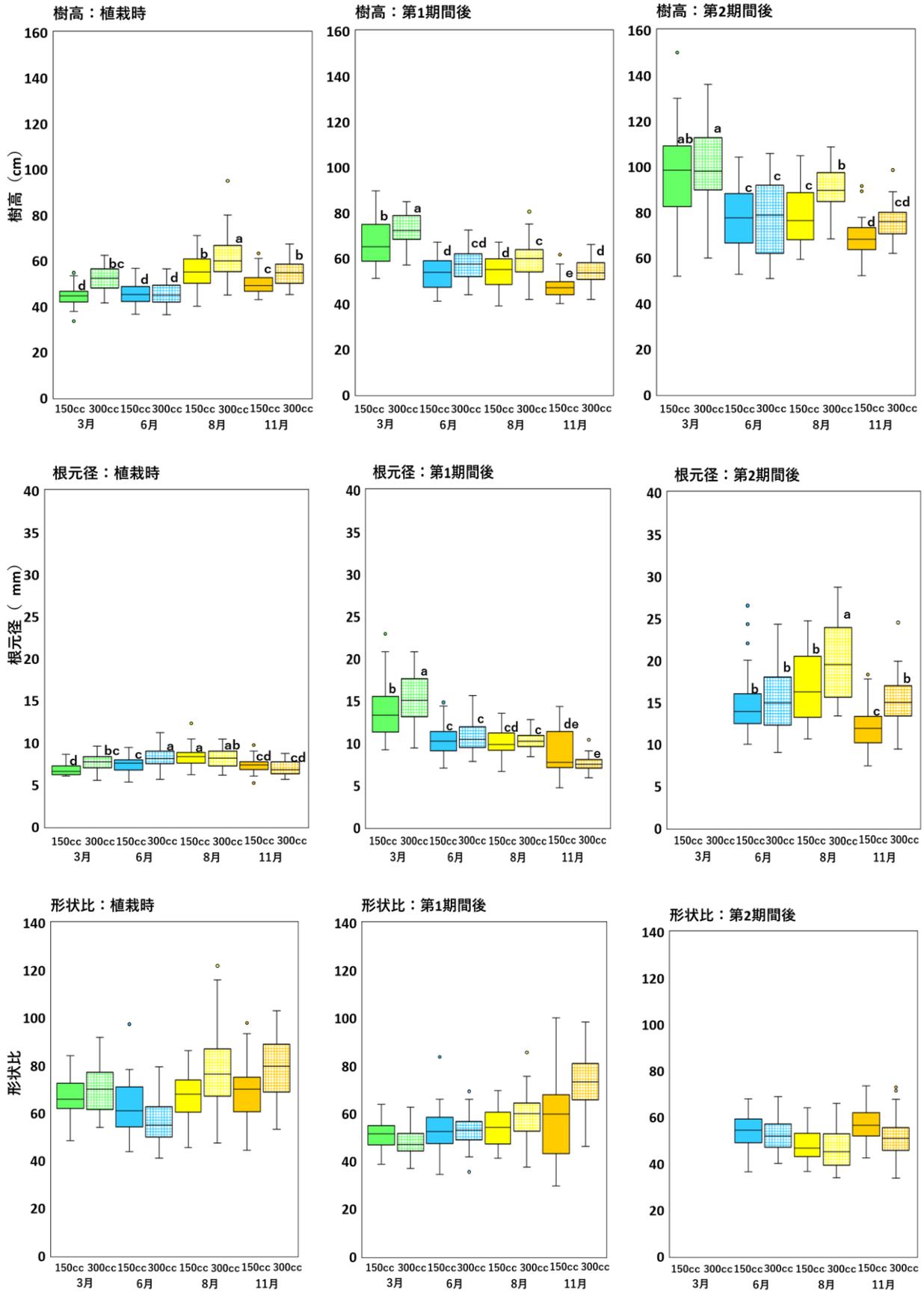


図-6 MC苗の樹高および根元径の期間成長量

異なるアルファベットは、各期間で統計的に有意な差があることを示す (Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$ )。なお、期間成長量は期間前後の測定値の差から算出し、3月植栽の第2期間における樹高成長量のみ期末樹高の測定値を用いて推定した。

また、第1期間の根元径成長量は、植栽時期とサイズ間で有意差がみられ ( $p < 0.05$ )、3月植栽苗 (150cc 苗と 300cc 苗) で大きく、6月植栽苗 (150cc 苗と 300cc 苗) と 8月植栽苗 (150cc 苗と 300cc 苗) と 11月 150cc 苗で同程度であり、11月植栽 300cc 苗は最も小さかった ( $p < 0.05$ )。第1期間における樹高および根元径の成長量は植栽してからの生育期間が長いほど大きくなる傾向があると考えられたが、樹高成長と根元径成長で成長がみられなくなるタイミングが異なることが示唆された。第2期間の根元径成長量は、8月と11月植栽苗は 150cc 苗が 300cc 苗に比べて小さい傾向がみられた。第1期間後の11月植栽苗の形状比は、150cc 苗で 58.7、300cc 苗で 72.3 であり、150cc 苗と比べて 300cc 苗が高かった。コンテナ苗と裸苗の成長を4成長期にわたって調査した研究 (八木橋ら 2016) では、相対地際直径成長率は、すべての成長期において、形状比と正の相関があると報告されている。11月植栽では形状比が高かったため、150cc 苗と比べて 300cc 苗の根元径成長量が大きかったと考えられる。一方、8月植栽苗の第1期間後の形状比は、300cc 苗のほうが大きかったものの、差は小さかった。8月植栽苗の第2期間において、150cc 苗は 300cc 苗に比べて小さくなる可能性が考えられたが、その要因について今回の試験では明らかにできなかった。

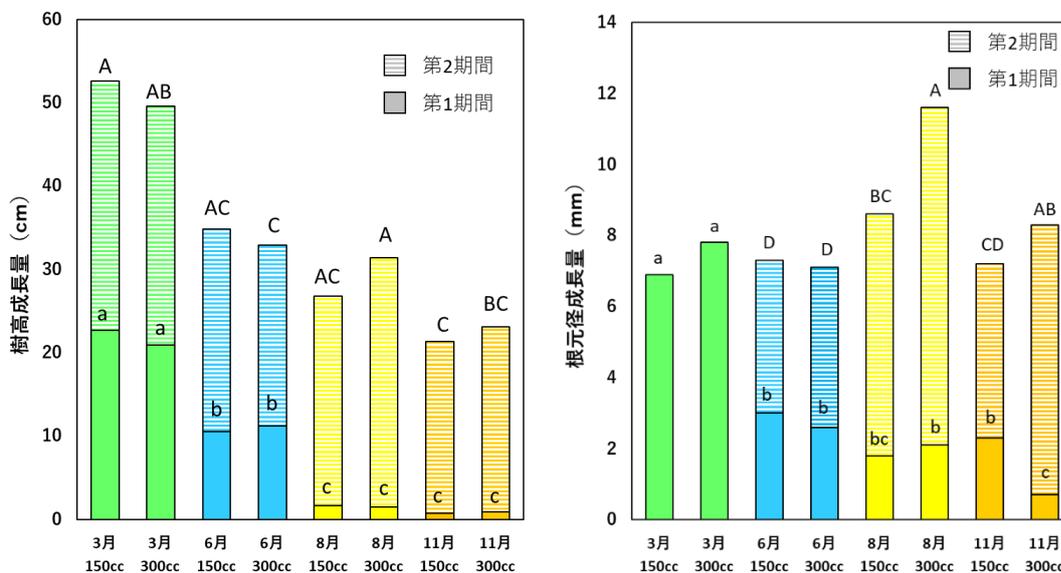


図-7 MC 苗の樹高および根元径の期間成長量

異なるアルファベットは、各期間で統計的に有意な差があることを示す (Tukey-Kramer 法、 $p < 0.05$ )。なお、期間成長量は期間前後の測定値の差から算出し、3月植栽の第2期間における樹高成長量のみ期首樹高の測定値を用いて推定した。

## まとめ

本研究の結果、MC 苗は根鉢サイズによらず、活着することが確認された。特に、水上村試験地における8月植栽では裸苗がすべて枯死したのに対し、MC 苗はすべて活着し、乾燥条件下におけるMC 苗の優位性が確認された。植栽時期ごとにMC 苗の成長特性は異なっており、第1期間の樹高成長は植栽してからの生育期間の長さに影響されると考えられた。一方、第1期間の根元径成長量については、試験地および根鉢サイズごとに異なり、一定の傾向はみられなかったため、さらなる検証が必要である。

また、第1期間と第2期間の植栽時期に応じた樹高成長量の違いにより、第2期間後までの樹高成長量は植栽してからの生育期間が長いほど大きくなる傾向があると考えられた。しかし、今

回の植栽スケジュールでは、6月、8月、11月植栽苗は、3月よりも早くに植栽している。同時点の成長休止期までの成長量を比較すると、水上村試験地では2019年2月まで、水俣市試験地では2019年12月までの6月、8月、11月植栽苗の成長量（第1期間と第2期間成長量の合計）は、3月に植栽した苗木の成長量（第1期間成長量）と同等かそれ以上だった（図-4、図-7）。6月、8月、11月に伐採した場合、MC苗を活用した主伐と植栽の一貫作業システムの実施により、成長休止期である翌年の3月に植栽するよりも苗木の成長が期待できると考えられる。

植栽時期別のMC苗の成長特性について、九州における時期別植栽試験に関する報告（山川ら2013；松本ら2016）との差異もみられた。樹高と根元径で成長のタイミングが異なることや、樹木の成長のタイミングは気象条件等の影響を受けると考えられるため、今回とは異なる造林地における時期別植栽の事例を収集していく必要があると考えられる。さらに、今回の乾燥条件においてMC苗は良好な活着を示したが、今後は、今回よりも乾燥した条件下で、現地での気象測定データからMC苗の通年植栽について検討する必要があると考えられる。

## 引用文献

- 梶本卓也・宇都木玄・田中 浩（2016）低コスト再造林の実現にコンテナ苗をどう活用するかー研究の現状と今後の課題ー. 日林誌 98: 135-138
- 気象庁（2021）気象統計情報. 過去の気象データ検索. URL <https://www.data.jma.go.jp/stats/etm/index.php>（2021年6月13日閲覧）
- 松本純・佐藤嘉彦（2017）コンテナ苗の根鉢サイズが植栽後の成長に与える影響. 九州森林研究 70: 163-164
- 松本 純・佐藤嘉彦・山本純也・廣田光春（2016）時期別に植栽したスギコンテナ苗の活着と成長. 九州森林研究 69: 95-97
- 中村松三・伊藤 哲・山川博美・平田令子（2019）低コスト再造林への挑戦: pp168, 日本林業調査会, 東京
- R Core Team（2020）. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 内村慶彦・河野雄一・是枝久巳（2017）根鉢容量 150cc のスギコンテナ苗の生存率と初期樹高成長は裸苗や根鉢容量 300cc のコンテナ苗と異なるのか？ー鹿児島県における春季植栽事例一. 森林立地 59(2): 45-51
- 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・齋藤智之・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. 日林誌 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後1年目の活着と成長に及ぼす影響. 日林誌 95: 214-219