

再造林・初期保育の低コスト化に関する研究

－シャカインスギ直挿しマルチキャビティコンテナ育苗試験－

平成29年度～令和2年度

川中 守
寺本 聖一郎
園田 美和

要 旨

「主伐と植栽の一貫作業システム」を推進するには、通年植栽が可能なマルチキャビティコンテナ(以下、MC) 苗の生産コスト削減が必要である。そこで、MC直挿しによる苗木生産で課題となっている低位な発根率や得苗率の解消に向けた育苗試験を実施した。今回は、複数の育苗条件の中で、MC容器のサイズや赤玉土の配合割合の違いによる発根率、得苗率および成長量、芯性と枝性の穂の形態の違いによる得苗率について検証した。

発根率は、68～82%で、容器のサイズや赤玉土の配合割合の違いによる有意差は見られなかったが、育苗現場では、シャカインの直挿し苗の発根率が低位であるという課題があるため、今後は、さし木の工程において発根率を上げることができないか検証する必要がある。

苗高成長量は、容器や赤玉土の配合割合の違いによる交互作用が見られたが、容器 150cc と 300 cc では異なる結果が出たため、赤玉土の配合割合について再検証が必要である。さし穂の形態は、芯性の穂が枝性の穂に比べ、明らかに苗高成長量が大きかったため、今後、芯性の穂のさし付けを普及していく必要がある。

1 はじめに

本県の森林資源は、主伐が可能な46年生以上の森林面積が、平成29年度(研究課題設定時)時点の約16万ha(全人工林の68%)から、令和3年3月時点では、約17万ha(全人工林の75%)に増え(図-1)、着々と人工林資源の成熟化が進んでいる。素材(丸太)生産量は、平成10年度以降、約80万m³前後で推移していたが、平成25年度に90万m³、平成30年度以降は100万m³を超え(図-2)、主伐面積

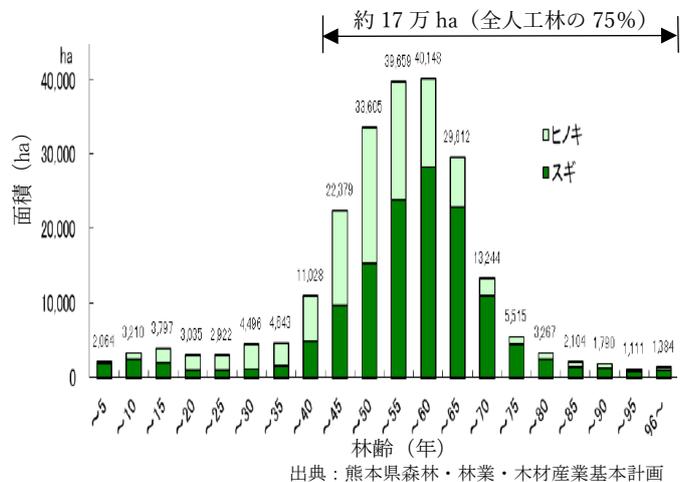


図-1 民有林スギ・ヒノキ人工林の林齢構成 (令和3年3月)

は年々増加傾向にある。再造林は、林業経営の収支の悪化に伴う放棄などの要因により、主伐面積の約4割程度となっている。主伐後の地拵え、植栽、下刈りなどの初期保育を含めた再造林にかかる経費は、造林総経費の約7割（林野庁、2021）を占め、それらをいかに削減できるかが大きな課題である（宇都木、2015）。本県では、再造林経費の大幅な削減に向け、「主伐と植栽の一貫作業システム」を推進し、森林資源の循環利用による持続的な林業経営を目指し各種支援を講じている。

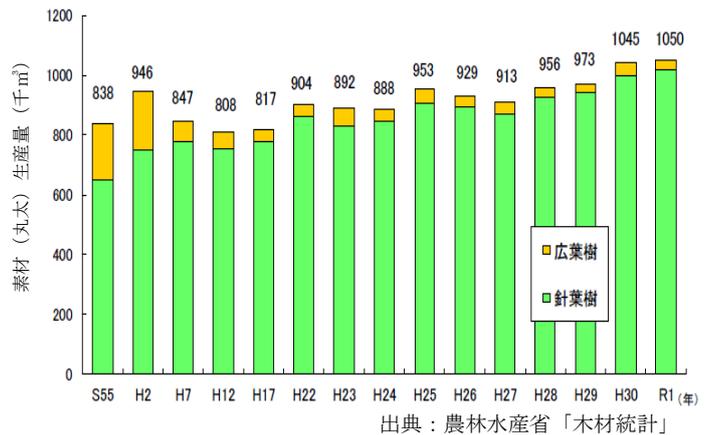


図-2 素材（丸太）生産量の推移（県内）

「主伐と植栽の一貫作業システム」（以下、一貫作業システム）とは、夏や秋に伐採・搬出が終了しても引き続き地拵えや植栽はせず、翌春に人力で多くの労力と時間をかけ植栽していた従来の方式を、伐採・搬出と連携して機械により地拵えや苗木運搬を同時進行的に行い、地拵えを終えた箇所から順次植栽を行う作業システムのことである（佐々木ら、2012）。一貫作業システムの推進にあたっては、通年植栽が前提条件となるため、時期を選ばず植栽が可能なMC苗（山川ら、2013）による植栽が必須となる。

MC苗の生産は、露地挿した穂木の発根が確認された後に植え替えて育苗する場合と、穂作りしたさし穂をMCに直挿しして育苗する2つの方法がある（図-3）。育苗生産コストを考慮すると、MCに直挿しして育苗する方法が低コストであるが、生産現場では、直挿し苗の発根率や得苗率が低位という課題があり、MC直挿し苗を生産する生産者は少ない。このため、MC直挿し苗の発根率や得苗率の向上を目的とし、本県のスギ主要生産品種であるシャカインを供試材料とし育苗試験を行った。



図-3 MC苗の生産方法

2 材料と方法

(1) 材料

供試材料は、本県のスギ主要生産品種であるシャカインの穂、予備試験において発根率に効果があると考えられた赤玉土の効果検証を考慮した3通りの培土（表-1）、150cc および 300cc の2つのMC容器を使用した。

- ・スギ (シャカイン) 購入穂 1,254 本
- ・MC 容器 (150cc・スリットなし) 9 個
- ・MC 容器 (300cc・スリットなし) 9 個
- ・培土：赤玉土、ココピート、ピートモス

表-1 培土配合割合

赤玉土	ココピート	ピートモス
0%	50%	50%
10%	45%	45%
20%	40%	40%

(2) 方法

・さし木の手順

ア 母樹からの採穂 (荒穂)

採穂園内に植栽されている採穂台木 (写真-1) や山採りによって荒穂を採穂する。

※本試験では購入穂を使用

イ 荒穂を流水に浸漬

荒穂が乾燥しないよう、採穂後は速やかに荒穂を流水に浸漬する。(写真-2)

ウ 穂づくり

目安となる棒 (今回穂長 25 cmとした) を穂の芯にあて、切り揃える (根元は斜めに切る)。

葉を 1/2~1/3 程度切り落とし (写真-3) 20~30 本程束ね、下部を揃えて紐で結ぶ (写真-4)。

エ さし穂を流水に浸漬

さし穂を流水に 24 時間浸漬する (写真-5)。

オ 発根促進剤希釈水に浸漬

オキシベロン (発根促進剤) 希釈水に 12 時間浸漬する (写真-6)。

カ 培土の準備

MC に培土を詰め (写真-7)、水をかけ (写真-8)、さらに培土を詰める (写真-9)。

キ さし付け

培地に案内棒でさし付けの深さまで穴を開け、さし穂を入れ、根元をしっかり押さえて固定する (写真-10)。



写真-1 採穂台木



写真-2 荒穂の流水浸漬



写真-3 穂づくり



写真-4 穂(下部)を揃える



写真-5 流水に浸漬



写真-6 発根促進剤希釈水に浸漬



写真-7 培土準備 (MCに培土詰める)



写真-8 培土準備 (培土に水をかける)

ク 育苗 (写真-11)



写真-9 培土準備
(再び、MCに培土詰める)



写真-10 さし付け



写真-11 育苗

表-2 試験計画 (培土・容器の違いによる発根率や成長量の比較)

項目	試験計画
さし付け時期	2019年11月、2020年3月
供試材料	シャカイン25cm 1,152本 ※培土・容器の検証分
育苗資材	MC (スリットなし) 150cc、300cc
発根促進剤	オキシベロン40倍希釈水 12時間浸漬
培土	①赤玉土0%、ココピート50%、ピートモス50% ②赤玉土10%、ココピート45%、ピートモス45% ③赤玉土20%、ココピート40%、ピートモス40%
肥料	なし

表-3 試験計画 (芯性と枝性の穂の違いによる成長比較)

項目	試験計画
さし付け時期	2019年11月、2020年3月
供試材料	シャカイン25cm 102本 ※芯性、枝性の穂 (写真-12)
育苗資材	育苗箱 (新型B)
発根促進剤	オキシベロン40倍希釈水 12時間浸漬
培土	鹿沼土100%
肥料	なし



写真-12 芯性と枝性の穂

※芯性の穂は、根元から頂部まで芯が通っている穂をいい、枝性の穂は、根元から頂部にいくにつれて芯が不明瞭となっている穂のことをいう (写真-12)。

※芯性と枝性の違いによる成長比較のみ、育苗資材を育苗箱 (新型B) とし、培地を鹿沼土 100% とした。

3 結果と考察

(1) 発根率

各試験区の発根率を表-4 に示す。今回の検証における発根率は、さし付け後～2021年3月までの育苗期間終了後の成長量調査時点 (2021年4月) で枯損していた苗木を全て抜き取り、さし穂のさし付

け部分に主根や細根が確認できないものを発根していない穂として計上し、発根率を算出した。また、主根や細根が確認でき、かつ、2021年4月時点における成長量調査で枯損が確認されたものは、育苗中の枯損とした。

表-4 容器と培土配合割合の違いによる発根率の比較

	水準1	水準2	平均1	平均2	差	標準誤差	統計量	P 値
150cc-1	赤玉0%	赤玉10%	0.72	0.76	0.04	0.076	0.588	0.829
	赤玉0%	赤玉20%	0.72	0.71	0.01	0.076	0.182	0.982
	赤玉10%	赤玉20%	0.76	0.71	0.06	0.076	0.770	0.728
300cc-1	赤玉0%	赤玉10%	0.68	0.82	0.14	0.076	1.848	0.196
	赤玉0%	赤玉20%	0.68	0.76	0.08	0.076	1.090	0.538
	赤玉10%	赤玉20%	0.82	0.76	0.06	0.076	0.757	0.735

MC容器と培土配合割合の違いによる発根率は68~82%となり、二元配置の分散分析による発根率を比較したところ、有意差は認められなかった。しかし、現場では、発根率が低位という課題があるため、今後は、さし木の工程において発根率を上げることができないか検証する必要がある。

(2) 苗高成長量

各試験区の苗高成長量を表-5に示す。今回の検証では、穂長25cmの穂を8cmさし付け、2019年11月にさし付けた穂は1年5カ月間、2021年3月にさし付けた穂は1年間の育苗期間終了後の2021年4月に実施した成長量調査の結果によるものである。

表-5 容器と培土配合割合の違いによる苗高成長量の比較

	水準1	水準2	平均1	平均2	差	標準誤差	統計量	P 値
150cc-1	赤玉0%	赤玉10%	13.07	12.39	0.67	0.575	1.171	0.471
	赤玉0%	赤玉20%	13.07	13.93	0.87	0.575	1.506	0.289
	赤玉10%	赤玉20%	12.39	13.93	1.54	0.575	2.678	0.021 *
300cc-1	赤玉0%	赤玉10%	12.47	11.56	0.91	0.575	1.578	0.256
	赤玉0%	赤玉20%	12.47	10.96	1.51	0.575	2.633	0.024 *
	赤玉10%	赤玉20%	11.56	10.96	0.61	0.575	1.055	0.542

*: $P < 0.05$

MC容器と培土配合割合の違いによる苗高成長量は、150ccと300ccでは150ccの方が全ての試験区において300ccより苗高成長量が大きかった。MC容器と培土配合割合の違いによる苗高成長量について二元配置の分散分析を行った。その結果、MC容器150ccでは、赤玉土10%と20%の比較において有意差がみられ、20%の方が大きかった。一方、MC容器300ccでは、赤玉土0%と20%の比較において有意差がみられ、0%の方が大きかった。今回の検証では、MC容器150ccと300ccでは異なる結果となったため、再検証を行う必要がある。

(3) 得苗率

MC容器150ccおよび300ccの直挿し苗の苗高と根元径の関係を図-4、5に示す。今回の検証では、得苗率は3割以下となり、苗高が規格値に達せず規格外となった苗木が大半を占めていた。今回の検証では、育苗をガラス温室で行っていたため、次期検証では、発根後、野外での育苗に変更して苗高成長量の再検証を行う必要がある。また、MC容器直挿しで秋挿し1年半、春挿し1年の育苗期間で規格苗に達する穂長（下限値）についても、併せて検証していく必要がある。

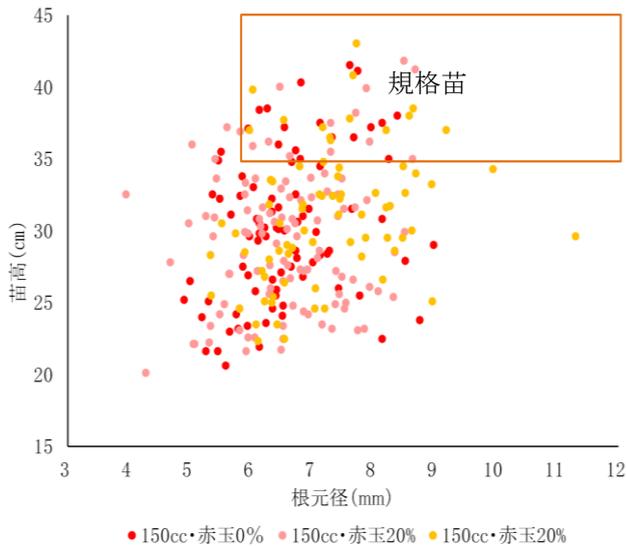


図-4 苗高と根元径の関係 (MC容器 150cc)

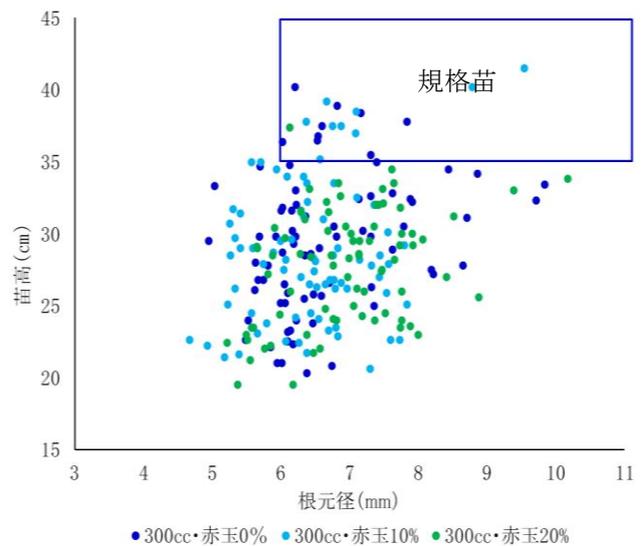


図-5 苗高と根元径の関係 (MC容器 300cc)

(4) さし穂の形態の違いによる成長量

芯性の穂と枝性の穂の苗高と根元径の関係を図-6、芯性の穂と枝性の穂の苗高における一元配置の分散分析の結果を表-6、7に示す。芯性の穂と枝性の穂の違いによる苗高には1%の水準で有意差がみられ、明らかに芯性の優位性が確認された。

新たに苗木の生産を始める生産者では、芯性の穂と枝性の穂の区別がつかず、枝性の穂をさし付けている事例も見受けられるため、今後、苗木の質の維持向上に向け、芯性の穂の見分け方を普及していく必要がある。

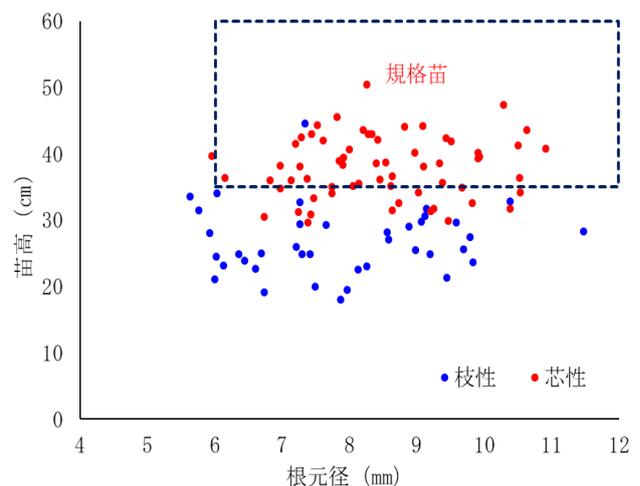


図-6 苗高と根元径の関係 (芯性の穂と枝性の穂)

表-6 分散分析の概要 (苗長)

グループ	穂長	データ数	合計	平均	分散
芯性さし穂	25cm	63	2390.8	37.95	21.935
枝性さし穂	25cm	39	1040.8	26.69	26.103

表-7 分散分析表

変動要因	変動	自由度	分散	観測された分散比	P-値	F 境界値
グループ間	3055.189	1	3055.189	131.2031081	0.0000000	6.893
グループ内	2351.881	101	23.286			
合計	5407.070	102				

$P < 0.01$ グループ間有意差あり

4 総合考察

今回の検証では、発根率に対するMC容器のサイズや赤玉土の配合割合の違いが与える影響は見られなかった。しかし、育苗現場では発根率が低位な課題があるため、さし穂、さし付け作業およびさし付け後の育苗時における要因も検証していく必要があると考えられる。例えば、さし穂は、品種が同一であっても山採りの穂、採穂園の母樹の育成状況（ほう芽枝の有無）、ハダニの付着状況などが発根率に影響を与えると考えられる。さし付け作業では、荒穂やさし穂に直射日光が当たり過ぎることによって穂の蒸散が過剰となり発根率に影響を与えることが考えられる。さし付け後の育苗では、気温が18～22℃、さし付け床の地温が15～18℃で発根に適した温度（渡辺、1972）が保持されていたかによっても発根率に影響が出る。再度、生産者への聞き取りを行い、発根率を上げることができないか検証する。

苗高成長量は、MC容器のサイズや赤玉土の配合割合の違いによる影響が見られたが、MC容器の150ccと300ccで異なる結果となった。また、苗高が規格値に達せず規格外となった苗木が大半を占めた。他の育苗試験において、さし付けをガラス温室で行い、梅雨明け後にガラス温室と野外の2区画で育苗した結果、育苗環境の違いによる二元配置の分散分析において1%の水準で有意差がみられる結果となった。そこで、赤玉土の配合割合の再検証は、さし木発根後は野外で育苗を行い、苗高成長量と得苗率の検証を行う。

さし穂の形態の違いによる成長量は、芯性と枝性の穂によって苗高に明らかに差がみられ、芯性の穂をさし付けすることが得苗率の向上につながる。仮に、規格値に達した枝性の苗木が出荷され、林地に植栽したとしても、芯性の苗木と同じような樹高成長は期待できず、森林所有者への不利益や森林資源の充実の妨げになることが考えられる。このため、育苗現場において、より良質な苗木が生産されるよう、芯性の穂のさし付けを普及していく必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター九州育種場、熊本県樹苗協同組合、県内の苗木生産者の皆様をはじめとする多くの関係機関や関係者の皆様から、ご指導、ご協力いただいた。心より御礼申し上げます。

引用文献

- 宇都木 玄・原山 尚成・上村 章（2015）森林科学 80 2017. 6:2-5
- 熊本県（2021）熊本県森林・林業・木材産業基本計画
- 佐々木達也・中澤 昌彦・中村 松三・今富 裕樹・岡 勝（2012）一貫作業システムで地拵え～植栽の大幅な作業効率の向上！．（独）森林総合研究所平成 24 年版研究成果選集：6-7
- 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
- 林野庁（2018）低コスト造林技術実証・導入促進事業 低コスト造林技術の導入に向けて：1
- 林野庁（2021）森林・林業・木材産業の現状と課題：4
- 渡辺資仲（1972）実践林業大学（9）林業種苗（林業教育研究会編），213 pp，農林出版，東京