

愛知県森林・林業技術センター報告

Bulletin of
Aichi Prefectural Forest and Forestry Research Center

No.58

令和3年7月

July 2021

愛知県森林・林業技術センター



目 次

【研究報告】

◆地域に即した森林環境保全・管理システムの開発◆

海岸クロマツ林の効果的な再生手法の開発	藏屋 健治ほか	1～6
コンテナ苗を用いた森林造成の実用化に関する研究	石田 朗	7～20

◆県産木材の多用途化のための木材利用技術の開発◆

県産材を使用した床構面等の開発	上田 耕大	21～31
木製構造物（溪間工）の耐久性調査	石川 敢太ほか	32～41

【業務報告】

◆地域に即した森林環境保全・管理システムの開発◆

強度間伐地における施業効果の評価	岩下 幸平	42
海岸クロマツ林の効果的な再生手法の開発	藏屋 健治	43
コンテナ苗を用いた森林造成の実用化に関する研究	石田 朗	44
エリートツリーの種苗生産技術に関する研究	狩場 晴也	45
下刈・かかり木処理に係る機械の開発	藏屋 健治	46
簡易な森林資源量評価手法の開発	岩下 幸平	47
竹林駆除技術の開発	石川 敢太	48
ニホンジカ等とその森林被害の管理手法の開発	狩場 晴也	49

◆県産木材の多用途化のための木材利用技術の開発◆

県産材を使用した床構面等の開発	上田 耕大	50
早生樹の材質特性に関する研究	上田 耕大	51
木製構造物（溪間工）の耐久性調査	石川 敢太	52

【調査報告】

既存試験地等の継続調査	石田 朗	53
早生樹の育成に関する調査	狩場 晴也	54
樹木加害性昆虫の被害発生状況調査	岩下 幸平	55
ヤナギマツタケの優良品種の作出	石川 敢太	56

【資 料】

1 林木種子の発芽検査（2020年度）	山本 勝洋ほか	57
2 公表実績等（2020年度）		58～61
3 森林・林業研修実績（2020年度）		62
4 森林・林業関係相談等実績（2020年度）		63
5 学会発表（口頭・ポスター）要旨（2020年度）		64～66
<執筆要領>		67～68

研 究 報 告

海岸クロマツ林の効果的な再生手法の開発

2018年度～2020年度

藏屋健治・石田朗*・釜田淳志*

要 旨

マツ枯れにより荒廃が進んだ海岸クロマツ林を早期に回復させるため、苗木コンテナに菌根菌を接種する方法として、人工イクラを作製して混入する方法、培地作製後に直接散布する方法、培地作製時に混入する方法を試みた。その結果、培地作製時に混入し、接種する方法が適当であることが分かった。また、使用する肥料を緩効性のものを採用した方が、感染率が高くなることが分かった。海岸の生育不良区に菌根菌の感染の有無、肥料を変えたクロマツコンテナ苗を植栽し、生残・成長量を調査した。その結果、生残率は1年生苗より2年生苗の方が高くなった。また、1年生苗において、菌根菌を接種した苗の方が接種していない苗より生残率が高い傾向となった。また、生育不良区の方が、飛来塩分量が多いこと、平均風速も高い傾向が認められた。

I はじめに

海岸クロマツ林には高い公益的機能を持つことが知られているが（村井 1997）、マツ材線虫病によるクロマツの枯死被害が進み（愛知県 2009）、公益的機能の低下が懸念されている。マツ枯れ跡地において、クロマツ林を早期に回復することができれば公益的機能の早期回復が期待できる。そのため、県の事業等で海岸林のマツ枯れ跡地にクロマツ苗を植栽し、海岸林の再生を図っている。

しかし、海岸に近い場所では、植栽した苗木の活着率が低いことから、海岸林の再生がなかなか進まない場所もある。そのような場所でも確実に活着し、成長できるクロマツ苗の開発が求められている。これまでの試験研究課題において菌根菌の存在がクロマツ苗の生残率・成長量に高い効果を示すことが明らかとなった（中島 2018）。

そこで本研究では、菌根菌に着目し、海岸林再生に有効なクロマツ苗の作製技術手法を明らかに

し、そのクロマツ苗を植栽し生育状況を調査・検証することで、効果的な海岸林再生手法を開発することを目的とした。

II 方法

1. クロマツ苗の開発

(1) 効果的な菌根菌接種方法の検討

まず、菌根菌を接種するためのコンテナ苗の作製を行った。2018年2月に三重県志摩由来のクロマツ種子を、培地を詰めたコンテナ（Mスターコンテナ 300 mL仕立て）に播種した。培地は、ココピート（（有）エムアンドケイ）とバーク堆肥（（有）エコロ）を体積比1:1で混合したものをベースとして、元肥をマイクロロングトータル280（ジェイカムアグリ（株））100日タイプ 20g/L、追肥として2018年7月にハイコントロール650（ジェイカムアグリ（株））180日タイプ 4.5 g/苗を添加した。用いた菌根菌はショウロ、コツブタケ、

Kenji KURAYA, Akira ISHIDA, Atsushi KAMATA : Development of effective regeneration method for coastal *Pinus thunbergii* forests

*現新城設楽農林水産事務所

Cenococcum . geophilum (以下、Cg) の3種類とした。

また、2018年2月に愛知県田原由来のクロマツ種子を、培地を詰めたマルチキャビティコンテナ(容量150cc スリット入)に播種した。培地は、ココピートとバーク堆肥を体積比 1 : 1 で混合したものをベースとして、元肥をハイコントロール650 700日タイプ 3 g/苗を添加した。用いた菌根菌はショウロ、コツブタケの2種類とした。

コンテナ苗の作製と並行して、菌根菌の子実体を田原市の海岸から採取し、各子実体と蒸留水を重量比で10倍希釈となるように攪拌したあと、手ぬぐいで孢子と子実体の肉片を分離し、孢子懸濁液を作製した。それぞれの懸濁液の孢子濃度は、ショウロが19850 個/ μ L、コツブタケが9750 個/ μ Lとなった。Cgについては、MMN培地で培養し、重量比で10倍希釈したものを懸濁液とした。

三重県志摩由来のコンテナ苗において、培地作製後の2018年6月に人工イクラを接種する方法と、孢子懸濁液を直接散布する方法を試験した。どちらの接種方法も、懸濁液を50倍希釈した溶液を1苗あたり6 mLとなるように接種した。

愛知県田原由来のコンテナ苗では、2018年2月の培地作製時に懸濁液を10倍希釈および100倍希釈した溶液を、1苗当たり20 mLとなるように混入した。

育苗は、森林・林業技術センターガラス温室で行い、2018年12月に菌根菌感染の有無を調査した。

(2) コンテナ苗の生育状況調査

2019年3月に三重県志摩由来のクロマツ種子を、培地(ココピートオールド((有)エムアンドケイ):バーク堆肥を体積比1 : 1で混合)を詰めたマルチキャビティコンテナ(容量300cc スリット入)に播種して1年生苗を育成する区と、同じクロマツ種子を、2018年2月に播種し育成した1年生苗を2019年3月にコンテナに移植して2年生苗を育成

する区を設けた。それぞれの区で、ショウロの孢子懸濁液の100倍希釈溶液を培地に混入する接種区と混入しない非接種区、施肥を2パターンとして4つの処理区を設けた。施肥のパターンは、元肥としてマイクロロングトータル280 100日タイプ 20 g/Lと苦土石灰 5 g/L、追肥として2019年7月にハイコントロール085 (ジェイカムアグリ (株)) 180日タイプ 4.5 g/苗と苦土石灰 0.9 g/苗を添加するパターンと、元肥をハイコントロール650 700日タイプ 5 g/苗、一部追肥として2019年7月にハイコントロール085 180日タイプ 4.5 g/苗を添加するパターンとした。

育苗は、森林・林業技術センターガラス温室で行い、2020年1月に樹高と根元径、菌根菌感染の有無を調査した。

2. 植栽試験

(1) 生残・成長量調査

渥美半島にある海岸クロマツ林のうち、生育不良区を2箇所(田原市中山町字岬、田原市中山町字大松上)選定し、2020年3月に三重県志摩由来のクロマツコンテナ苗の1年生苗及び2年生苗を植栽密度が8000 本/ha となるように植栽した。

植栽後の生残・成長量を調査するため、4半期ごとに植栽木の樹高と根元径の計測を行った。

(2) 飛来塩分濃度調査

生育不良区内での風速および飛来塩分量を計測するため、大松上試験区内に風速計と水系を利用した装置を設置した(図-1)。設置場所は、海岸道路から20m内陸に入った地点とした。また対照区として、大松上試験区に隣接し、クロマツが成林している箇所にも設置した。設置期間は2021年1月から2月の晴れた日を選定した。測定には10番(直径1.4 mm)の水系を使用し、それぞれ地上高1.0 m、2.0 mを中心とした上下25 cm部分の塩分付着量を測定した。付着量の測定方法は、対象部位を



図-1 風速計と飛来塩分の調査装置

105℃で24時間以上乾燥したのち、25 mLの純水に浸透させ、塩分濃度計(CAS SALT-FREE 2500)で塩分濃度の測定を行った。風速は、大松上および対照区の地上高1.5 m地点の風速を計測した。

なお、すべてのデータ解析には統計解析ソフトR(R project 2021 version 4.0.4)を用いた。

III 結果と考察

1. クロマツ苗の開発

(1) 効果的な菌根菌接種方法の検討

三重県志摩由来の種子から育成した苗の菌根菌の感染状況および、田原市由来の種子から育成した苗の菌根菌の感染状況の結果を、表-1・表-2に示す。

三重県志摩由来クロマツ苗で採用した接種方法の人工イクラを作製して接種する方法と懸濁液を直接散布する方法では、感染率がともに0%であった。また、愛知県田原由来クロマツ苗で採用した培地に混入する方法では、いずれも感染率が100%となった。

このことから、菌根菌の効果的な接種方法としては、培地作製の際に孢子懸濁液を混入させる方法が適当であると考えられた。

表-1 三重県志摩由来クロマツ苗の感染状況

接種方法	接種菌	生存全体苗数	感染苗数	感染率
		本	本	%
人工イクラ	ショウロ	32	0	0
	コツブタケ	32	0	0
	Cg	32	0	0
直接散布	ショウロ	32	0	0
	コツブタケ	32	0	0
	Cg	32	0	0

表-2 愛知県田原由来クロマツ苗の感染状況

接種方法	接種菌	生存全体苗数	感染苗数	感染率
		本	本	%
培地に混入	ショウロ10倍	11	11	100
	ショウロ100倍	19	19	100
	コツブタケ10倍	17	17	100
	コツブタケ100倍	17	17	100

(2) コンテナ苗の生育状況調査

三重県志摩由来の種子から育成したクロマツの1年生苗、2年生苗の樹高および根元径を調査したところ(図-2・図-3)、どちらも菌根菌の有無で樹高および根元径において顕著な差は認められなかった。

また、1年生苗において、100日タイプの肥料を施肥したコンテナ苗の方が、700日タイプの肥料より成長が良い結果となった($p < .05$)。

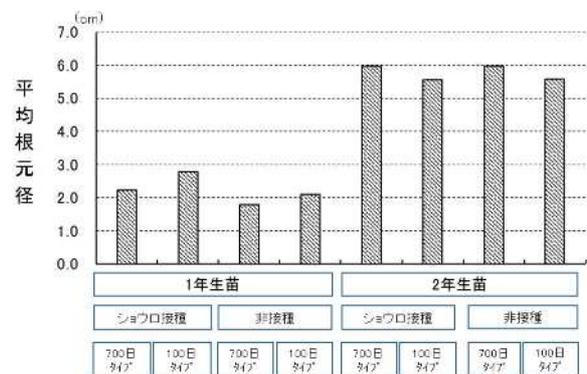


図-2 クロマツ苗の生育状況(平均根元径)

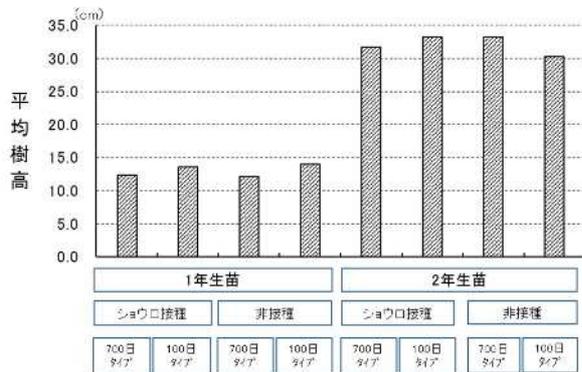


図-3 クロマツ苗の生育状況（平均樹高）

菌根菌の感染については、1年生、2年生苗とも700日タイプの肥料で培養したものの方が高い感染率となった（図-4）。なお非接種区で菌糸の感染が確認されたが、実体顕微鏡での観察から、ショウロの菌糸でないことが確認された。

以上の結果から、クロマツ苗に菌根菌を効果的に接種するには、培地作製の際に孢子懸濁液を混入し、肥料は緩効性肥料を使用することが適当であると考えられた。

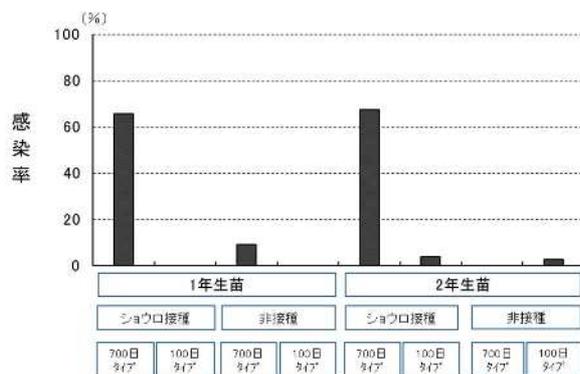


図-4 クロマツ苗の生育状況（感染率）

2. 植栽試験

(1) 生残・成長量調査

生育不良区に植栽したクロマツコンテナ苗の2020年12月時点での生残率は、2年生苗の方が1年生苗より高い値となった ($p < .05$)。また1年生

苗において、菌根菌を接種した苗の方が、接種していない苗より生残率が高い傾向であった。肥料の種類による違いはみられなかった（図-5）。

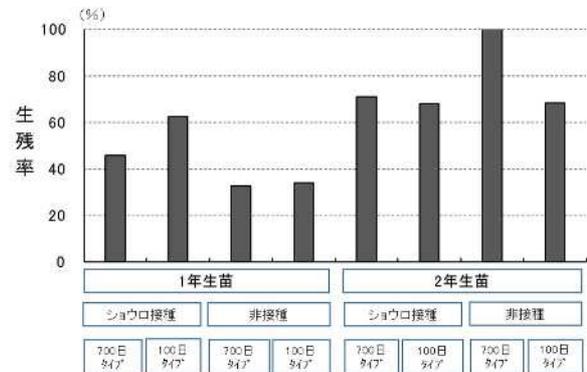


図-5 植栽後のクロマツの生育状況（生残率）

植栽当時（2020年3月）から2020年12月までの植栽木の成長量（図-6・図-7）については、100日タイプの肥料を施肥した区の成長量が高い傾向となった。

これらの結果から、クロマツ苗を効果的に植栽するには、1年生苗より2年生苗の方が適切であること、1年生苗を植栽するには、菌根菌を感染させることで生残率を上げることが可能であると考えられた。



図-6 植栽後のクロマツの生育状況（根元径）

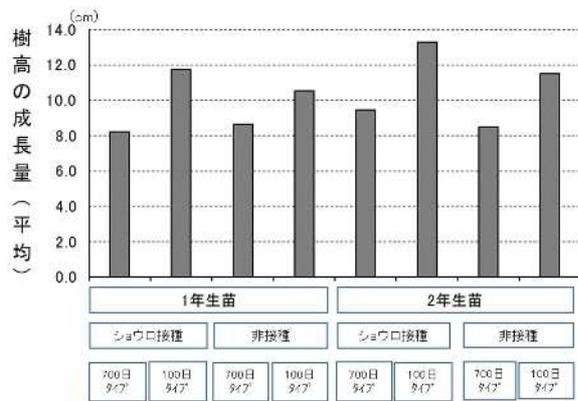


図-7 植栽後のクロマツの生育状況 (樹高)

(2) 飛来塩分濃度調査

飛来塩分量については、生育不良区（岬、大松上）の方が、対照区より多いことが分かった（図-8）。

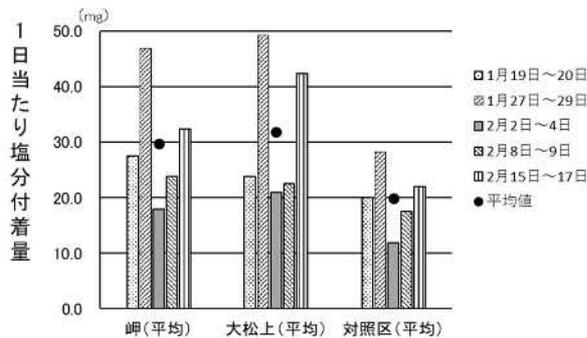


図-8 植栽地の飛来塩分量

大松上と対照区の風速を比べると、瞬間最大風速については、差が見られなかったが、平均風速は大松上の方が高い値となった ($p < .05$) (図-9・図-10)。

これらの結果から、飛来塩分量が高いとクロマツの生育に影響が出ると考えられ、ある程度の風速までは、植栽地の前部にある防風柵が効果的に働き、飛来塩分量を減少させる効果があると考えられた。

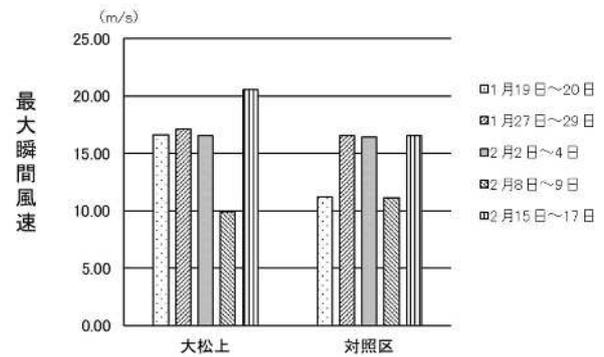


図-9 植栽地の最大瞬間風速

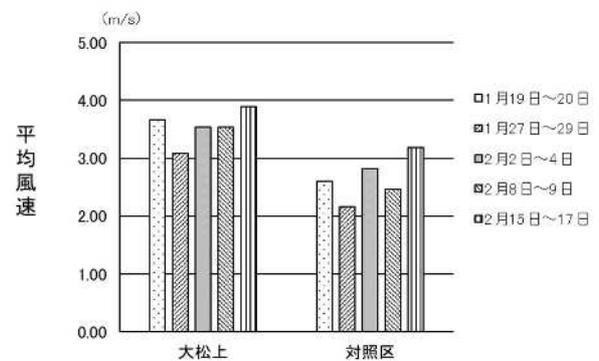


図-10 植栽地の平均風速

これらのことから、飛来塩分量を減少させるには、防風柵を効果的に配置することが必要であることが分かった。

今後は、生育状況と飛来塩分量、風速を継続して観察し、効果的なクロマツ林の再生手法を確立するとともに、効果的な防風柵の検討を行っていく。

謝辞

本研究を進めるにあたり、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 育種第二課 主任研究員の大平峰子氏には、多大なる御助言・御支援をいただきました。この場を借りて、深く御礼申し上げます。

引用文献

- 愛知県（2009）渥美半島の海岸林造成と防災の歴史. 102pp
- 薄井五郎（1990）海風環境下における天然生樹木の生態と砂防的応用. 北海道林試報28：1-53
- 薄井五郎・清水一（1986）海岸段丘ふきんの飛来塩分の分布. 北海道林試報28：13-20
- 河野靖司・川村恒夫・小堀乃・西村功（1994）ゲル被覆種子の実用化に関する研究（第1報）. 農業機械学会誌56（5）：13-18
- 中島寛文・小笠原祐介（2015）海岸クロマツ林モニタリング調査（第2報）. 愛知林セ報52：1-10
- 中島寛文・小笠原祐介（2018）クロマツ実生を利用した海岸林再生技術の開発. 愛知林セ報55：9-18
- 中島寛文・栗田悟・松田陽介・肘井直樹（2018）異なる菌根性子実体が優占した海岸土壌で育てたクロマツ実生の初期成長と菌根形成状況. 中部森林研究66：49-50
- 長坂有（2003）潮風がはこぶ塩分をはかる. 光珠内季報131：5-8
- 村井宏（1997）日本の海岸林－多面的な環境機能とその活用－. 513pp. ソフトサイエンス社

コンテナ苗を用いた森林造成の実用化に関する研究

2018年度～2020年度

石田 朗*

要 旨

皆伐再造林に必要なコンテナ苗について、効率的な育苗方法、植栽後の苗の成長や問題点への対応を調査した。少花粉スギ等挿し木コンテナ苗の育苗では、挿し穂の葉量を確保し、地際剥皮により根量の多い苗を育成することができた。スギ・ヒノキ実生コンテナの育苗では、培地の種類では成長は変わらず、施肥量で苗高のコントロールが可能であると考えられた。10cm以下の小さな幼苗を移植したヒノキコンテナ苗の育苗では、施肥量を増やすことで10cm以上の幼苗を移植したコンテナ苗と同等の樹高成長を示した。現地植栽では、スギ2年生コンテナ苗の時期別植栽では2成長期後までで10月植栽の樹高が、ヒノキ2年生コンテナ苗の時期別植栽では4成長期後までで4月植栽の樹高が最も高かった。ヒノキ2年生コンテナ苗では、出荷時点の徒長、虫害、二又、主軸の曲がり等の問題は、軽微なものであれば植栽後の成長には影響がなかった。異なる培地組成で育成したスギ・ヒノキ2年生コンテナ苗は植栽後、培地組成による有利不利は認められなかった。植栽後の問題として、1年目の倒伏、標高400m以上での凍上害、北斜面での寒風害、植栽時期や防護柵の有無に関わらずシカを始めノウサギ、ノネズミの被害への注意が必要であった。

I はじめに

県内の森林では保育間伐から皆伐再造林への転換期を迎え、作業の省力化のため現場での植栽は以前の裸苗に代わってコンテナ苗が主流となってきている。しかしながら、このようなコンテナ苗の生産は始まってから10年足らずで、安定した苗の生産に向けて、育苗時の枯死や徒長等の問題が起こっている。また、花粉症対策への対応としての少花粉等系統のコンテナ苗育成方法についても、現状では挿し木苗を300ccコンテナに移植しており、県内の現地植栽で主流となっている150ccコンテナを使った育苗方法で検討の余地がある。さらに、植栽後の成長が良好な出荷時の苗条件についての情報収集や植栽後の枯死等の注意すべき点の洗い出しも必要である。そこで本研究では、花粉症対策系統の挿し木でのコンテナ苗育苗方法、実

生コンテナ苗の培地や施肥の違いによる成長への影響、前報告(石田 2018)の期間あるいは新たに今回植栽したコンテナ苗の現地モニタリングによる植栽時期や苗サイズの植栽後の成長への影響、植栽後の問題点への対応を明らかにすることを目的とした。

II 方法

1. コンテナ苗等の育苗方法の効率化

(1) 挿し木苗育苗方法

少花粉および無花粉系統のスギについて、コンテナ苗での効率的な育苗を目指して、コンテナへの直挿し苗の育苗方法を検討した。

少花粉スギでは、2020年4月下旬に当センター育種地(岡崎市明見町)で東加茂2号・5号(少花粉品種)および対照として非少花粉の東加茂3号、北設

Akira ISHIDA: Study of practical use for afforestation used by containerlised seedlings of *Cryptomeria Japonica* and *Chamaecyparis obtuse*

* 現新城設楽農林水産事務所

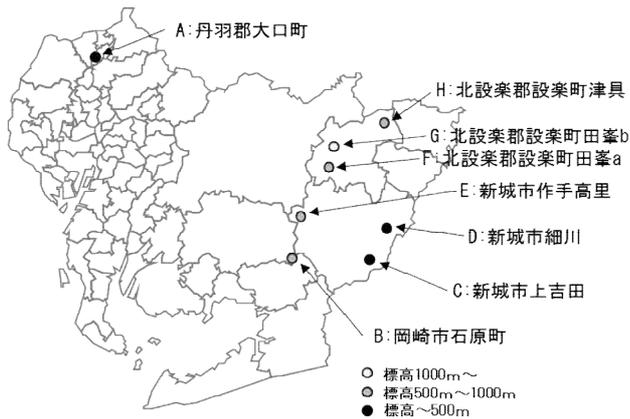


図-1 調査地の位置図

楽2号・5号、額田3号の計精英樹6系統の挿し穂を採取、30cm長に調整した。均等な発根を促すため、品種ごとに通常処理（挿し穂下部の枝をむしる、以下通常枝取）・虫食い状処理（通常処理＋千鳥に表皮を約5mm四方剥皮、以下虫食剥皮）・裏表の2面処理（通常処理＋幅5mmほど2面剥皮、以下2面剥皮）を行い、オキシベロン1/40倍希釈液に1晩浸漬した。ココピート（（株）トップ、以下同じ）とバ

ーク堆肥を体積比1：1に緩効性肥料（各剥皮方法それぞれで、ハイコントロール（（株）ジェイカムアグリ、以下同じ）650：2・4・8g/苗を5本ずつ、2面処理のみ4gなし）を混ぜた培地をマルチキャビティコンテナに深さ8cmで挿しつけ、センターガラス温室（図-1C）（窓開放、ミスト散水日中2時間ごとに5分）で育成、5月下旬から9月までは苗を遮光率70%のネットで被陰し、2020年12月に樹高と生残状況を調査した。また、掘り取った苗から培地を洗浄・除去し、地上部（葉：緑色部、軸：茶色部）と地下部（軸、根）に分けた後、乾重（80℃、48時間）を測定した。

無花粉スギでは、2020年5月下旬に当センター試験林（新城市上吉田）で育成中の無花粉スギ14系統から15本ずつ枝を採穂した。表-1の処理区①、③、⑩、⑫、⑬、⑮と同じ組成の培地を各1コンテナ用意し、少花粉スギと同様の方法で、コンテナに直挿しを行った。各コンテナに14系統はそれぞ

表-1 スギ・ヒノキのコンテナ苗を育成した16種類の培地・肥料の組み合わせ

処理区No.	培地構成 (L/10L)			肥料のタイプ		施肥量 (g/1苗)	スギ苗本数	ヒノキ苗本数
	資材1	資材2	資材3	種類	有効日数			
①	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	700日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
②	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	700日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
③	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	700日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
④	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	360日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑤	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	360日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑥	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#650	360日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑦	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#085	360日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑧	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#085	360日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑨	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール-#085	360日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑩	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#650	700日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑪	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#650	700日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑫	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#650	700日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑬	ココピート5.0	パーク堆肥5.0	-	ハイコントロール-#650	700日	8	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑭	ココピート5.0	パーク堆肥5.0	-	ハイコントロール-#650	700日	4	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑮	ココピート5.0	パーク堆肥5.0	-	ハイコントロール-#650	700日	2	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2
⑯	ココピートオールド8.0	鹿沼土2.0	-	ハイコントロール-#085	360日	1	40本/トレイ×2	40本/トレイ×2

れ2～3本ずつとした。穂下部の枝は通常処理のみで、2020年12月に樹高と生残状況を、2021年3月に発根状況を調査した。発根状況は、苗をコンテナから引き抜いた状態で、根鉢表面に見える根の占める割合を百分率で評価した。

(2) 実生苗育苗方法

県内のコンテナ苗生産に適した培地や肥料の組合せを検討するために、丹羽郡大口町の種苗生産者圃場(図-1A)で3種類の緩効性肥料ハイコントロール(650・700日溶出タイプ⇒N:P:K=16:5:10、650・360日溶出タイプ⇒N:P:K=16:5:10、085・360日溶出タイプ⇒N:P:K=10:18:15)と3種類の培地(ココピートオールド((株)トップ、以下同じ)+鹿沼、ココピートオールド+赤玉、ココピート+バーク堆肥)の組合せを違えてスギ・ヒノキそれぞれで16処理区を用意し(表-1、処理区⑩は当該生産者が通常用いている培地構成)、苗畑で育苗した1年生のスギ・ヒノキ苗を植栽した。植栽はスギで2019年1月下旬、ヒノキで同年3月中旬に実施し、2019年12月に生残状況および樹高・根元径を記録した。

県内のコンテナ苗の生産では、通常植栽する1年生苗は12cm以上のものを用いるが、10cm以下の苗が活用できるか検討した。丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で上述のコンテナ作りと同時期に表-2のような培地と肥料を用意し、10cm以下の大きさのヒノキ1年生苗を植栽、2019年12月に生残状況および樹高・根元径を記録した。

2. 植栽方法と初期成長の関係の検討

(1) 植栽時期とその後の成長

丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で生産されたスギ・ヒノキの2年生苗(4月以降は植栽時3年生)について、植栽時期の違いがその後の成長に及ぼす影響を明らかにするため、調査を行った。

スギの植栽は、2018年10月、12月、2019年2月、4月、6月、8月に標高約650mの岡崎市石原町(図-1B)で宮城県苗組式植栽器(以下植栽器)を用いて行い、植栽直後および2019年から2020年までの各年12月に、樹高と根元径、さらには生残や獣害等被害状況を記録した。

ヒノキの植栽は、2016年10月、12月、2017年2月、4月、6月、8月に標高約1,050mの北設楽郡設楽町田峯b(図-1G)の皆伐植栽地内に植栽器を用いて行い、植栽直後および2017年から2020年12月に、樹高と根元径、さらには生残や獣害等被害状況を記録した。

(2) 植栽苗の大きさとその後の成長

丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で生産されたスギ・ヒノキの2年生苗について、出荷時の苗サイズがその後の成長に及ぼす影響を明らかにするため、調査を行った。

スギの植栽は、23～75cmの苗40本を2020年4月に岡崎市石原町で植栽器を用いて行い、植栽直後および2020年12月に根元径を記録した。

ヒノキの植栽は、35～65cmの苗40本を2018年4月に北設楽郡設楽町田峯bで植栽器を用いて行い、植栽直後および2018年から2020年までの各年12月に、樹高と根元径を記録した。

(3) 問題苗を植栽するとどうなるか?

丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で生産されたヒノキ2年生苗のうち、出荷時に樹形や虫害の影響が懸念された苗について、植栽後の成長への影響の有無を明らかにするための調査を行った。

出荷時に、穂先の細り、虫害(穂先の食害)、徒長、二又、主軸曲がり、柔らかい根鉢が認められた苗をそれぞれ10本ずつ選定し、2017年6月に北設楽郡設楽町田峯bで植栽器を用いて植栽し、植栽直後および2017年から2020年までの各年12月に、

樹高と根元径、さらには生残や問題の有無を記録した。なお、虫害苗は、葉表皮を薄く食害されたもの、あるいは穂先の葉の部分を数ミリ食害されたもので、軸が切断されたものはなかった。また、主軸の曲がった苗は、軸が30°ほど曲がったもの、あるいは幅1cm以内で蛇行するものであった。二又については、2つの穂のうち優劣がついた時点で残りの穂を付け根で切断した。根鉢の柔らかいものは、根鉢を手で持った時に、根鉢は崩れないものの多少凹む状態であった。

(4) 異なる培地で育苗した苗の植栽後の成長

1.(2)で培地や肥料を違えて丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で育苗した苗が、現地植栽後にどのような成長をするかを明らかにするための調査を行った。スギ・ヒノキの各①～⑯の処理区(表-1)で各20本、2020年4月に標高約720mの北設楽郡設楽町田峯a(図-1F)で植栽器を用いて植栽し、植栽直後および2020年12月に、樹高と根元径、さらには生残や苗の倒伏や傾き(主軸が垂直から30°以上傾いたもの)を記録した。

(5) 小さな苗から育てたコンテナ苗の成長

1.(2)で小さな苗から丹羽郡大口町の種苗生産者圃場で育てた苗が、現地植栽後に通常出荷苗と遜色のない成長を示すかを明らかにするために、調査を行った。ヒノキのA-1、A-2、B-1、B-2の処理区(表-2)で各20本、2020年4月に北設楽郡設楽町田峯aで植栽器を用いて植栽し、植栽直後お

よび2020年12月に、樹高と根元径、さらには生残や獣害等被害状況を記録した。

(6) 1年生挿し木苗の現地成長

スギのコンテナ直挿し苗の現地での成長特性を明らかにするために、調査を行った。東加茂2号(少花粉系統)と東加茂3号の直挿しコンテナ苗と挿し木裸苗を2015年12月(以下秋植え)と2016年3月(以下春植え)に標高約230mの新城市細川(図-1D)および標高約820mの北設楽郡設楽町津具(図-1H)で植栽し、同所に同時期に秋植えされた実生コンテナ苗とともに、植栽直後および2016年から2020年までの各年12月に、樹高と根元径、さらには生残や問題の有無を記録した。

3. 現地でのコンテナ苗植栽後の問題とその解消

2017年度冬季に集団枯死が発生した標高580m前後の新城市作手高里のヒノキ実生コンテナ苗の植栽地で、枯死原因を明らかにするために、2019年2月上旬から30日間、枯死の多い斜面上部(小区画内の生存率9.3%)と枯死が少ない(小区画内の生存率68.9%)斜面下部で風向風速ロガーを1基ずつ設置し、違いを調査した。

また、県内各所で発生していた苗の浮き上がりの原因を明らかにするために、2017年度に各農林水産事務所で把握しているコンテナ苗植栽地の情報(標高、浮き上がりの有無など)を聞き取り調査した。

表-2 ヒノキの10cm未満の1年生苗でコンテナ苗を育成した培地・肥料の組み合わせ

処理区No.	培地構成(L/10L)			肥料のタイプ		施肥量 (g/苗)	ヒノキ苗本数
	資材1	資材2	資材3(g)	肥料のタイプ	有効日数		
A-1	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	360日	4	20本
A-2	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	360日	8	20本
B-1	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	700日	4	20本
B-2	ココピートオールド9.0	赤玉土0.4	燐炭0.6	ハイコントロール650	700日	8	20本

Ⅲ 結果と考察

1. コンテナ苗等の育苗方法の効率化

(1) 挿し木苗育苗方法

少花粉系統を含むスギ挿し木コンテナ苗について、系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の平均樹高を図-2に、平均形状比を図-3に、生残率を図-4に示した。樹高の1成長期の成長は、額田3号の3.5 cm以外はどのカテゴリーでも平均2 cm以下と小さく、系統、培地、剥皮方法、施肥量の違いで差は認められなかった。形状比の変化も同様に小さく、どのカテゴリーでも40前後で変化は小さかった。生残率は、60%前後とやや低かったが、これは加湿に起因する病気による枯死が主な要因であった。活着不良と考えられるものは少なかったが、2面剥皮で他よりも活着不良が多い傾向があった。

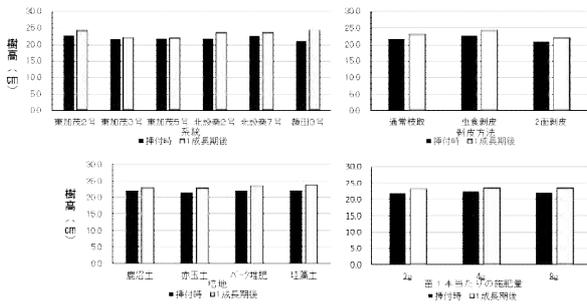


図-2 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の樹高成長

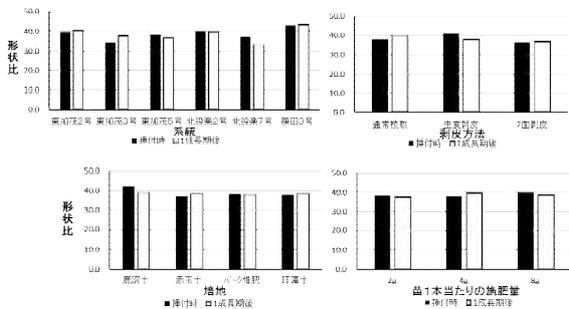


図-3 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の形状比変化

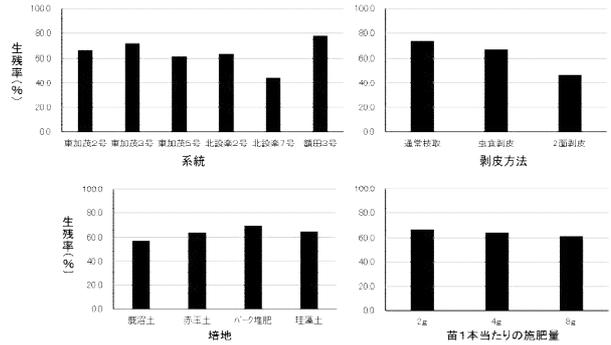


図-4 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の生残率

掘り取り調査での葉乾重と根乾重を図-5に示した。系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別では葉乾重と根乾重の分布が同様の形を示しており、両者の関係が示唆されたため、苗ごとの散布図を作成したところ(図-6)、かなり強い相関が認められた($R^2=0.5479$)。さらに、葉乾重ごとの根乾重の苗の割合を見るとほとんど発根がない根乾重が0.5 g以下の割合は、葉乾重が10 g以上で1割以下となっていた(図-7)。また、地際での発根が認められない部分の長さは通常処理よりも虫食剥皮や2面剥皮を行った方が、少なくなった(図-8)。

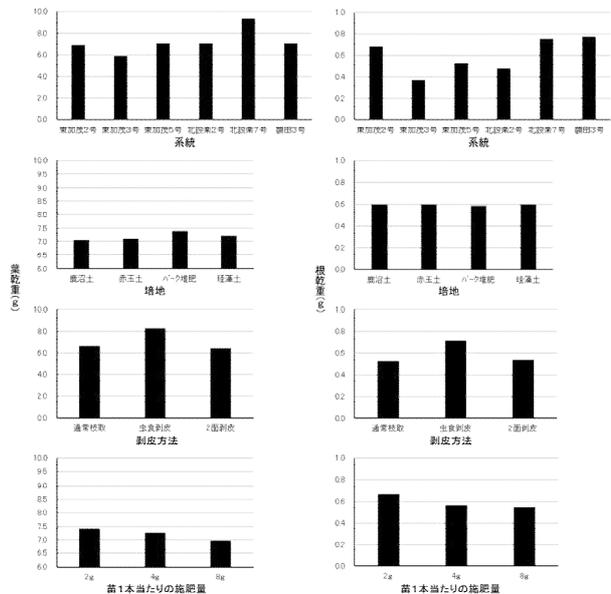


図-5 スギ挿し木コンテナ苗の系統別、培地別、剥皮方法別、施肥量別の葉乾重と根乾重

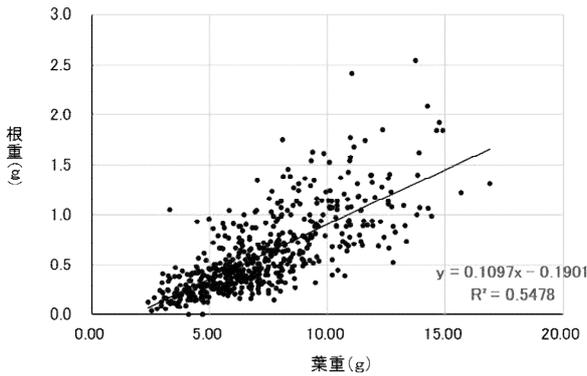


図-6 スギ挿し木コンテナ苗の1成長期後の葉乾重と根乾重の関係

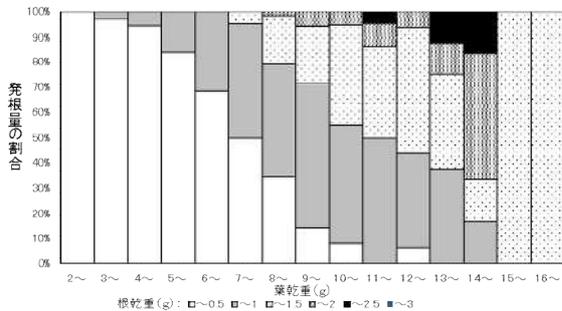


図-7 スギ挿し木コンテナ苗の葉重ごとの発根量の割合

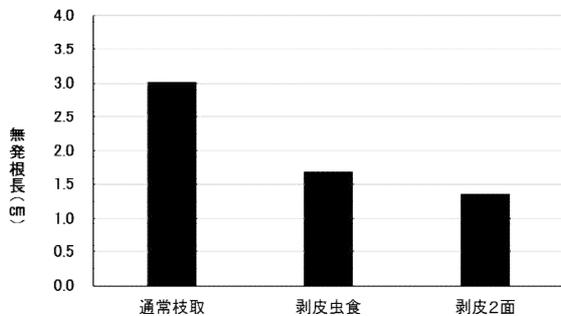


図-8 スギ挿し木コンテナ苗の剥皮方法別の地際無発根長

以上のことから、少花粉スギの直挿しコンテナ苗を約1年で育成することは可能であると考えられた。注意点として、挿し穂の葉量を確保すること、挿し穂の軸を適度に剥皮して、地際からの発根を促すこと、葉量の多さに起因する病気の発生を早期に発見して農薬散布することでよりよい苗にできると考えられる。

これらは当センターで昼間の2時間置きの散水や9月までの70%遮光の条件下で可能であったが、今後、生産者の圃場に導入できるかは、散水や遮光の条件の確保できるかも含めて検討をする必要がある。

無花粉スギの挿し木コンテナ苗では、処理区ごとのすべての苗を含めた樹高平均は、処理区①で30.6 cm、処理区③で26.3 cm、処理区⑩で27.8 cm、処理区⑫で25.9 cm、処理区⑬で31.4 cm、処理区⑮で25.9 cmと、培地組成は同じでも肥料を8g/苗入れた処理区で、2g/苗入れた処理区よりも樹高成長が大きかった。一方、生残率は処理区①、③、⑩、⑫、⑬、⑮の順に、70.0%、72.5%、72.5%、82.5%、77.5%、67.5%で、肥料の多少で樹高のような傾向は認められなかった。

コンテナ苗の根鉢表面に見える根の割合は、どの処理区にもバラつきがあり、処理区①と⑬以外は50%以上の苗が6割を超えており、肥料を8g/苗入れた処理区よりも2g/苗入れた処理区の方が発根状況は若干良いように見えた(図-9)。ただし、無花粉系統では、県の精英樹で採穂用としても活用されている前述の少花粉等の系統と比較すると、まだ発根性が弱いように見えた。植栽時期が5月末だったこともあり、実用化に向けて、少花粉スギの直挿しコンテナ苗の試験の項目で述べた注意点をクリアすることに加えて、育苗期間を

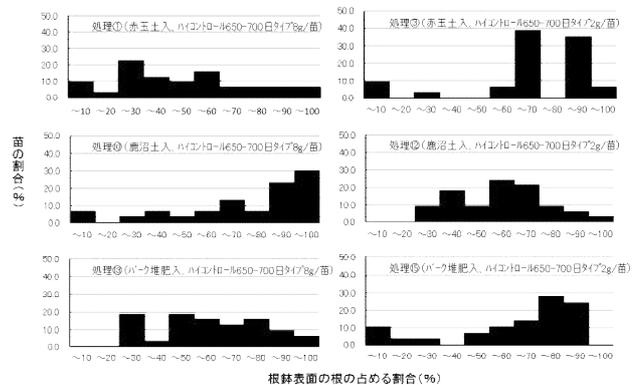


図-9 無花粉スギ挿し木コンテナ苗の発根状況

1年よりも少し長めに確保したり、系統を選抜することなど検討が必要と考えられる。

(2) 実生苗育苗方法

培地と肥料の組合せを変えて生産者の圃場で育苗したスギ・ヒノキコンテナ苗の樹高の変化を、16処理区の各2トレイそれぞれの平均値で示した(図-10)。ヒノキでは、有効日数の700日タイプの処理区①~③・⑩~⑫・⑬~⑮では施肥量が多いほど成長していたが、有効日数360日タイプの処理区④~⑥・⑦~⑨では施肥量との関係は不明瞭であった。一方、スギでは、有効日数が700日タイプ・360日タイプに関わらず施肥量が多いほど成長していたが、リンとカリウムの比率の高いハイコントロール085を使用した処理区⑦~⑨では、施肥量との関係は不明瞭であった。

以上のことから、コンテナ苗への施肥は窒素含有率の高いハイコントロール650の方が、ハイコントロール085よりも肥料の多少が樹高成長に反映されると考えられる。また、ハイコントロール650の700日タイプと360日タイプでは肥料の各成分の含有量は同じで、溶出にかかる時間だけが違う(肥料販売担当者 私信)ということから、同じ期間で溶出する肥料の量は700日タイプの方が360日タイプより少ないと言える。360日タイプでは苗が吸収・成長に活かせる以上の量があったために、樹高成長には差がでなかったことと推察される。したがって、小さい苗を大きく育てたい場合には施肥量を増やすことで、また苗の出荷時に伸びすぎた苗が現地での倒伏との関連で問題となる場合には、700日タイプのような薄い肥料を用いて施肥量を少なくすることで、樹高成長を

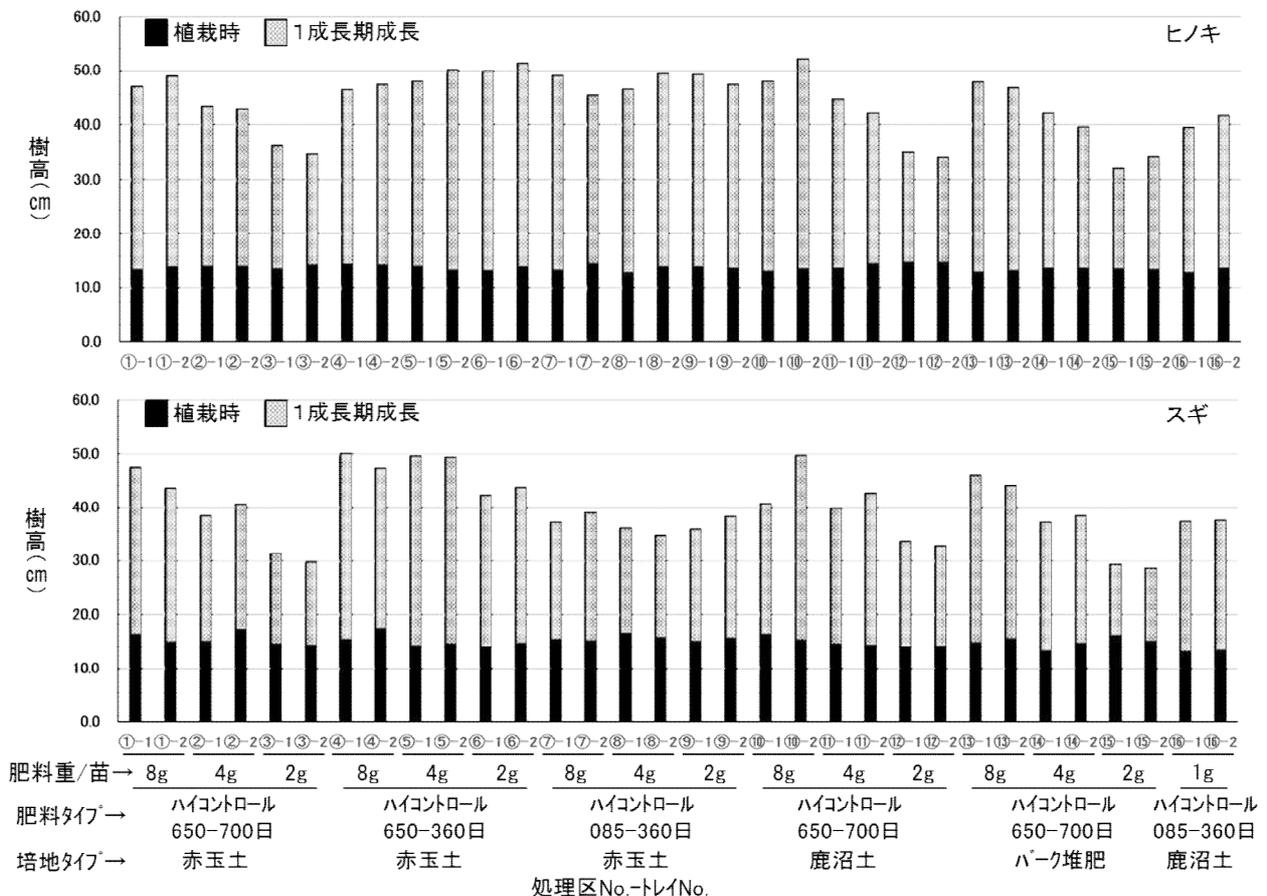


図-10 培地別、肥料別のスギ・ヒノキ実生コンテナ苗の育苗時樹高成長

抑制し苗高をコントロールできると考えられる。

図-11には、10 cm以下の1年生幼苗を施肥の種類や量の異なる培地で育苗した結果を移植時の苗高ごとに示した。700日タイプを施肥した苗では、8g/苗でも移植時の苗高8cmまでの苗の平均樹高が愛知県内の出荷基準である30cmを超えることができなかった。360日タイプを施肥した苗では、苗数が1本しかなかった8g/苗の8~10cmでわずかに30cmに届かなかったものの、4g/苗、8g/苗ともに移植時の苗高8cmまでの苗では平均樹高が30cmを超えた。したがって、濃い肥料を施肥することで小さい幼苗を出荷可能な苗高まで成長できることが確認できた。

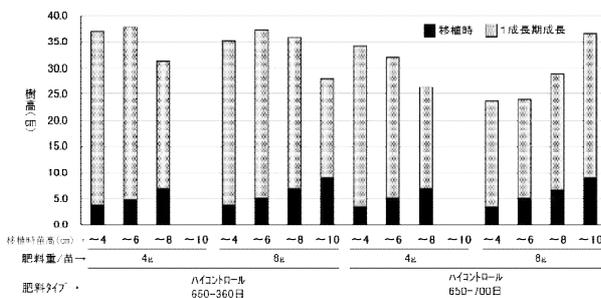


図-11 10 cm以下の幼苗を用いたヒノキ実生コンテナ苗の育苗時樹高成長

2. 植栽方法と初期成長の関係の検討

(1) 植栽時期とその後の成長

スギ2年生コンテナ苗の時期別植栽では、植栽2成長期後までの樹高成長と形状比変化を図-12に、生残率と獣害等被害状況を図-13に示した。平均樹高は1成長期後、2成長期後ともに10月、12月、2月、4月、6月、8月の順で大きく、同時期に育苗を始めた苗では、早く植栽したものが大きく成長する結果となった。平均形状比は、植栽時に120前後のものと80前後のものがあったが、これは生産圃場で早く大きく成長した苗から出荷体制に入るために、これが反映された形になった。1・2成長期後にはどの植栽時期のものも、形状比

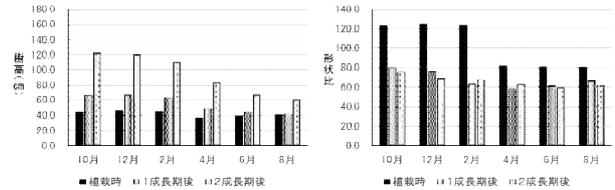


図-12 現地に時期別植栽したスギコンテナ苗の2成長期後までの樹高成長と形状比変化

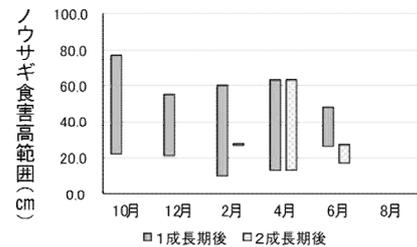
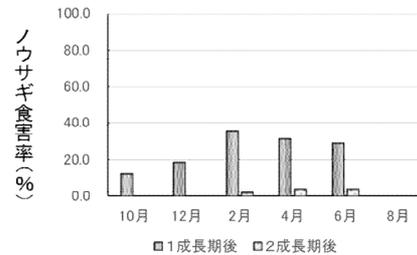
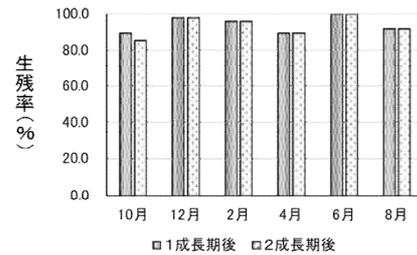


図-13 現地に時期別植栽したスギコンテナ苗の2成長期後までの生残率とノウサギ食害率および食害高範囲

60~80に収束していた。八木橋ら(2014)の報告ではスギ2年生コンテナ苗の形状比は2成長期後に40~80でほぼ同様の推移であった。愛知県でも植栽時期や出荷時の形状で多少の差はあるものの、3~4成長期にかけて形状比がさらに収束していくと考えられた。生残率は1成長期後で89%以上、2成長期後で85%以上と植栽時期による際立った差は認められなかったことから、活着の点からは愛知県でも通年の植栽が可能であると考えられた。植栽地の周囲には目合い15cmの金属メッシュに

よるシカ用防護柵が用いられていたため、ノウサギによる食害が植栽時期に関わらず発生した。食害の発生はほとんどが植栽1年目で、食害を受けた高さは10~77 cmであったことから、周囲にノウサギが乗れる切株等がなければ、樹高80 cm以下が被害を受ける高さの目安になり、植栽1年目の防除が重要であると考えられた。

ヒノキ2年生コンテナ苗の時期別植栽では、植栽4成長期後までの樹高成長と形状比変化を図-14に、生残率と問題発生・獣害等被害状況を図-15に示した。平均樹高は1~4成長期後すべてで、4月植栽で最大、8月植栽で最小であった。スギとは傾向が異なっていたが、樹種による特性の可能性はあるものの、当試験地が標高1000m以上で秋~冬植栽では植栽直後の主軸や根の成長が小さく早い植栽の有利性が小さかったのではないかと推察される。平均形状比は、植栽時にすべての月で100以上であったが、2・3成長期後に形状比60前後~80に収束していた。諏訪ら(2016)は2年生ヒノキコンテナ苗の岡山での植栽後から1成長期後の形状比が100以上から90~100に減少することを報告している。本研究でも遅く植栽した8

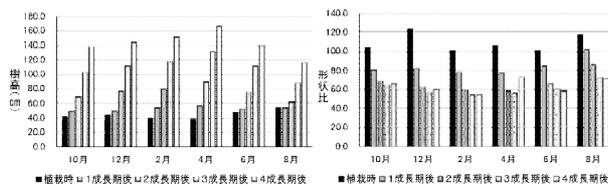


図-14 現地に時期別植栽したヒノキコンテナ苗の4成長期後までの樹高成長と形状比変化

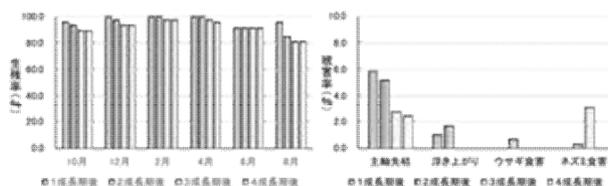
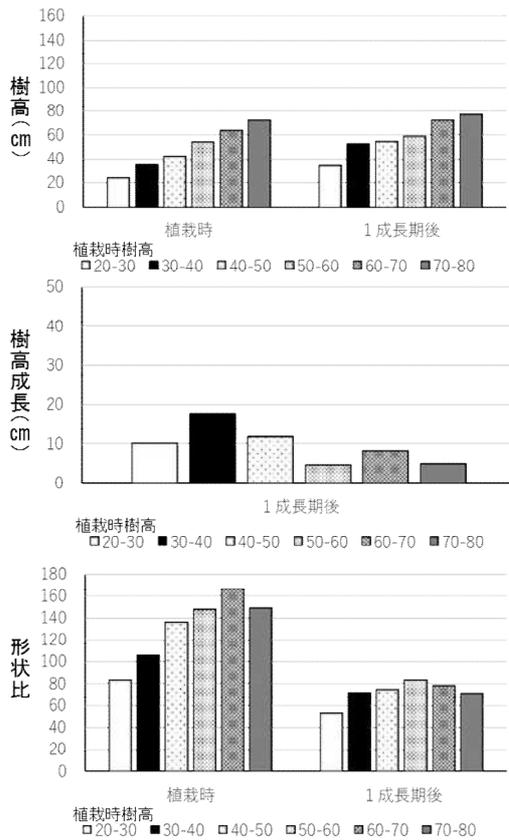


図-15 現地に時期別植栽したヒノキコンテナ苗の4成長期後までの生残率と問題発生・獣害等被害状況

月苗では若干遅れはあるものの、ヒノキに関してもスギと同様に植栽後に形状のバランスが改善されていくことが示された。生残率は1成長期後で91%以上、2成長期後で85%以上と植栽時期による際立った差は認められなかったことから、活着の点からは愛知県でも通年の植栽が可能であると考えられた。植栽後の問題としては、寒風害と考えられる主軸先端の枯死が1~4成長期後のすべてで、冬季の土壌凍結に起因すると考えられる根鉢の浮き上がりが2成長期後まで確認された。また、植栽地の周囲には目合い5 cmの高強度ポリエチレン繊維メッシュによるシカ用防護柵が用いられており、ノウサギによる食害は少なかったが確認されたほか、2・3成長期後の2018~2019年にノネズミによる食害も確認された。愛知県内では2016~2017年にスズタケの一斉開花・枯死により大量のスズタケ種子が生産・散布されたが、県内数カ所のサンプリングサイトでは樹木に被害を及ぼすハタネズミ類の増加は認められなかった(石田ら2018)。そのため、今回の3成長期後の被害発生は皆伐地の造成に伴う適地拡大で徐々にハタネズミ類が増加してきたことが一因と推察された。試験地周辺では2mを超えて成長した植栽木でもノネズミによる環状剥皮による枯死が発生しており、今後県内各地で注意が必要である。その他には3・4成長期後にサルトリイバラによる主軸先端部の絞め殺しや苗の伸長阻害が認められており、注意が必要である。

(2) 植栽苗の大きさとその後の成長

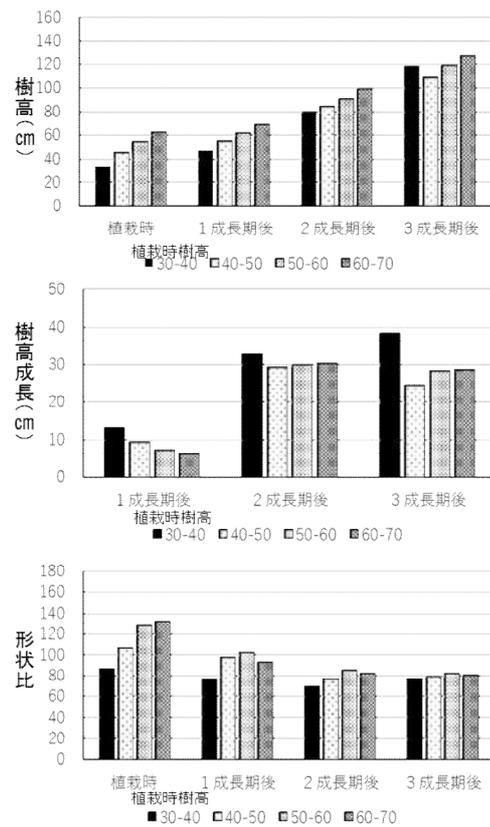
植栽時の樹高が異なるスギおよびヒノキの2年生コンテナ苗のその後の成長について、図-16と図-17に示した。スギでは、平均樹高成長は植栽時樹高で30~40 cmの苗が最大であったが、1成長期後まででは、植栽時の樹高からの逆転は認められなかった。愛知県内の出荷基準である30 cm以上



図一六 植栽時に樹高が異なるスギコンテナ苗の成長

に満たないものは成長も悪かった。形状比は植栽時に最大で200を超える苗もあったが、1成長期後にはすべてのサイズで最大で110、平均で50～85まで減少しており、倒伏を起こす原因となる樹高と根元径のバランスについての問題は解消されていた。実際の倒伏の発生も確認されなかった。今後、2成長期以降の成長もモニタリングすることで、30 cm以下の苗植栽の問題点の有無を明らかにしたい。

ヒノキについても、平均樹高成長はスギと同様に植栽時樹高で30-40 cmの苗が最大であったが、植栽時の樹高からの逆転は、30-40 cmの苗の3成長期後を除いて、3成長期後まで認められなかった。形状比はすべてのサイズで1～3成長期後にかけて80～105、70～90、70～85と減少しており、ヒノキについても樹高と根元径のバランスの問題



図一七 植栽時に樹高が異なるヒノキコンテナ苗の成長

は解消されていた。ただし、1年目で樹高50 cm以上、形状比130以上の苗で倒伏が発生しており、倒伏が確認されなかったスギに比べて倒伏が起こりやすいと考えられた。

以上のことから、植栽時に苗高が40 cmを超える大きな苗でも、植栽1年目の樹高と根元径のバランスが補正される時期を乗り切れば、倒伏の危険はなくなり、却って当初の樹高の大きさはその後の成長に有利に働くと考えられる。

(3) 問題苗を植栽するとどうなるか？

出荷時に懸念材料のあるヒノキ2年生コンテナ苗を植栽した場合の樹高成長と形状比変化を図一八に示した。穂先が細い苗、穂先に虫害が認められた苗、穂先が徒長した苗、二又の苗、主軸に曲がりか認められる苗、根鉢が柔らかい苗ともに、

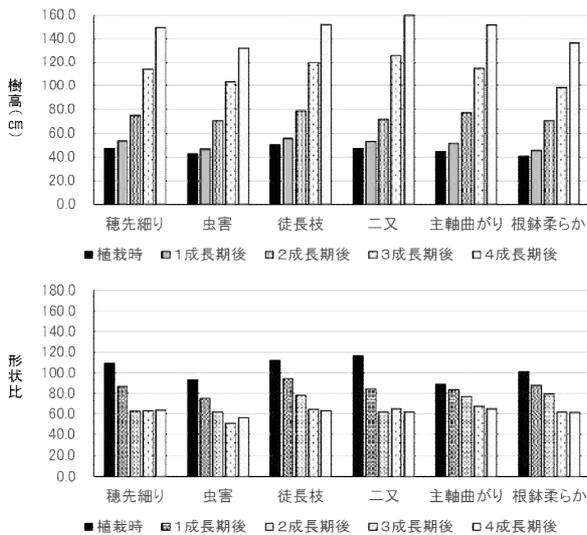


図-18 植栽時問題ヒノキコンテナ苗(6月植栽)の4成長期後までの樹高成長と形状比変化

2(1)で扱った同所で同時期に植栽されたヒノキ通常苗(図-14)と同等の成長が認められ、4成長期後には140cm前後となっていた。形状比についても2・3成長期後には60~80に収束していた。

以上のことから、出荷時点での多少の苗の形状の悪さや傷害は目立たなくなるとともに、植栽後の成長には影響しないと考えられた。

(4) 異なる培地で育苗した苗の植栽後の成長

培地と肥料の組み合わせを変えて生産者の圃場で育苗し、1年後に皆伐地に植栽したスギ・ヒノキコンテナ苗の樹高の変化を、16処理区ごとの平均値で示した(図-19)。ヒノキでは、有効日数の700日タイプの処理区①~③・⑩~⑫・⑬~⑮では施肥量が多いほど成長していたが、有効日数360日タイプの処理区④~⑥・⑦~⑨では施肥量との関係は不明瞭であった。スギでは、有効日数が700日タイプ・360日タイプに関わらず施肥量が多いほど成長していた。スギ、ヒノキともに育苗時に700日タイプの肥料を混入した処理区では、

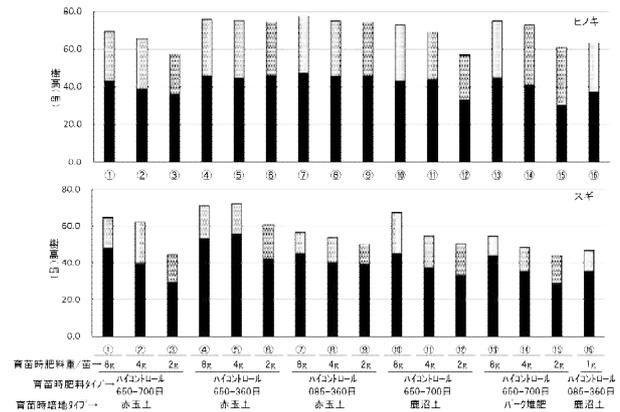


図-19 育苗時培地別、肥料別のスギ・ヒノキ実生コンテナ苗の現地植栽1成長期後の樹高

植栽後1年間は施肥効果があるはずであるが、360日タイプの肥料を混入した処理区と比較して、植栽後の成長量が顕著に大きい傾向は認められなかった。2(1)や(2)の試験でもスギ・ヒノキともに植栽時の苗の大きさそのままに成長しており、今回の試験でも肥料の有効期間よりも植栽時の苗の大きさが成長に影響している可能性がある。

これらの植栽苗の1成長期後の生残率は、スギやヒノキのどの処理区でも90%以上で、倒伏も認められなかった。

(5) 小さな苗から育てたコンテナ苗の成長

10cm以下の幼苗から育苗したヒノキコンテナ苗の現地植栽後の樹高成長を図-20に示した。育苗時に用いた700日タイプと360日タイプの違いは樹高に影響していないように見えた。同時期同所に植栽した植栽時にすでに10cm以上の幼苗から育苗した通常ヒノキコンテナ苗では1成長期後に樹高50~70cmであった。今回の試験ではサンプル数が少ないこと、枯れた個体は除いて集計を行っていることで50~95cmとやや大きめの値がでていますが、同等の樹高成長を示したと考えられる。このことから、10cm以下の幼苗であっても、

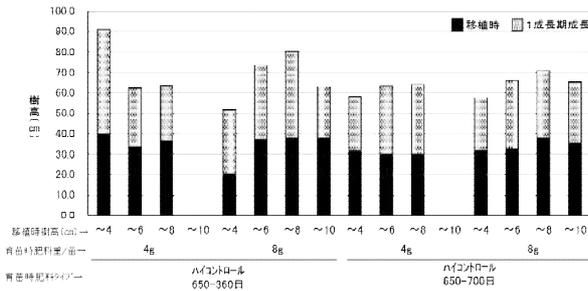


図-20 10 cm以下の幼苗を用いたヒノキ実生コンテナ苗の現地植栽1成長期後の樹高

愛知県の生産現場で主に行われている施肥量（ハイコントロール 085-360 日タイプで 1g/苗）よりも多めに施肥し、出荷時に基準を満たす苗高まで成長した苗であれば、現地植栽後も問題なく成長することが示された。

(6) 1年生挿し木苗の現地成長

1年生のスギ挿し木コンテナ苗の植栽後5成長期後までの樹高成長は、秋植え・春植えともに、系統間およびコンテナ苗と裸苗の間で大きな差はなかった（図-21）。ただし、同所に植栽された通常の2年生実生コンテナと比較すると大きな差ができていた。1年生挿し木苗については、新城市では小尾根上のガレ場であった点、設楽町ではシカ対策のために防護柵ではなくサブリガードを用いており、根や葉の伸長が抑制されることで通

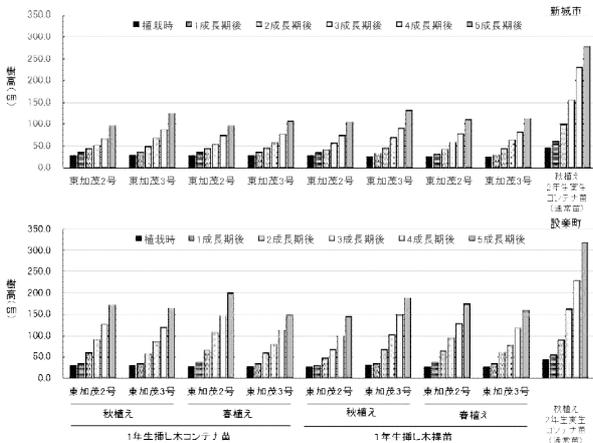


図-21 スギ1年生挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後の平均樹高の推移

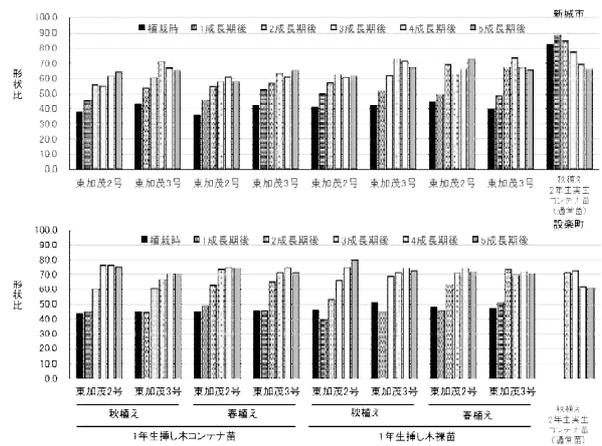


図-22 スギ1年生挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後の平均形状比の推移

常苗よりも成長に不利な点があったことも影響していると推察される。土壌条件のよい設楽町の調査木の中には系統に関わらず、通常苗と同等の3年目ですでに樹高が150 cm超え、5年目で300 cm超えの苗もあり、条件を整えれば通常苗と同等の成長も可能であると考えられる。形状比では通常苗が60~70に減少・収束したのに対し、挿し木では新城市では60~75、設楽町では70~80に増加・収束していた（図-22）。平田ら（2014）においても挿し木を用いたコンテナ苗は植栽後に形状比が増加することが報告されており、本研究でも同様の状況が認められた。挿し木コンテナ苗の場合、植栽時の形状比が60以下と低いため、2（1）などの実生コンテナ苗とは逆に形状比が増加するようにバランスをとり成長するようである。一方、形状比が増加・収束する値が植栽地によって異なったことは、場所ごとの条件の違い、例えば設楽町でのサブリガードや競合する周囲の植生などの影響が関係していると考えられる。

表-3 および表-4 には新城市および設楽町におけるスギ1年生挿し木コンテナ苗とスギ2年生実生コンテナ苗の生残率と様々な被害の発生状況の推移を示した。1成長期後の生残率は挿し木、

表-3 新城市におけるスギ1年生挿し木苗と2年生実生苗の生残率と被害の推移 単位: %

	1年生挿し木コンテナ苗					2年生実生コンテナ苗				
	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後
生残率	89.7	87.1	84.5	83.6	83.6	100.0	100.0	100.0	100.0	96.7
先枯れ	4.3	1.7	—	—	—	—	—	—	—	—
シカ剥皮害	—	—	—	—	5.2	—	—	—	—	83.3
シカ枝食害	—	—	—	35.3	11.2	3.3	—	—	—	—
ウサギ食害	1.7	1.7	0.9	—	—	—	—	—	—	—
根鉢浮き上り	8.6	—	—	—	—	10.0	—	—	—	—

表-4 設楽町におけるスギ1年生挿し木苗と2年生実生苗の生残率と被害の推移 単位: %

	1年生挿し木コンテナ苗					2年生実生コンテナ苗				
	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後	1成長期後	2成長期後	3成長期後	4成長期後	5成長期後
生残率	100.0	98.3	93.9	92.2	92.2	100.0	95.0	85.0	85.0	85.0
先枯れ	17.4	13.9	7.0	1.7	—	—	15.0	—	—	—
根鉢浮き上り	3.5	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—

実生ともに89%以上で大きな差は認められなかった。根鉢の浮き上がりは主に活着初期の1年目で発生していた。新城市はより根鉢が充実していると考えられる実生コンテナ苗でも発生しており、ガレ場であったことから、土壌表面の流亡で根鉢上部が露出したと考えられた。設楽町は標高800mを超えており、すべて秋植えの苗に発生していたことから、冬季の土壌凍結によると考えられた。先枯れについては、主に挿し木苗で確認され、新城市ではガレ場で根が張りにくいこと、設楽町ではサプリガード内での草本の被圧やメッシュへの接触が原因と考えられた。獣害については設楽町のサプリガードでは起こらなかったが、新城市の防護柵では下刈が一段落した4年目からシカの柵内への侵入による主軸や枝の食害が目立ち始め、5年目では剥皮食害が一気に顕著になった。被害率も、挿し木コンテナ苗に先行にして大きく成長していた実生コンテナ苗で調査木の80%を超え、選択的にスギを食害していると考えられた。コンテナ苗が成長していく過程で避けられない問題で、被害防除のためには、防護柵の侵入箇所のメンテナンスや場合によってはスギ苗の食害を学習した個体の駆除も選択肢に入ってくると考えられる。

3. 現地でのコンテナ苗植栽後の問題とその解消

秋植えのヒノキコンテナ苗植栽地で枯死が発生した新城市作手高里での、斜面上部と下部の風速の時間割合を図-23に示した。この場所では、斜面上部、斜面下部ともに北よりの風が確認されたが、そのほとんどは0~3m/sの弱いものであった。ただし、斜面上部では3~4m/sが3.4%、4~5m/sが0.1%確認され、斜面上部の方が強い風にさらされることで、より強い乾燥ストレスに晒されており、それが枯死につながった可能性が考えられた。当地は標高580mと県内の植栽地の中では中位の標高であるが、北向きの斜面で風の強い場所では、秋植えの植栽には慎重になる必要があると考えられた。

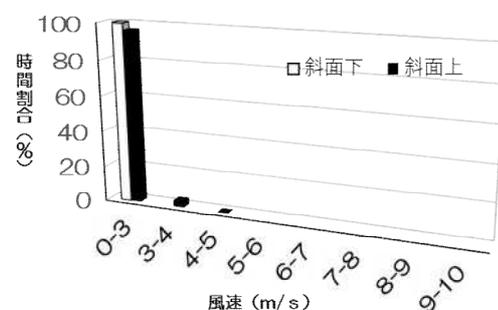


図-23 斜面上部と下部で観測された風速の時間割合

凍上害と考えられる苗の浮き上がりが発生した植栽地の標高を示した(図-24)。被害は標高400m以上で発生しており、このような条件の植栽地では、「秋～冬植栽ではしっかり深植えする」、あるいは「秋～冬植栽は避け、春植栽にする」といった注意が必要と考えられた。

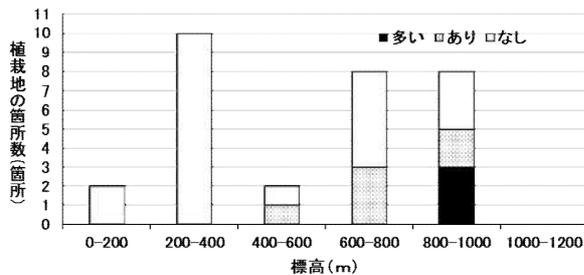


図-24 凍上害と考えられる苗の浮き上がりが発生した植栽地の標高分布

コンテナ苗の植栽は活着の点では、2(1)に示したように時期を選ばないことがわかってきているが、隣県の静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター(2018)でも高標高地での植栽は秋から冬の植栽は土壤凍結や寒風害による苗の衰弱・枯死が多くなることが指摘されており、愛知県でも同様の注意が必要である。その他にも2(1)～(6)で示された1年目の倒伏、標高400m以上での凍上害、ノネズミやノウサギ、シカといった獣害などの発生を想定して、植栽時やその後の対応を現場ごとに判断することが大切である。

引用文献

- 平田令子・大塚温子・伊藤哲・高木正博(2014) スギ挿し木コンテナ苗と裸苗の植栽後2年間の地上部成長と根系発達. 日林誌 96: 1-5
- 石田朗(2018) コンテナ苗を用いた森林造成に関する研究. 愛知県森林・林業技術センター報告 55: 19-26
- 石田朗・栗田悟・江口則和(2018) 愛知県におけるスズタケの一斉開花状況とノネズミ個体群

への影響—開花2年目秋までの状況—. 中部森林研究 66: 43-44

静岡県農林技術研究所森林・林業研究センター

(2018) コンテナ苗 ～その特徴と植栽成績～.

諏訪鍊平・奥田史郎・山下直子・大原偉樹・奥田裕規・池田則男・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. 日林誌 98: 176-177

八木橋勉・中谷友樹・中原健一・那須野俊・檀間岳・野口間麻穂子・八木貴信・齋藤智之・松本和馬・山田健・落合幸二(2016) スギコンテナ苗と裸苗の成長と形状比の関係. 日林誌 98: 139-145

県産材を使用した床構面等の開発

2018 年度～2020 年度

上田耕大*

要 旨

「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に基づく評価方法基準（以下、評価基準）では、板材を用いた水平構面の床倍率は、0.20～0.30 倍と性能が低い。そのため、長期優良住宅の申請に必要な耐震等級 2 以上を取得する場合は、構造用合板を用いることが多く、板材は利用されにくくなっている。そこで、愛知県産スギ大径材の利用を促進する観点から、厚さ 30 mm、幅 200 mm の幅広厚板を用いて 2 種類の仕様の異なる水平構面（試験体 6、試験体 7）を考案し、水平せん断性能を評価した。試験体 6 は、30 mm の杉板に 10 mm の切り欠きを行い、根太（幅 45 mm、高さ 55 mm）を落とし込み、高い床倍率を得られる仕様とした。試験体 7 は、釘の配置を 45° の角度で打ち込み、さらに根太を端部に設置することにより、施工性を高く維持したまま床倍率が得られる仕様とした。その結果、低減係数を 0.8 とした場合、床倍率は試験体 6 で 1.62 倍、試験体 7 で 1.19 倍となり、評価基準で定められている板材を根太に釘で打ち付けた床構面（床倍率 0.30）よりも高い値となり、木造軸組工法住宅において十分使用できる床倍率を有していることが示された。

1 はじめに

近年、大規模地震の発生により、全国的に住宅の耐震性に関心が高まっている。その中でも愛知県は、南海トラフ地震が起これと言われていることもあり、耐震性の高い住宅を求める人が多い。実際に愛知県の新規住宅着工戸数のうち長期優良住宅を取得した戸建ての割合は 42.9 %（2019 年）であり、全国で一番高い申請割合となっている（国土交通省 2020）。

住宅の耐震性には、水平構面の剛性が大きく関わる。評価基準では、厚さ 24 mm 以上の構造用合板を梁等に釘で打ち付けた水平構面は、剛性に寄与する床倍率が最大 3.00 倍であり、容易に剛性を高めることができる。一方、板材を用いた水平構面は 0.20～0.30 倍程度で構造用合板に比べると剛性は低いため、長期優良住宅等の

高い耐震性が求められる住宅（耐震等級 2 以上）では、水平構面にスギ板材が利用されにくい状況である（藤井 2020）。

一方で、県内の 10 齢級以上（46 年生以上）の人工林は 83.6 %と全国の 65.6 %に比べて、大きな割合を占めており（愛知県 2020）、資源の大径化が進んでいる。そのため、大径材の利用を向上させるために梁・桁以外の新たな用途開発が求められている（福留 2014）。

そこで本研究では、スギ大径材の利用価値を高めるとともに、長期優良住宅で利用しやすい床倍率を取得することを目的とし、2 種類の仕様の異なる床構面を考案した。1 種類は高い床倍率を重視した仕様とし、もう 1 種類は施工性を重視した仕様とし、面内せん断試験を行い、水平せん断性能を評価した。

Koudai UEDA : Development of floor structure using Sugi lumber from Aichi prefecture

* 現豊田加茂農林水産事務所

II 方法

1. 床構面試験体

試験体は、幅 1820 mm×長さ 2730 mm とし、梁および桁は幅 120 mm×高さ 150 mm、小梁は幅 120 mm×高さ 120 mm の無等級のスギ材を使用した。梁、桁および小梁の仕口は、大入れ蟻掛けとし、梁と桁はホールダウン金物（タナカ EX-S）で接合した。床板は、実加工した厚さ 30 mm×幅 200 mm×長さ 2730 mm のスギ板を使用し、9 枚幅方向に組んだ。

はじめに、仕様の異なる試験体 1 から試験体 5 をそれぞれ 1 体ずつ試験し、水平せん断性能を評価した。その中で、性能の良い 2 つを抽出し、施工性が向上するように改良を行った後（試験体 6、試験体 7）、試験を行った。試験体 6 と試験体 7 は、耐震等級 2 級の申請時に必要な試験成績書を取得するために 3 体ずつ行った。

(1) 試験体 1 から試験体 5

各試験体の釘仕様、釘本数について表-1 に示す。

表-1 試験体 1～試験体 5 の釘仕様、釘本数

項目	釘仕様	釘本数
試験体 1	川の字打ち	N90 216 本
試験体 2	川の字打ち	N65 162 本
		N90 216 本
試験体 3	川の字打ち	N65 162 本
		N90 216 本
試験体 4	川の字打ち	CN75 162 本
	四周打ち	CN90 135 本
試験体 5	川の字打ち 四周打ち	CN90 304 本

試験体 1 は、県内の工務店が採用している幅広厚板の仕様とし、水平構面の基準とした（図-1）。

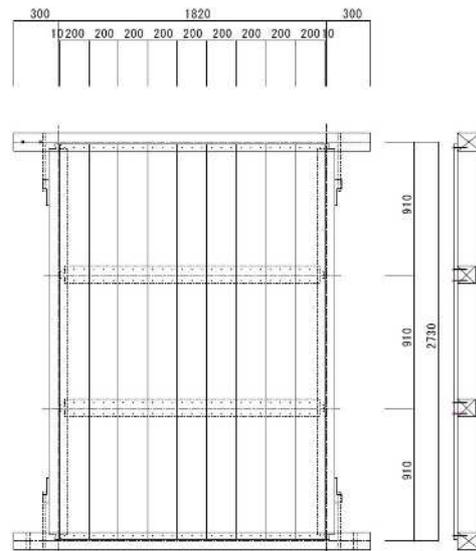


図-1 試験体 1 の概略

試験体 2 は、スギ板の方向と直角に根太（幅 45 mm、高さ 45 mm）を張り、釘を打ち付けることで板間の滑りを抑える仕様とした（図-2、図-3）。根太は 310 mm スパンで設置した。

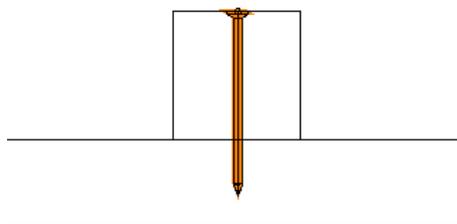


図-2 試験体 2 の断面図

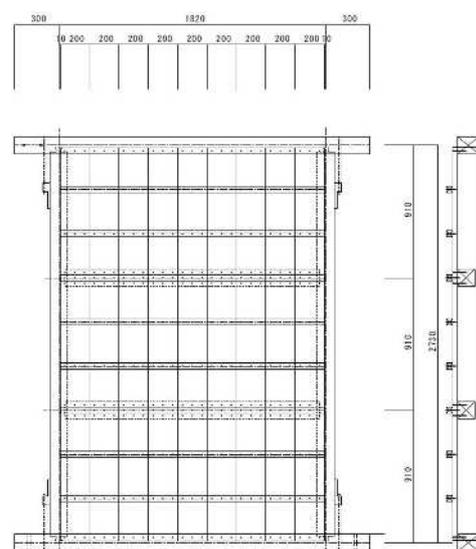


図-3 試験体 2 の概略

試験体 3 は、30 mm の杉板に 10 mm の切り欠きを行い、根太（幅 45 mm、高さ 55 mm）を落とし込む仕様とした。切り欠き以外の仕様は試験体 2 と同様とした（図-4、図-5）。

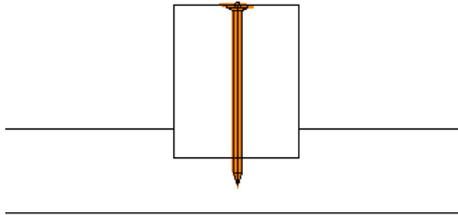


図-4 試験体 3 断面図

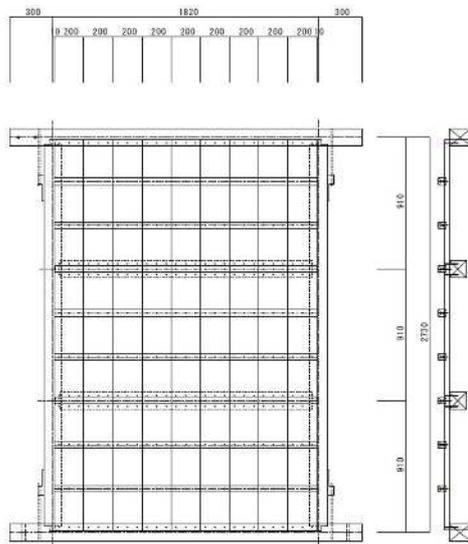


図-5 試験体 3 の概略

試験体 4 は、試験体 2 と試験体 3 の根太上の釘の貫入量が少ないことを改善するため、大梁に切り欠きを行い、そこに根太（幅 45 mm、高さ 60 mm）を落とし込み、その上からスギ板を張る仕様とした（図-6、図-7）。また、釘を N 釘から CN に変更し、釘仕様も川の字打ちから川の字打ち+四周打ちとした。さらに小梁に対する釘の本数を試験体 2 の 3 分の 1 とした。

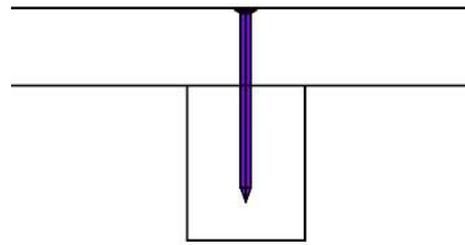


図-6 試験体 4 の概略

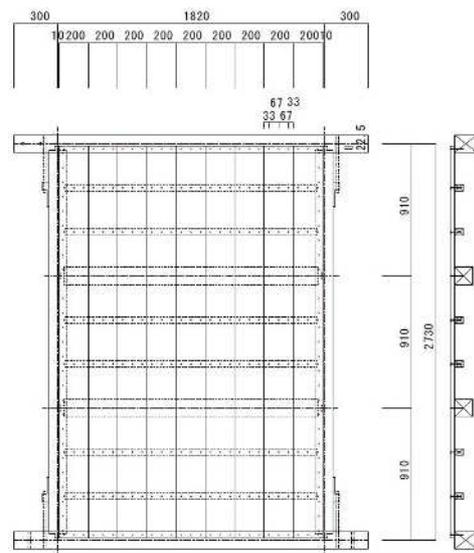


図-7 試験体 4 の詳細図

試験体 5 は、釘を 1 種類（CN90）としたうえで、試験体 4 の結果を踏まえ、釘を 30°の角度で打ち、根太を板の端部に配置することで、板の滑りを抑える仕様とした（図-8、図-9）。

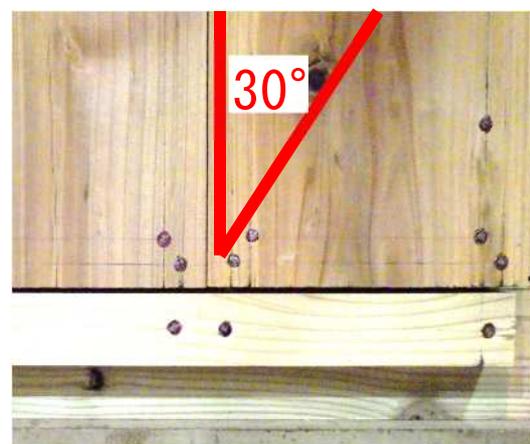


図-8 30°の釘配置（試験体 5）

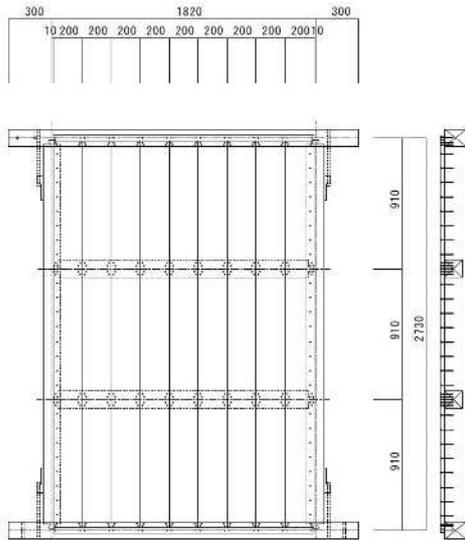


図-9 試験体 5 の概略

(2) 試験体 6、試験体 7

試験体 6、試験体 7 の釘仕様、釘本数について表-2 に示す。

表-2 試験体 6、試験体 7 の釘仕様、釘本数

項目	釘仕様	釘本数
試験体 6	川の字打ち CN65	378 本
試験体 7	川の字打ち CN90	252 本

試験体 6 は、試験体 3 と同様に板に 10 mm の切り欠きを行い、根太を落とし込む方法とした (図-11)。施工性を向上させるために釘の種類は CN65 に統一し、釘の使用を川の字打ちとした。なお、試験体 6 の板の加工はプレカット加工で行った。

試験体 7 は、試験体 5 と同様に根太を板の端部に設置した。施工性を向上させるため、釘の打つ角度を 30° から 45° に変更し、四周打ちをやめ、釘本数を 304 本から 252 本に減らした (図-12)。

2. 幅広厚板の面内せん断試験

図-10 に試験体の設置状況を示す。試験は柱脚固定式とし、面内せん断試験機 ((株) 千代田製作所製) を用いて、(公財) 日本住宅・木材技術センターが定める「木造軸組工法住宅の許容

応力度設計 (2017 年版)」(以下、許容応力度設計) に準じて行った。加力方法は正負交番繰り返し加力 (繰り返し 1 回) とし、みかけのせん断変形角を 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30rad とし、最終的には押し側に大変形を加え、最大荷重に達した後、最大荷重の 80% の荷重に低下するまで、あるいはみかけの変形角が 1/15rad 以上に達するまで加力を行った。荷重は精度 100kN の (株) 東京測器研究所製のロードセル TCLP-10B で測定し、データロガー TDS-302 ((株) 東京測器研究所) を用いて 1 秒間隔の設定で行った。得られた荷重-みかけのせん断変形角曲線から、完全弾塑性モデルを作成した。作成したモデルから各試験体の特性値を求め、床倍率を次式より算出した。

$$\text{床倍率} = P_0 \times (1/1.96) \times (1/L) \times \alpha$$

P_0 : 短期基準せん断耐力 (kN)

L : 試験体の床の長さ (m)

α : 低減係数

図-10 面内せん断試験の試験状況
(試験体 1)

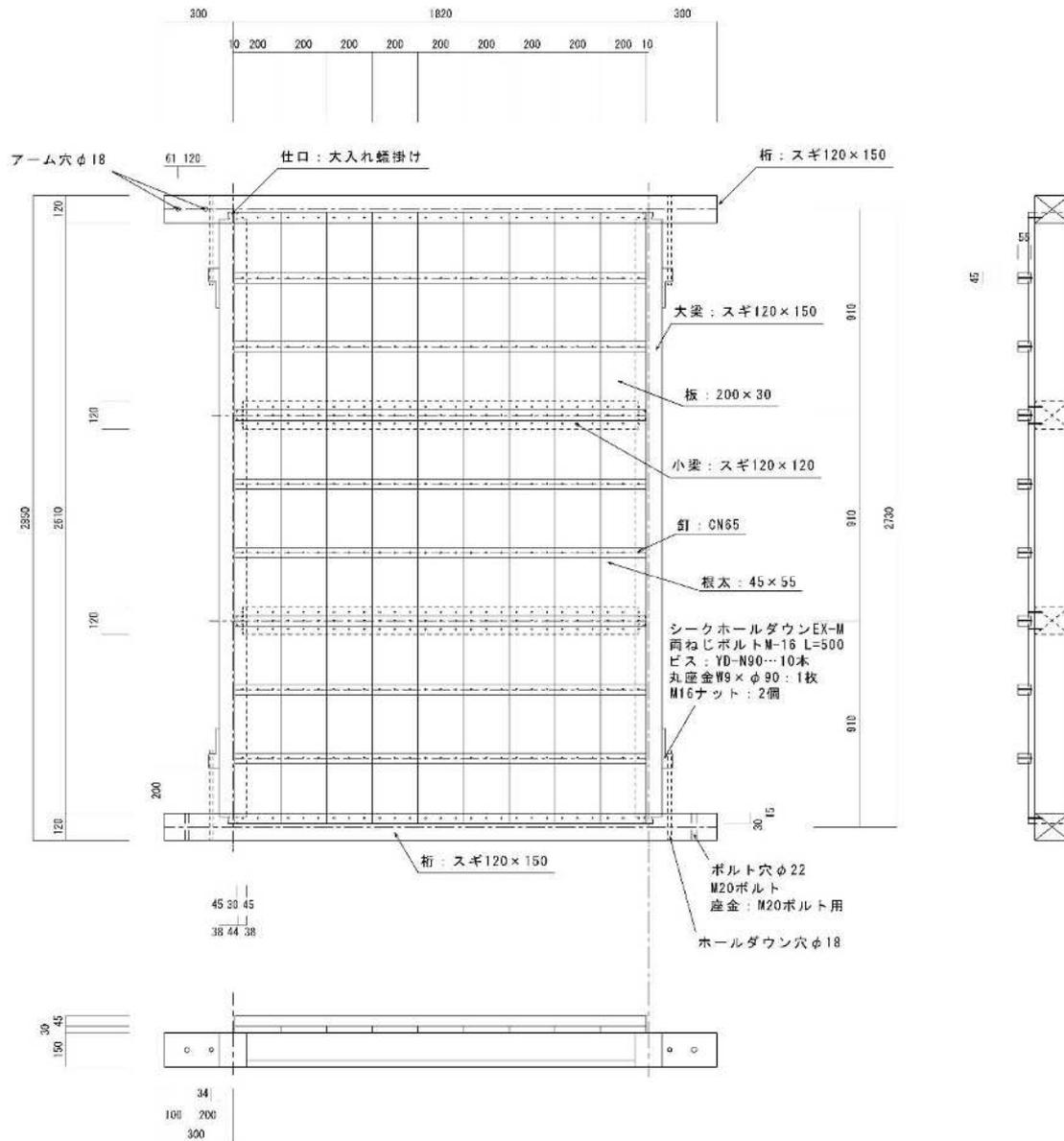


図-11 試験体6の概略

表-3 試験体 1~5 の強度特性値

項目	単位	試験体 1	試験体 2	試験体 3	試験体 4	試験体 5
降伏耐力 P_y	kN	4.96	6.32	11.23	6.11	8.30
$0.2P_u/D_s$	kN	3.21	4.44	6.75	4.30	5.93
$2/3P_{max}$	kN	6.46	8.42	13.83	7.61	10.03
1/120rad 時の耐力 P_{120}	kN	3.39	4.84	6.68	4.50	6.45
最大耐力 P_{max}	kN	9.70	12.63	20.74	11.41	15.05
終局耐力 P_u	kN	8.14	10.62	17.37	9.95	12.99
初期剛性 K	kN/rad	298.58	428.31	621.78	423.07	604.52
塑性率 μ		2.44	2.69	2.39	2.84	3.10
構造特性係数 D_s		0.51	0.48	0.51	0.46	0.44
降伏変形角 δ_y	rad	16.60	14.76	18.05	14.44	13.72
降伏点変形角 δ_v	rad	27.27	24.80	27.93	23.51	21.48
終局変形角 δ_u	rad	66.67	66.67	66.67	66.67	66.67
耐力の最小値	kN	3.21	4.44	6.68	4.30	5.93
床倍率相当値 (低減係数 0.8)		0.72	1.00	1.50	0.96	1.33

III 結果と考察

(1) 試験体 1 から試験体 5

表-3 に試験体 1 から試験体 5 の強度特性値を示す。ここで算出された数値は、少数第 2 位で四捨五入した。

試験体 1 では、床倍率 0.72 (低減係数 0.8) を得た。加力をするにつれて板間の滑りが確認できた (図-13)。釘のめり込みや、引き抜けは確認されなかった。



図-13 試験体 1 の板間の滑り

試験体 2 では床倍率 1.00 (低減係数 0.8) を得た。根太を張ることで床倍率が少し向上したが、加力をするにつれて板間の滑りが確認された。その際、根太は平行を保ったままであった (図-14)。



図-14 試験体 2 の根太の様子

試験体 3 では、床倍率 1.5（低減係数 0.8）を得た。板が落とし込んだ根太にめり込むところが確認でき、滑りが抑えられた（図-15）。また、根太は、 $1/15$ rad まで加力後には、根太が S の字に変形していた（図-16）。



図-15 板のめり込み（試験体 3）



図-16 試験体 3 の S 字に曲がった根太

試験体 4 では、床倍率 0.96（低減係数 0.8）を得た。釘の入り込み量が多くなったが、試験体 2 よりも低い値となり、板間の滑りが確認された。また、釘の種類を N 釘から CN 釘に変更したことにより、釘自体の耐久性能は上昇したが、小梁に対する釘の本数を大幅に減らしたため、床倍率が低い値となってしまったと考えられる。

試験体 5 では、床倍率 1.33（低減係数 0.8）を得た。端部に設置した根太に板がめり込んで

おり、根太によって板の滑りが抑えられていることが確認された（図-17）。また、釘を板の端部に 30° の角度で打つことにより、試験体 1 から試験体 4 で見られた、中心の釘を軸として板が滑ることは抑えられた（図-18）。

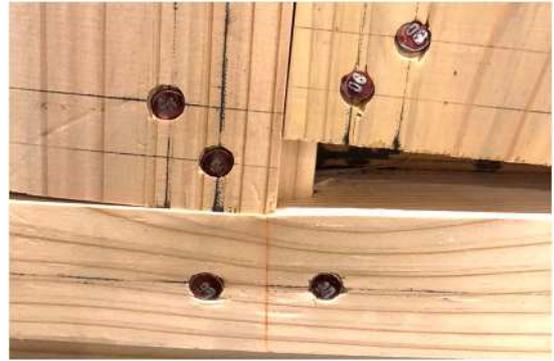


図-17 板のめり込み（試験体 5）



図-18 30° に配置した釘のめり込み（試験体 5）

なお、試験体 4、試験体 5 では、釘を四周打ちとしたが、あまり効果が見られなかった。これは、面材と異なり板材は四周打ちをしたとしても、両端の 2 枚の板のみを固定するだけであり、両端以外の板は固定されなかったためと考えられる。

(2) 試験体 6

表-4 に試験体 6 の強度特性値を示し、表-5 に床倍率の算出結果、図-19 に荷重-みかけのせん断変形角曲線を示す。1/15 rad を超えた付近で耐力の低下が確認された。これは落とし込んだ根太に板がめり込んだ際に荷重が抜けたためだと考えられる(図-21、図-22)。試験体 6 は、床倍率 1.62 (低減係数 0.8) を得ることができ、評価基準で定められている板材を根太(根太間隔 340 mm 以下)に釘で打ち付けた床構面 (0.30 倍) よりも高い性能を有し、許容応力度設計の「構造用合板 12~15mm、根太@340 mm 以下半欠き、N50@150 mm

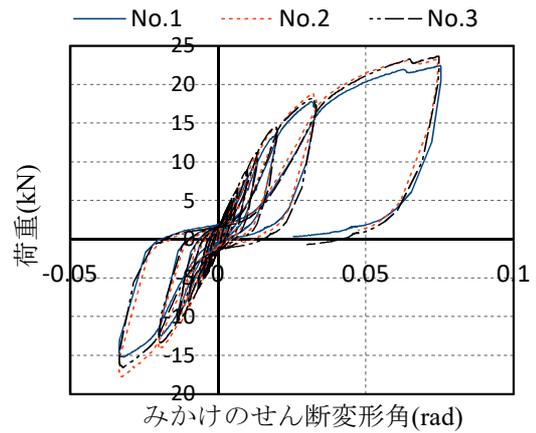


図-19 荷重-みかけのせん断変形角曲線 (試験体 6)

以下 (1.60 倍)」と同程度の性能であった。

表-4 試験体 6 の強度特性値

項目	単位	試験体 6		
		1	2	3
降伏耐力 P_y	kN	13.72	14.16	13.65
$0.2P_u/D_s$	kN	7.43	8.02	8.43
$2/3P_{max}$	kN	14.63	15.47	15.54
1/120rad 時の耐力 P_{120}	kN	7.01	7.31	8.17
最大耐力 P_{max}	kN	21.94	23.21	23.31
終局耐力 P_u	kN	20.32	21.01	20.31
初期剛性 K	kN/rad	661.22	730.92	807.79
塑性率 μ		2.17	2.32	2.65
構造特性係数 D_s		0.55	0.52	0.48
降伏変形角 δ_y	rad	20.74	19.38	16.90
降伏点変形角 δ_v	rad	30.73	28.75	25.14
終局変形角 δ_u	rad	66.67	66.67	28.75

表-5 試験体 6 の床倍率

項目	平均値 (kN)	変動係数	ばらつき係数	50% 下限値	短期基準	床倍率 (低減係数 0.8)
					せん断耐力	
降伏耐力 P_y	13.84	0.020	0.991	13.71		
$0.2P_u/D_s$	7.96	0.063	0.970	7.72	7.21	1.62
$2/3P_{max}$	15.21	0.034	0.984	14.97		
1/120rad 時の耐力 P_{120}	7.50	0.080	0.962	7.21		

(3) 試験体 7

表-6 に試験体 7 の強度特性値を示し、表-7 に床倍率の算出結果、図-20 に荷重-みかけのせん断変形角曲線を示す。試験に供した試験体は機械が押すことができる最大まで加力したが、耐力の低下は確認されなかった(図-23、図-24)。試験体 7 は、床倍率 1.19 (低減係数 0.8) を得ることができ、試験体 6 より低い値であるが、評価基準で定められている板材を根太 (根太間隔 340 mm 以下) に釘で打ち付けた床構面 (0.3 倍) よりも高い性能を有し、許容応力度設計の「構造用合板 12~15mm、根太@500 mm 以下半欠き、N50@150 mm

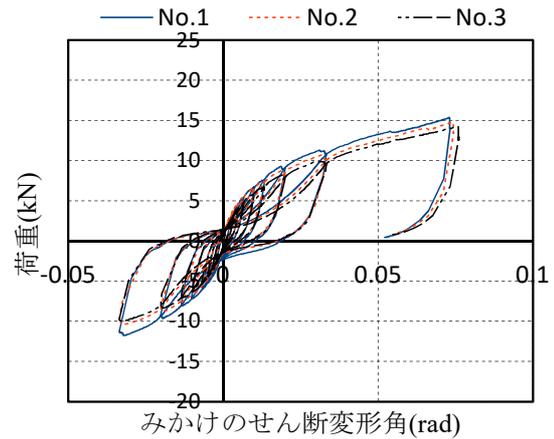


図-20 荷重-みかけのせん断変形角曲線 (試験体 7)

以下 (1.12 倍)」と同程度の性能であった。

表-6 試験体 7 の強度特性値

項目	単位	試験体 7		
		1	2	3
降伏耐力 P_y	kN	7.83	7.33	6.89
$0.2P_u/D_s$	kN	5.67	5.68	5.06
$2/3P_{max}$	kN	9.74	9.37	8.95
1/120rad 時の耐力 P_{120}	kN	6.28	6.17	5.62
最大耐力 P_{max}	kN	14.62	14.05	13.42
終局耐力 P_u	kN	12.60	11.79	11.41
初期剛性 K	kN/rad	572.59	600.50	505.50
塑性率 μ		3.03	3.39	2.95
構造特性係数 D_s		0.44	0.42	0.45
降伏変形角 δ_y	rad	13.68	12.20	13.63
降伏点変形角 δ_v	rad	22.01	19.64	22.57
終局変形角 δ_u	rad	66.67	66.67	66.67

表-7 試験体 7 の床倍率

項目	平均値 (kN)	変動 係数	ばらつき 係数	短期基準		床倍率 (低減係数 0.8)
				50% 下限値	せん断耐力	
降伏耐力 P_y	7.35	0.064	0.970	7.13		
$0.2P_u/D_s$	5.47	0.065	0.969	5.30	5.30	1.19
$2/3P_{max}$	9.35	0.043	0.980	9.16		
1/120rad 時の耐力 P_{120}	6.02	0.058	0.972	5.86		



図-21 板のめり込み（試験体 6）



図-23 板のめり込み（試験体 7）



図-22 1/15 red 加力時（試験体 6）



図-24 1/15 red 加力時（試験体 7）

IV まとめ

本研究では、スギの幅広厚板を用いて床倍率の高さを重視した仕様（試験体 6）と施工性を重視した仕様（試験体 7）の 2 種類の水平せん断性能を評価した。その結果、低減係数を 0.8 とした場合、試験体 6 で床倍率 1.62、試験体 7 で床倍率 1.19 を得ることができ、いずれも評価基準で定められている板材を根太（根太間隔 340 mm 以下）に釘で打ち付けた床構面（0.30 倍）よりも高い性能を有し、木造軸組住宅において十分使用可能である仕様を示すことができた。また、床倍率をさらに高めたい場合は、火打ち材（床倍率 0.80）と併用することもでき、実際の住宅の間取りに合わせた使い方が可能であると考えられる。

引用文献

- 愛知県（2020）林業の動き 176：1-3
- 藤井良光・三好 悠・千里泰三・湊 俊司・根岸 徳美・安藤邦廣（2020）徳島県産スギ厚板を用いた新たな床構面の開発 - スギ板材付きパネル張り床構面の面内せん断性能 - . 徳島農技セ研報 7：15-21
- 福留重人・日高富男・中原 亨（2014）スギ板材を活用した構造用面材の開発. 鹿児島工技セ研報 28：23-25
- 国土交通省（2020）長期優良住宅のページ.
URL：https://www.mlit.go.jp/jutakuken_tiku/house/jutakukentiku_house_tk4_000006.html
- 公益財団法人日本住宅・木材技術センター（2017）木造軸組工法住宅の許容応力度設計①：287-304

木製構造物（溪間工）の耐久性調査

2018年度～2020年度

石川敢太*・上田耕大**

要 旨

本県では木材の積極的な利用推進のため、治山事業で県産木材を利用した構造物を設置しているが、その中で溪間工について現状では耐用年数の目安となる基準等が確立されていない。本県の溪間工は近年防腐処理木材を利用して施工されているが、県内にある防腐処理木材により施工された溪間工の耐久性について統一的に調査した研究は見られない。そこで、1999年度から2017年度の間に設置された溪間工を調査対象とし、部材の劣化状況調査と現地における劣化状況調査を行った。部材の劣化状況調査では、溪間工の天端から部材を採取し、ピロディンによる測定・マイナスドライバー法・プラスドライバー法により劣化状況調査を行ったあと、曲げ強度試験を行った。その結果から、各調査手法において、曲げ強度が許容曲げ応力度 5.7 N/mm^2 に達する貫入量をそれぞれ $34.7 \text{ mm} \cdot 31.4 \text{ mm} \cdot 22.7 \text{ mm}$ と推定した。また、現地における劣化状況調査では、各溪間工の横木を流水部と袖部に分けて貫入量を比較したところ、流水部の貫入量がわずかに大きかった。今回調査した溪間工の中で許容曲げ応力度を下回る部材はなく、中でも最も古い溪間工の経過年数から考えると、今回の調査では防腐処理木材の強度が20年は維持されることが分かった。

I はじめに

本県では木材の積極的な利用を図るため、治山事業における県産木材利用を推進しており、床固工や流路工などの木製溪間工については1999年度から設置が始まっている（岩田 2010）。これらの木製構造物は、適宜補修を行うことによりその効果を長期的に発揮する必要があるが、現状では耐用年数の目安となる基準等が確立されていない。

前研究課題（釜田ら 2018）では、木製土留工を対象に調査したが、溪間工は土留工と違い溪流に施工されるため、劣化の進行に影響を及ぼす可能性がある。また、2014年度施行の愛知県木製治山構造物設置基準では「大型木製構造物及び修景を兼ねる木製構造物を設置する場合は、その効果を長期に発揮させるため防腐処理木材を使用するものとする」とされており、近年設置された木製構造物は防腐処理木材を利用して施工されている。木製床固工についての劣化状況については各地で

報告がある（石川ほか 2003、田淵ほか 2011、明石ほか 2015、和多田ほか 2015）ものの防腐処理木材で施工された溪間工について調査した研究は少なく（津島ら 2005、吉田ら 2015）、県内にある複数の溪間工を統一的に調査したものは見られない。

そこで、本研究では木製構造物（溪間工）の耐久性能を評価することを目的に、現場で実施できる簡易な部材の劣化状況調査を行うとともに、現地から採取した部材の曲げ強度試験を実施し、曲げ強度を推定するためのモデル式を作成した。この結果から、現在設置されている溪間工の中で劣化した部材の有無を部位ごとに確認し、劣化状況調査により構造物の劣化状況を推定する際の目安となる基準を作成した。

II 方法

1. 部材の劣化状況調査および曲げ強度試験

Kanta ISHIKAWA, Koudai UEDA: Survey on durability of wooden soil saving dams at the waterside.

* 現新城設楽農林水産事務所

** 現豊田加茂農林水産事務所

県内に設置された木製溪間工（表-1、図-1）で、防腐処理木材で施工された溪間工5基（以下、経過年数により防腐2、防腐4、防腐7、防腐9、防腐21）のうち流路工の防腐21を除く4基と、非防腐木材で施工された溪間工2基（以下、経過年数により非防腐7、非防腐8）を対象に、部材の抜き取りによる劣化状況調査および強度試験を行った。防腐処理木材は全てO&Dウッド（株式会社コシイブ

表-1 調査地一覧

調査躯体名	設置場所	設置年度	経過年数	防腐処理	工種
非防腐7	東栄町大字川角	2011	7	無	床固工
非防腐8	〃（同一溪流内に設置）	2010	8	無	床固工
防腐2	新城市中宇利字福津地内	2017	2	有	谷止工
防腐4	岡崎市茅原沢	2015	4	有	床固工
防腐7	岡崎市石原	2012	7	有	谷止工
防腐9	〃	2010	9	有	谷止工
防腐21	豊川市平井町	1999	21	有	流路工

レーザービング製・圧縮処理した木材に防腐剤マイトレックACQを加圧注入したもの）であった。部材の寸法は、防腐処理木材では直径12 cm、長さ150 cmの円柱形で、樹種は主にスギで、一部ヒノキも確認された。部材を抜き取る段階において、防腐処理木材は外観から樹種判別ができなかったため、無作為に抽出した。また、非防腐木材は太鼓挽き（円柱の両側を平行に二面切削したもの）で直径

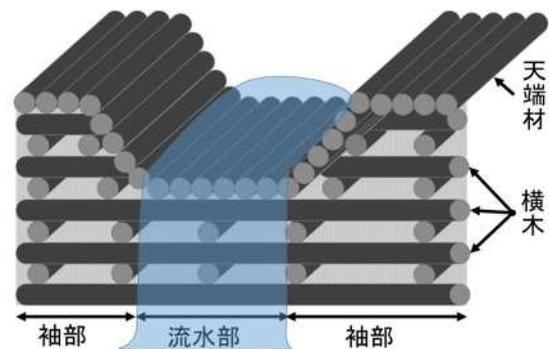


図-2 流水部と袖部および天端材と横木



図-1 本試験で調査した溪間工（防腐処理木材のもの）

（左上：防腐9・右上：防腐7・左下：防腐4・中央下：防腐2・右下：防腐21）

防腐9と防腐4のみ常水が見られる。防腐21は流路工で満潮時は最大で下から3段目までの部材が水没する。

は元口・末口の平均で18~24 cm、長さ約200 cmで、樹種は全てスギであった。これらの溪間工の部材について、防腐処理木材では天端材のうち流水部と袖部（図-2）から各3本、非防腐木材では天端材を流水部から2本、袖部から4本、横木を流水部から1本、袖部から2本抜き取り、それぞれ含水率が変化しないようにビニールシートに包んで森林・林業技術センターに持ち帰った。

その後、各部材で劣化状況調査を行った後、曲げ強度試験を行った。劣化状況調査には、以下の3手法を用いた。

ア ピロディンによる測定

打ち込みエネルギーが6.0 Jのピロディン（Proceq社製）を使用して、木材に垂直にピン（直径2.5 mm・長さ40 mm）を打ち込み、貫入量を読み取る手法。

イ マイナスドライバー法

直径3 mmのマイナスドライバーと荷重測定器（デジタルフォースゲージZTS-1000N、図-3）を組み合わせ、木材の繊維方向と平行な向きでマイナスドライバーを貫入し、荷重200 N（約20 kgf）時の貫入量を測定する手法。

ウ プラスドライバー法

マイナスドライバー法と同様の手法を直径3 mmのプラスドライバーを使用して行うもの。



図-3 デジタルフォースゲージ

以上の調査を、それぞれ各部材の12か所で行った（図-4）。

曲げ強度試験は、実大強度試験機（SHIMADZU UH-1000kN）を用いて、防腐処理木材はスパン1300

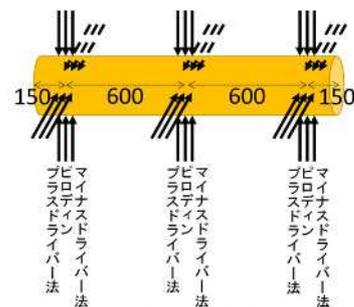


図-4 劣化状況調査を行った箇所

寸法は防腐処理木材のもので単位はmm

mm、非防腐木材はスパン1800 mmの中央集中荷荷により行った。部材の中で円形の部分を下にして曲げ強度試験を行う際は、転がらないように凹型の治具で固定した。荷重速度は5~10 mm/minとした。また、曲げ強度試験では材の下面に最も強い引っ張り応力が生じることから、各部材の中で表面が露出した部分（天端材の上面と横木の前面）が下面になるようにして行った。曲げ強度については以下の計算式により求めた。

$$\text{曲げ強度} = P_{\max} \cdot L / 4Z \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

P_{\max} : 最大荷重 (N)、L : スパン (mm)、

Z : 断面係数 (mm³)

断面係数Zは、部材の断面形状や曲げ強度試験時の部材の向きによって異なり（図-5）、今回の試験では以下の3通りである。

ア 防腐処理木材（天端材）

断面形状は円のため、元口・末口の平均半径をr (mm)として以下の式で算出した。

$$Z = \frac{\pi}{4} r^3$$

イ 非防腐木材の天端材

断面形状は太鼓挽き（円の両側を平行に二面切削したもの）で、天端材では切削面が下になるように曲げ強度試験を行った。そのため、元口・末

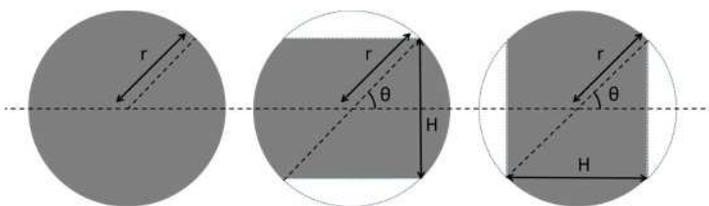
口の平均半径を r (mm)、切削面の間の距離を H (mm)、斜辺 r ・底辺 $H/2$ の直角三角形の斜辺と底辺のなす角度を θ (rad)として以下の式で算出した。

$$Z = \frac{r^4(4\theta - \sin 4\theta)}{4H}$$

ウ 非防腐木材の横木

断面形状は天端材と同じだが、横木では切削面が真横になるように曲げ強度試験を行った。そのため、元口・末口の平均半径を r (mm)、切削面の間の距離を H (mm)、斜辺 r ・高さ $H/2$ の直角三角形の斜辺と底辺のなす角度を θ (rad)として以下の式で算出した。

$$Z = \frac{2r^2H(\sin \theta)^3}{3} + \frac{r^3\left(\frac{\pi}{2} - \theta + \frac{1}{4}\sin 4\theta\right)}{2}$$



図－5 断面係数算出に用いた断面図

左から順に、ア 防腐処理木材（天端材）、イ 非防腐木材の天端材、ウ 非防腐木材の横木。

曲げ強度試験の結果は、「森林土木木製構造物設計等指針及び森林土木木製構造物設計等指針の解説等」（林野庁 2016）に「木材の許容応力度等は、建築基準法施行令等に定める値を参考として適切な値を用いる」とあることから、建築基準法施行令に記載されている、スギの常時湿潤状態における長期荷重に対する許容応力度 5.7 N/mm^2 を下回る部材は劣化していると見なすこととした。

曲げ強度試験終了後、試験後の部材を両側から 200 mm 程度の位置で厚さ 10 mm 程度の板を採取し、全乾法により含水率を測定した。

以上の試験データを解析し、部材への劣化状況

調査の結果から曲げ強度を推定する式を作成した。

解析には統計解析ソフトR (version 3.6.2)と、そのパッケージのlme4 (ver.1.1.26)、car (ver.3.0.10)、MuMIn (ver.1.43.17)を使用した。説明変数を劣化状況調査の結果（貫入量 mm）、部材の経過年数、部材の位置（流水部、袖部）、含水率およびそれらの交互作用項とし、応答変数はスギの曲げ強度 (N/mm^2)、ランダム効果は部材ごとに付した番号、樹種（スギ、ヒノキ）、非防腐木材の天端材と横木として一般化線形混合モデル（GLMM）を作成した。なお、貫入量については部材ごとに複数箇所の測定値を平均した値を使用した。モデル作成にはパッケージlme4のglmer関数を使用し、応答変数の誤差構造はGamma分布でリンク関数をlogとした。これに、パッケージMuMInの dredge関数を用いて、AIC（赤池情報量規準）に基づく変数減少法によりモデル選択を行い、最もAICが小さいモデルを当てはまりの良いモデルとして曲げ強度の推定式を作成した。推定式の中で貫入量以外のパラメータ（経過年数、部材の位置、含水率）には今回の試験で得られた測定値の最大値と最小値を代入することにより、今回試験した条件範囲で曲げ強度が許容曲げ応力度 5.7 N/mm^2 に達し得る最小の貫入量を算出した。その後、パッケージggplot2 (ver.3.3.3)を用いて結果のグラフを作成した。

2. 現地における劣化状況調査

防腐処理木材の溪間工5基（防腐2、防腐4、防腐7、防腐9、防腐21）の横木について、劣化状況調査を3か所ずつ（図－6）行い、防腐2および防腐21については木材水分計HM-520を使用して含水率調査も行った。横木は抜き取りが困難で曲げ強度試験は行うことができなかったため、天端材の曲げ強度の値を参考にして、劣化状況調査の結果で評価した。その際に、天端材と横木の違いによる影

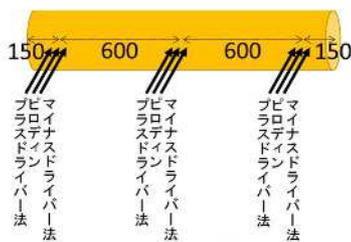


図-6 現地で劣化状況調査を行った箇所

寸法の単位はmm

響を考慮するため、部材の経過年数、部材の位置（流水部・袖部）、部材の位置（天端材・横木）を説明変数、貫入量を応答変数、ランダム効果を部材ごとに付した番号としてAICに基づく変数減少法によりモデル選択を行い、天端材・横木の間での貫入量の差を示した。

Ⅲ 結果および考察

1. 部材の劣化状況調査および曲げ強度試験

防腐処理木材では、曲げ強度試験の結果、許容曲げ応力度 5.7 N/mm^2 を下回る部材は見られなかった（表-2）。含水率は19.4~146.1%であり平均は67.1%であった。ピロデイン・マイナスイラストライバー法・プラスドライバー法の値から曲げ強度の推定を行った結果は、以下のとおりである。

表-2 防腐処理木材の曲げ強度試験結果

調査躯体名	部材の位置	曲げ強度 (N/mm^2)		
		最大	平均	最小
防腐2	流水部	60.6	51.8	44.1
	袖部	52.1	45.2	34.2
防腐4	流水部	51.1	47.1	39.8
	袖部	52.2	48.3	43.3
防腐7	流水部	62.7	59	52.2
	袖部	63.1	47.7	39.8
防腐9	流水部	50.2	44.5	40.9
	袖部	56.5	52	46.5

ア ピロデインによる測定

説明変数に貫入量・経過年数・部材の位置（流水部・袖部）・含水率および貫入量と経過年数・含水率、部材の位置（流水部・袖部）と経過年数・含水率の交互作用項を組み込んだモデルがAICの

最も小さいモデル（AIC = -262.1）として選択された（表-3）。

表-3 ピロデインによる測定における説明変数と応答変数の関係（防腐処理木材）

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
	(Intercept)	4.5974960±0.4688003
曲げ強度	貫入量	-0.0444197±0.0227144
	経過年数	-0.1784921±0.1317870
	袖部	0.1193063±0.1445822
	含水率	0.0177526±0.0082822
	貫入量×経過年数	0.0084595±0.0063709
	貫入量×含水率	-0.0007529±0.0003837
	袖部×経過年数	0.0084426±0.0296841
	袖部×含水率	-0.0031685±0.0029140

イ マイナスイラストライバー法

説明変数に貫入量・経過年数・部材の位置（流水部・袖部）および部材の位置（流水部・袖部）と貫入量・経過年数との交互作用項を組み込んだモデルがAICの最も小さいモデル（AIC = -255.6）として選択された（表-4）。

表-4 マイナスイラストライバー法における説明変数と応答変数の関係（防腐処理木材）

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
	(Intercept)	4.577010±0.367866
曲げ強度	貫入量	-0.090941±0.043604
	経過年数	0.009742±0.013397
	袖部	-0.243308±0.420213
	袖部×貫入量	0.043109±0.053354
	袖部×経過年数	-0.029234±0.017939

ウ プラスドライバー法

説明変数に貫入量・経過年数・部材の位置（流水部・袖部）を組み込んだモデルがAICの最も小さいモデル（AIC = -256.2）として選択された（表-5）。

表-5 プラスドライバー法における説明変数と応答変数の関係（防腐処理木材）

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
	(Intercept)	4.492232±0.143859
曲げ強度	貫入量	-0.118347±0.028141
	経過年数	0.006067±0.009340
	袖部	-0.082701±0.049018

以上で選択したモデル式について、図-7に示し

た。今後も劣化が推定式に従って進行すると仮定すると、許容曲げ応力度 5.7 N/mm^2 に達しうる最小の貫入量は、ピロディンで 34.7 mm （袖部、経過年数2年、含水率 146.1% のとき）、マイナスドライバー法で 31.4 mm （流水部、経過年数2年のとき）、プラスドライバー法で 22.7 mm （袖部、経過年数2年のとき）と推定された。ピロディンの貫入深さについては 35 mm を越えるものが使用不能材と見なせる（飯島 1999）ため、今回の推定結果はこれを支持している。なお、経過年数が2年の条件が選ばれているのは、全体的に2年目の部材の方が9年目の部材より貫入量が小さい傾向があることから、許容曲げ応力度に達しうると評価される貫入量の値も2年目の部材の方が比較的小さく算出されるため、新しい部材の方が劣化しやすいという意味ではない。

一方、非防腐木材でも曲げ強度試験の結果、許容曲げ応力度 5.7 N/mm^2 を下回る部材は見られなかった（表-6）。含水率は $96.2\sim 270.7\%$ で平均は 167.7% であった。

表-6 非防腐木材の曲げ強度試験結果

調査 躯体 名	部材の位置		曲げ強度 (N/mm ²)		
			最大	平均	最小
非 防 腐7	天端 材	流水部	20.5	20.2	19.9
		袖部	18.2	16.1	13.4
	横木	流水部	-	15.5	-
		袖部	16.1	14.1	12.1
非 防 腐8	天端 材	流水部	24.8	21.1	17.3
		袖部	24.0	21.2	18.8
	横木	流水部	-	9.0	-
		袖部	15.1	11.1	7.1

ア ピロディンによる測定

ピロディンの貫入量について、測定できる最大値の 40 mm を越えるものが全データの 48% を占めたが、曲げ強度の測定値が許容曲げ応力度 5.7 N/mm^2 を下回る部材は見られなかったため、ピロディンで測定できる範囲で部材の劣化を示すのは困難と考えられた。

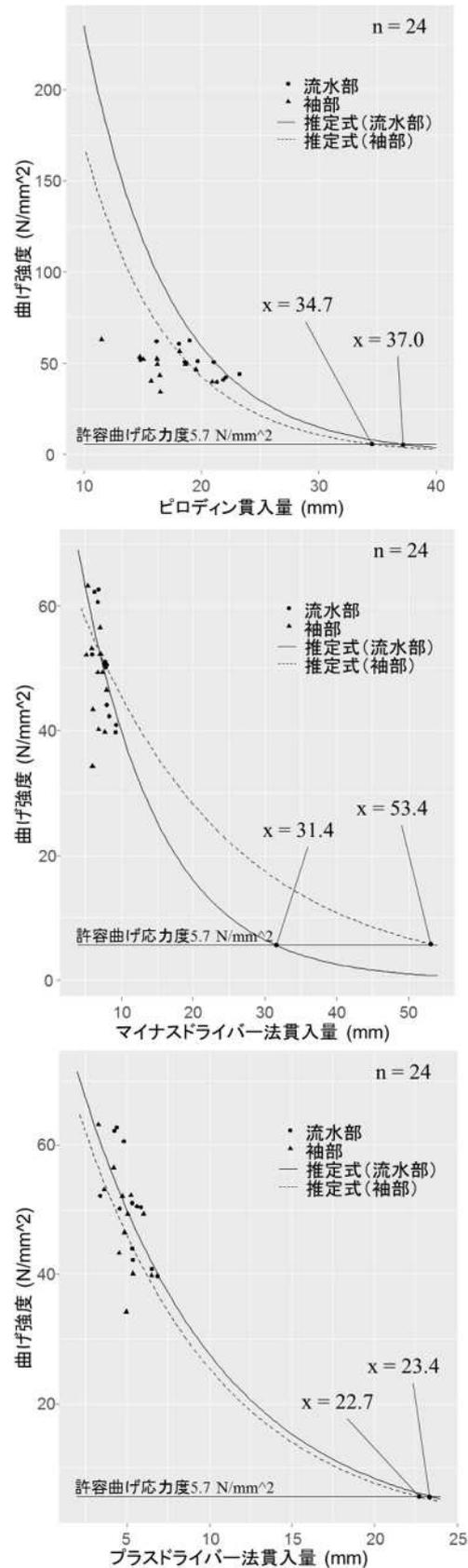


図-7 劣化状況調査の結果と曲げ強度の関係（防腐処理木材）

イ マイナスドライバー法

説明変数に経過年数のみを組み込んだモデルがAICの最も小さいモデル (AIC = -207.7) として選択された (表-7)。

表-7 マイナスドライバー法における説明変数と応答変数の関係 (非防腐木材)

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
曲げ強度	(Intercept)	2.95367±0.92461
	経過年数	-0.03407±0.12262

ウ プラスドライバー法

説明変数に貫入量・経過年数を組み込んだモデルがAICの最も小さいモデル (AIC = -217.0) として選択された (表-8)。

表-8 プラスドライバー法における説明変数と応答変数の関係 (非防腐木材)

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
曲げ強度	(Intercept)	2.143926±0.695872
	貫入量	-0.026892±0.008663
	経過年数	0.135277±0.097545

以上で選択したモデル式のうち、説明変数に貫入量が含まれているプラスドライバー法について、図-8に示した。今後も劣化が推定式に従って進行すると仮定すると許容曲げ応力度 5.7 N/mm^2 に達しうる最小の貫入量は 50.2 mm (経過年数7年のとき) となった。防腐処理木材の結果より大きな推定値となったのは、部材の直径が防腐処理木材より大きいことなどが影響していると考えられる。

2. 現地における劣化状況調査

横木の劣化状況調査での貫入量について、図-9に示す。いずれの試験においても、貫入量が最大となったのは設置後21年経過した流路工であった。

解析の結果、ピロディンによる測定では経過年数・部材の位置 (流水部・袖部)・部材の位置 (天端材・横木) および部材の位置 (流水部・袖部) と部材の位置 (天端材・横木) の交互作用項を組み込んだモデルがAICの最も小さいモデル (AIC = -3158.1) として選択された (表-9)。

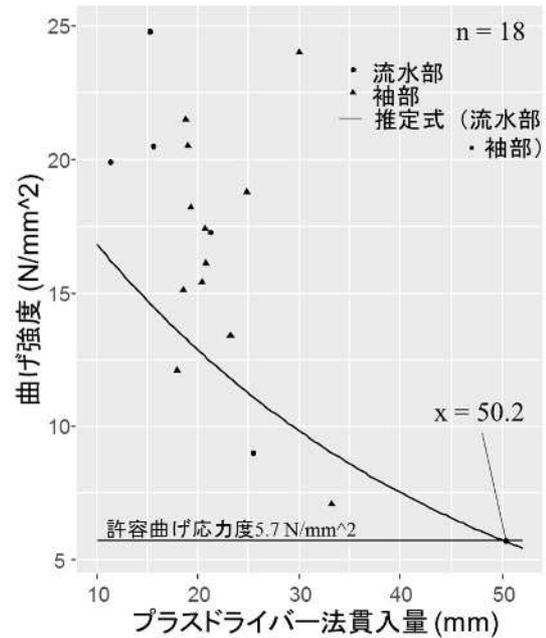


図-8 劣化状況調査の結果と曲げ強度の関係 (非防腐木材)

表-9 ピロディンによる測定における説明変数と応答変数の関係 (防腐処理木材の貫入量)

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
貫入量	(Intercept)	2.908752±0.052935
	経過年数	0.009996±0.002024
	袖部	-0.180657±0.073186
	横木	-0.106313±0.056324
	袖部×横木	0.097031±0.077586

マイナスドライバー法では、経過年数・部材の位置 (流水部・袖部)・部材の位置 (天端材・横木) および経過年数と部材の位置 (天端材・横木) の交互作用項を組み込んだモデルがAICの最も小さいモデル (AIC = -3606.1) として選択された (表-10)。

表-10 マイナスドライバー法における説明変数と応答変数の関係 (防腐処理木材の貫入量)

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
貫入量	(Intercept)	2.10616±0.09969
	経過年数	-0.03126±0.01611
	袖部	-0.10250±0.02882
	横木	-0.41131±0.10150
	経過年数×横木	0.05950±0.01629

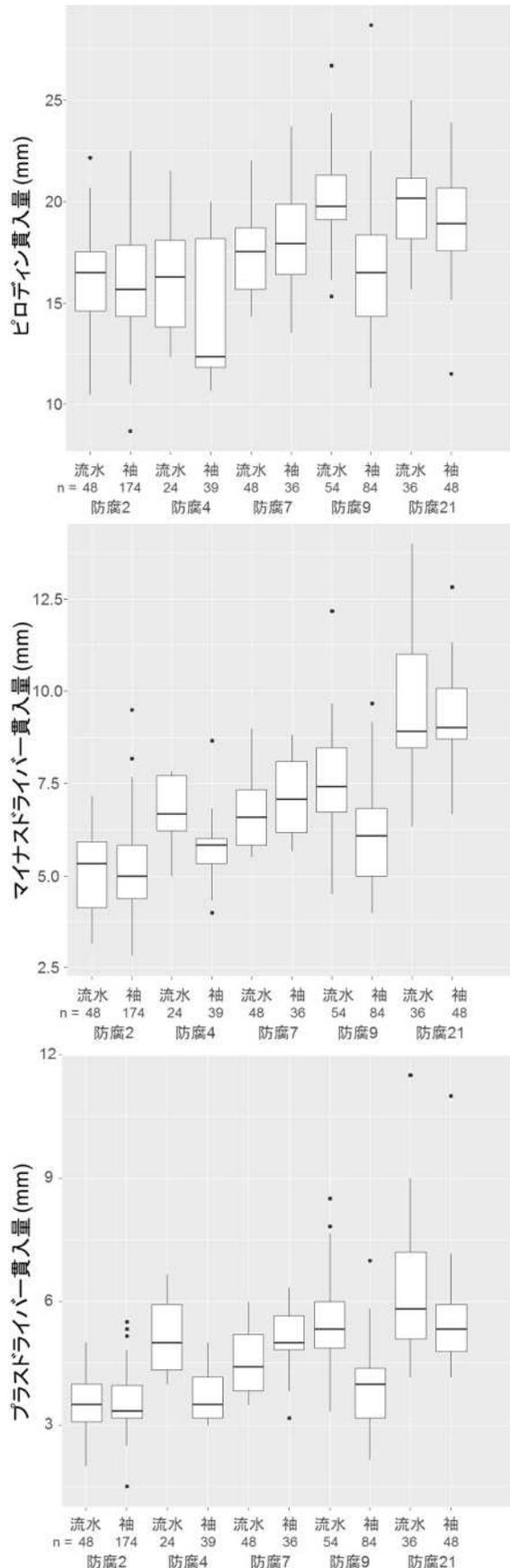


図-9 劣化状況調査の結果(防腐処理木材横木)

プラスドライバー法では、経過年数・部材の位置（流水部・袖部）・部材の位置（天端材・横木）およびそれらの交互作用項すべてを組み込んだモデルがAICの最も小さいモデル（AIC = -3785.5）として選択された（表-11）。

表-11 プラスドライバー法における説明変数と応答変数の関係（防腐処理木材の貫入量）

応答変数	説明変数	係数±標準偏差
貫入量	(Intercept)	1.596658±0.158752
	経過年数	0.018733±0.025924
	袖部	-0.144409±0.224508
	横木	-0.269576±0.165970
	経過年数×横木	0.008970±0.026331
	袖部×横木	0.034882±0.231709
	経過年数×袖部×横木	0.002875±0.037111

今回の結果から各条件での横木と天端材での貫入量の平均値の推定値は表-12のとおりとなった。

表-12 各条件での横木と天端材の貫入量の平均値の推定値（防腐処理木材）

手法	経過年数	部材の位置	貫入量 (mm)	
			横木	天端材
ピロディン	2	流水部	16.8	18.7
		袖部	15.4	15.5
	9	流水部	18.0	20.1
		袖部	16.5	16.6
	21	流水部	20.1	22.4
		袖部	18.4	18.6
マイナスドライバー法	2	流水部	5.8	7.7
		袖部	5.2	7.0
	9	流水部	7.0	6.2
		袖部	6.3	5.6
	21	流水部	9.6	4.4
		袖部	8.6	4.0
プラスドライバー法	2	流水部	4.0	5.1
		袖部	3.6	4.4
	9	流水部	4.8	5.8
		袖部	4.4	5.1
	21	流水部	6.6	7.2
		袖部	6.2	6.2

貫入量について、横木と天端材の違いにより生じる差はピロディンで-0.1 mmから-2.3 mm、マイナスドライバー法で+5.2 mmから-1.9 mm、プラスドライバー法で0 mmから-1.1 mmであった。劣化状況調査での貫入量と同じであれば曲げ強度は同じであると仮定すると、マイナスドライバー法

を除いて、横木はどの条件でも天端材より貫入量が小さかった。したがって、天端材の曲げ強度試験で全ての材が許容曲げ応力度より十分小さかったことから、横木についてもマイナスドライバー法以外では許容曲げ応力度に達しうる貫入量より十分小さく、健全な状態であると考えられる。また、マイナスドライバー法での貫入量の最大値(防腐21:14 mm)に横木により生じうる差5.2 mmを足しても、許容曲げ応力度に達しうる貫入量31.4 mmより十分小さいため、今回調査対象とした防腐処理木材による木製構造物はすべて健全な状態であることが示唆された。最も古い防腐21は1999年度に設置されていることから、今回の調査では防腐処理木材は設置後少なくとも20年は各部材の性能が維持されるものと考えられる。

また、部材の位置(流水部・袖部)による影響については、表-12から、流水部に比べて袖部で貫入量がピロディンで1.4~3.8 mm、マイナスドライバー法で0.4~1.0 mm、プラスドライバー法で0.4~1.0 mm少ないという結果になった。先行研究では、常水のある部分では腐朽が遅かった(秋田2014, 神原ら2017)が、圧縮加圧処理材においてレジストグラフを使用した事例では、常水の有無で劣化速度に有意な差が見られなかった(吉田ら2015)。今回の調査では流水部の方がわずかに貫入量が大きくなる傾向で、先行研究とは異なる結果であったが、その原因としては先行研究に比べて今回調査した堰堤の水量が少ないことが考えられ、空気との接触を遮断して腐朽を遅らせるほどの浸水になっていなかった可能性がある。また、木材の含水率の違いによる貫入量の変化を調査した研究(野田2018, 山田ら2017, 佐山ら2017)では、含水率が増加するほど貫入量の値が大きくなるという結果を示しているが、今回プラスドライバー法、マイナスドライバー法で許容曲げ応力度を推定する際に用いた推定式では含水率のパラメータ

は有意に働いておらず、推定に影響していなかった。以上より、今後、防腐処理材による溪間工の耐久性を評価する場合には、今回実施した劣化状況調査を行い、表-13に示す貫入量を上回らないことを確認することで、部材の曲げ強度が許容曲げ応力度5.7 N/mm²以上で健全な状態であると判断できることが示唆された。

表-13 許容曲げ応力度5.7 N/mm²に達しうる貫入量(防腐処理木材)

部位	許容曲げ応力度5.7 N/mm ² に達しうる貫入量		
	ピロディン (mm)	マイナスドラ イバー法(mm)	プラスドライ バー法(mm)
流水部	34.7	53.4	22.7
袖部	37.0	31.4	23.4

謝辞

岡崎市に設置された谷止工2基については林野庁中部森林管理局愛知森林管理事務所、豊川市に設置された流路工については国土交通省中部地方整備局豊橋河川事務所にご協力いただいて試験を行った。ここに厚くお礼を申し上げる。

引用文献

- 明石浩和・森拓郎・田淵敦士・三好岩生・宅間健人(2015) 既設木製治山ダムの部材の曲げ強さ. 材料: 64-5: 387-392
- 秋田寛己(2014) 木製治山堰堤における腐朽の進行過程の解明と予測. 信州大学審査学位論文
- Douglas Bates, Martin Maechler, Ben Bolker, Steve Walker (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software, 67(1), 1-48. doi:10.18637/jss.v067.i01.
- H. Wickham. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York, 2016.
- 飯島泰男(1999) 土木用木質構造物の耐用年数評価について. 木材保存25-5: 209-218

- 石川芳治・内藤洋司・落合博貴・上原勇（2003）各種試験に基づく木製施設の耐久性, 腐朽度および曲げ強度評価法. 砂防学会誌56-4 : 21-31
- 岩田征子（2010）木製残置型枠の補修についての一考察. 第50回治山研究発表会論文集 : 53-58
- John Fox and Sanford Weisberg (2019). An {R} Companion to Applied Regression, Third Edition. Thousand Oaks CA: Sage. URL: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>
- 釜田淳志・鈴木祥仁（2018）木製構造物の耐久性調査. 愛知県森林セ報55 : 40-46
- Kamil Bartoń (2020). MuMIn: Multi-Model Inference. R package version 1.43.17. <https://CRAN.R-project.org/package=MuMIn>
- 神原広平・松永浩史・大村和香子・桃原郁夫・玉井幸治・明石浩和・山内仁人・藤田智郁・野田龍（2018）坪毛沢木製堰堤群の劣化現況調査～成長錐コアによる部材の含水率と全乾密度の測定結果～. 第34回公益社団法人日本木材保存協会年次大会研究発表論文集 : 114-115
- 野田龍（2018）荷重測定器を用いた腐朽劣化診断手法の基礎的実験. 木材保存44-4 : 226-234
- R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 林野庁（2016）森林土木木製構造物設計等指針及び森林土木木製構造物設計等指針の解説等
- 佐山達哉・野田龍（2017）水分変動下におけるピン打ち込み抵抗特性. 第67回日本木材学会大会 : N18-P2-13
- 田淵敦士・村田良浩・高奥信也・明石浩和（2011）木製治山ダム部材における曲げ強度の経年変化. 材料 : 60-4 : 277-281
- 津島俊治・栗崎宏・長谷川益男（2005）大分県における土木用木製構造物の劣化原因と耐用年数. 木材保存31-5 : 199-206
- 和多田友宏・臼田寿生・土肥基生（2018）木製治山ダムの劣化に及ぼす諸要因の検討. 岐阜県森林研報44 : 11-16
- 山田昌郎・水谷羊介・沼田淳紀・吉田雅穂・末次大輔・原忠・三村佳織・中村克彦・森満範・野田龍（2017）木材の含水率がピロディンとドライバーの貫入深さに及ぼす影響に関する一斉試験. 土木学会第72回年次学術講演集 : 1167-1168
- 吉田宰・石川芳治・辻本吉寛・田次慶久（2015）木製治山・治水構造物に用いた圧縮・加圧注入処理木材の劣化速度と凍結融解の影響. 砂防学会誌68-3 : 11-20

業 務 報 告

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	強度間伐地における施業効果の評価
担当者	(主) 岩下幸平 (副) 石田朗
期間	2019年度～2023年度

I 目的

人工林の公益的機能の向上を目的として近年強度間伐施業が行われている。強度間伐は通常の間伐と比べて下層植生の導入による表面土壌の保護や針広混交林化に有効であると言われている。これまでの研究課題において下層植生による被覆は施業から年数が経過しても維持されることがわかった。一方で下層の被覆による表面土壌の流亡や針広混交林化に重要な構成樹種の推移等については重要であるが未解明である。また2回目間伐の適期や他県で成功例のあるより強度の間伐についても重要であるが県内で調査した記録はない。そこで本研究では施業地における表面土壌流亡の調査と過去の施業地の再調査を行うことで強度間伐施業による効果を明らかにし、今後の強度間伐施業に資することを目的とする。

II 昨年度研究内容

- 1 施業効果のモニタリング
- 2 2回目間伐施業の検討
- 3 試験的強度間伐施業の検討

III 研究結果

1 施業効果のモニタリング

あいち森と緑づくり事業によってR1年度に強度間伐施業が行われた事業地3箇所に設定した試験地で土砂受け箱を4基ずつ設置し、各試験地について施業前の表面土砂を1回もしくは2回回収した。回収した土砂は礫(2mm以上の鉱物)、リター(2mm以上の有機物)、細土(2mm未満の鉱物と有機物の混合物)の3種に振り分け、それぞれの重量を測定した。その結果、回収された土砂の量や構成比は試験地や回ごとに異なっていたが、いずれも強雨により流出量が増加することがわかった。各試験地に4地点撮影ポイントを定めて全天空写真を撮影し開空度を調べた結果、いずれの場所も開空度は約10～20%であり、閉鎖傾向であった。

2 2回目間伐施業の検討

あいち森と緑づくり事業にてH21,22年度に強度間伐施業が行われた21箇所で植生の調査を行った。開空度は約10～20%であり、閉鎖傾向であると判断された。植被率は10～70%であり高く維持されている場所もあったが、高木性樹種の稚樹(樹高50cm以下の株)はいずれの場所でも少なく、施業後に定着し成長したと考えられる樹高50cm～4mの高木性樹種は半数の調査地で確認されなかった。またいずれの調査地でもニホンジカによる下層植生への食害が認められた。

3 試験的強度間伐施業の検討

先行研究から、人工林の針広混交林化には母樹となる広葉樹林が近くに存在していること、前生稚樹の存在が重要であること、収量比数0.5～0.6程度の間伐が必要であることがわかった。

IV 本年度以降の予定

- 1 施業効果のモニタリング
- 2 2回目間伐施業の検討
- 3 試験的強度間伐施業の検討

V 備考

なし

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	海岸クロマツ林の効果的な再生手法の開発
担当者	(主) 藏屋健治 (副) 上田耕大
期間	2018年度～2020年度

I 目的

県の事業等で海岸林のマツ枯れ跡地にクロマツ苗を植栽し、海岸林の再生を図っている。しかしながら、海に近い場所では活着率が低く、クロマツ林の再生が困難である場合があることから、そのような場所でも活着し成長できるクロマツ苗の開発が求められている。これまでの試験研究課題において菌根菌の存在がクロマツ苗の生残率・成長量に高い効果を示すことが明らかとなった。そこで本研究では、菌根菌に着目し、海岸林再生に有効なクロマツ苗の作製技術手法を明らかにし、そのクロマツ苗を植栽し生育状況を調査・検証することで、効果的な海岸林再生手法を開発することを目的とする。

II 昨年度研究内容

2 植栽試験

(1) 生残・成長量調査

III 研究結果

2 植栽試験

(1) 生残・成長量調査

2020年3月に渥美半島の海岸クロマツ林の生育不良区にクロマツコンテナ苗の1年生及び2年生苗を植栽した。その後、生残数・樹高及び根元径を計測し、成長量等の調査を行った。その結果、2年生苗のほうが1年生苗に比べて生残率が高いことがわかった。また、1年生苗においては、菌根菌を接種した苗の生残率が高い傾向となった。

また、試験区内の風速と飛来塩分濃度を計測するため、風速計と水系を利用したトラップを設置し、2021年1月から2月の晴れた日を選定し計測を行った。その結果、生育不良区の方が成林している地区より飛来塩分量が多いこと、最大瞬間風速では差が見られなかったが、平均風速では高い結果となった。

IV 本年度以降の予定

生残・成長量等について、継続して調査を行う。

V 備考

終了課題につき、研究報告を参照のこと。

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	コンテナ苗を用いた森林造成の実用化に関する研究
担当者	(主) 石田朗 (副) 岩下幸平
期間	2018年度～2020年度

I 目的

県内の森林では保育間伐から皆伐造林への転換期を迎え、植栽作業の省力化への期待からコンテナ苗が注目を浴びているが、安定した苗の生産に向けて、育苗時の枯死や徒長等が問題である。また、植栽後の成長が良好な出荷時の苗の規格にも明確な基準がなく、植栽後の枯死等の注意すべき点の洗い出しも必要である。そこで本研究では、コンテナ苗等の効率的な育苗方法を検討し、出荷すべき苗の条件や植栽後の問題点への対応を明らかにする。

II 昨年度研究内容

- 1 コンテナ苗等の育苗方法の効率化
 - (2) さし木育苗方法、(4) 少花粉特性の判定方法
- 2 植栽方法と初期成長の関係の検討
 - (1) 植栽方法、(2) 初期成長

III 研究結果

1 コンテナ苗等の育苗方法の効率化

(2) さし木育苗方法

4月に少花粉系統を含むスギ6系統を4種の培地（鹿沼土、赤玉土、バーク堆肥、珪藻土とヤシ殻等混合、肥料はハイコントロール650を2、4、8g/苗）ごとに挿し穂の3つの地下部穂先処理（通常枝むしり、2面剥皮、虫食い状剥皮）を変えてマルチキャビティコンテナ等へ直挿し育苗した。発根量は、葉重が多いほど多く、2面剥皮や虫食い状剥皮をすることで地際の発根が増えた。ただし、葉が混み合うことで、病気の発生頻度も増加し、注意が必要であった。

(4) 少花粉特性の判定方法

スギ6品種（含む少花粉2品種）の苗畑植栽の3・4年生スギで7月にジベレリン100ppm処理を実施し、少花粉品種判定について評価を実施した。12月に雄花の着花状況を確認したところ、少花粉品種の方が非少花粉品種よりも少ない傾向があった。2019年度は3年生で判定できていなかったことを考慮すると、年により着花判定の不明瞭さはあるものの、3～4年生で判定が可能になることが示唆された。

2 植栽方法と初期成長の関係の検討

(1) 植栽方法

岡崎市でスギ2年生実生苗の2018年10・12月・2019年2・4・6・8月植栽について2成長期後の、設楽町でヒノキ2年生実生苗の2016年10・12月・2017年2・4・6・8月植栽について4成長期後の成長を調査した。スギの平均樹高は最大で10月植栽の121.4cm、最小で8月植栽の59.7cmであった。ヒノキの平均樹高は最大で4月植栽の166.1cm、最小で8月植栽の115.8cmであった。

(2) 初期成長

岡崎市で23～75cmのスギ2年生実生苗を4月に植栽し、12月に成長・生残を調査した。植栽時の10cmごとの樹高階で比較すると、樹高成長平均は植栽時樹高が30～40cmのものが最大であったが、樹高平均は植栽時樹高が70～80cmのものが最大で、当初の樹高の差が逆転しなかった。形状比は、樹高階ごと平均で植栽時の83.9～166.7だったものが、すべて90以下になった。

IV 本年度以降の予定

なし

V 備考

終了課題につき、研究報告参照のこと。

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	エリートツリーの種苗生産技術に関する研究
担当者	(主) 狩場晴也 (副) 石田朗
期間	2020年度～2022年度

I 目的

現在、林業の成長産業化、担い手不足対策に向けて、成長及び材質に優れたスギ・ヒノキのエリートツリーへの関心が高まっている。また、低コスト造林を推進するため、高品質なエリートツリー苗木を効率的かつ安定的に供給していくことが求められている。しかしながら、苗木の安定供給に向けて、効率的に種子を生産する手法は確立されておらず、(国研) 林木育種センターから導入するエリートツリーについて、本県の気象・土壌条件における成長特性が明らかとなっていない。そこで本研究では、エリートツリーについて、種子の効率的な生産手法の開発及び本県における成長特性の調査を行う。

II 昨年度研究内容

- 1 エリートツリー種子の効率的な生産手法の開発
 - (1) 採種台木の育成・管理方法の検討
- 2 育林方法の検討
 - (1) 苗木の現地実証調査

III 研究結果

- 1 エリートツリー種子の効率的な生産手法の開発
 - (1) 採種台木の育成・管理方法の検討

採種台木を農業用の収穫コンテナへ植え付け、ビニールハウス内で養液コンテナ栽培による育成・結実を目指し、養液でのスギ・ヒノキの効果的な肥料・水分条件を検討するため、愛知県農業総合試験場等から養液栽培や果樹栽培での肥料条件等に関する情報収集を行った。果樹栽培では、時期によって肥料の成分割合を変えていること、枝等の栄養器官の成長が良すぎると生殖器官が着生しにくくなること等が分かった。また、採種台木の植え付けを行いビニールハウス内へ搬入した。
- 2 育林方法の検討
 - (1) 苗木の現地実証調査

現地実証調査を行うため、林木育種センターから導入したスギ・ヒノキのエリートツリー（スギ13系統117本、ヒノキ4系統37本）の挿し木苗を育成した。4月にマルチキャビティコンテナに挿し付けを行い、樹高を4月と12月、根元径を12月に測定した。スギ苗木の生残率は91%でヒノキでは84%であり、夏季の高温が原因で一部枯れたとみられる。また、生残していた苗木について、スギの系統ごとの平均樹高は、4月時点で13.1～19.5cm、12月時点で17.9～22.8cm、ヒノキの系統ごとの平均樹高は、4月時点で20.0～22.2cm、12月時点で20.5～23.8cmであった。12月時点の苗の形状比は、スギで27～66、ヒノキで51～143であった。

IV 本年度以降の予定

- 1 エリートツリー種苗の効率的な生産手法の開発
 - (1) 採種台木の育成・管理方法の検討
 - (2) 効率的な挿し木増産技術の検討
- 2 育林方法の検討
 - (1) 苗木の現地実証調査

V 備考

なし

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	下刈・かかり木処理に係る機械の開発
担当者	(主) 藏屋健治 (副) 上田耕大*
期間	2020年度～2022年度

I 目的

循環型林業を推進していくうえで、下刈等の保育作業に係る労働負荷の軽減や低コスト化が望まれている。また、伐採時に生じるかかり木の処理についても適切に行われていない現状がある。これらの問題を解決しなければ、林業就労者の確保及び労働安全の確保は難しいと考えられる。

そこで、林業における労働災害防止及び就労者の労働強度の軽減を目指し、本県に適した機械等の利用による下刈方法を検討する。また、かかり木処理についても器具の改良について検討する。

II 昨年度研究内容

1 機械等の開発方針の策定

(1) 機械等の仕様の検討

III 研究結果

1 機械等の開発方針の策定

(1) 機械等の仕様の検討

下刈作業に係る労働負荷の軽減を図るため、林地用除草剤を使用した下刈作業の手法について検討を行った。8月20日に豊田加茂地区の県有林0.6haにおいて保土谷アグロテック(株)のザイトロンフレノック微粒剤を100㎡あたり1kgの割合で除草剤の地上散布を行った。

散布後1週間後から次第に枯れ始め、40日経過後に確認したところササ類の一部が枯れていないことを確認した。

また、かかり木処理の効率的な方法として、プラロックを使用した処理方法について、適応可能かどうかの検討を行った。まず、県内の森林組合等にプラロックの使用実績について聞き取り調査を行った。その結果、使用ありの回答を得ることが出来たため、使用実績のある森林組合について、現地調査等を行った。今後、かかり木処理の方法について検討を行う。

IV 本年度以降の予定

1 機械等の開発方針の策定

(1) 機械等の仕様の検討

(2) 開発方針の策定

2 現地実証及び機械等の改良

V 備考

なし

※ 現豊田加茂農林水産事務所

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	簡易な森林資源量評価手法の開発
担当者	(主) 岩下幸平 (副) 狩場晴也
期間	2019年度～2021年度

I 目的

現在、林業事業者は間伐・皆伐の施業について標準地プロット調査を実施し概算材積等の算出をおこなっている。しかしながら、標準地プロットの設置箇所次第で、結果が大きく左右されることが現場の課題としてあり、概算材積算出の精度の向上および省力化を図るうえで誰でも客観的に材積等の森林資源量を把握できる技術が求められている。そこで、近年、現場への普及が期待されているリモートセンシング機器を用いた効率的な森林資源量評価手法の開発を行う。

II 昨年度研究内容

- 1 効率的な材積等測定手法の検討
 - (1) リモートセンシング機器による森林資源量調査
 - (2) 測定手法マニュアルの作成
- 2 伐採現場における実証試験
 - (1) 出材現場における精度の検証

III 研究結果

- 1 効率的な材積等測定手法の検討
 - (1) リモートセンシング機器による森林資源量調査

UAVによる空中写真を用いた SfM から森林資源量を推定する手法について検討するために、以下の試験を行った。2019年に東栄町三輪竹ノ田で実施した撮影9パターン(午前・正午・午後×撮影高度低・中・高)について、特徴的な樹頂点7点の航空レーザー計測による座標をGCPの座標としてジオリファレンスを実施しモデルを作成した。作成した12パターンのモデル(午前・正午・午後×撮影高度低・中・高の9パターンと撮影高度をミックスした午前・正午・午後の3パターン)について、Local Maximum Filter法によって樹頂点を抽出した。フィルターサイズは1.5mとした。抽出された樹頂点について、航空レーザー計測によって得られたモデルから抽出された樹頂点の対応を比較したところ、12パターンのいずれでもおおそ樹頂点が抽出されており、UAVによって撮影した空中写真によるSfMは樹頂点の抽出が可能であるとわかった。また撮影条件についてはいずれの条件でも大きな差は認められなかったが、正午と午後実施した撮影では航空レーザー計測によるモデルで抽出されなかった被圧木と考えられるものが抽出される場合があった。本調査地は西側斜面であり正午から午後にかけて樹冠部がよく受光したため抽出されたものだと考えられた。

 - (2) 測定手法マニュアルの作成

無料で商用利用できるオープンソース SfM ソフトウェアである WebODM のインストールと使用方法について取りまとめた。
 - (2) 測定手法マニュアルの作成

無料で商用利用できるオープンソース SfM ソフトウェアである WebODM のインストールと使用方法について取りまとめた。
- 2 伐採現場における実証試験
 - (1) 出材現場における精度の検証

東栄町足込黒畑の皆伐地と新城市作手守義の間伐地にて皆伐前と皆伐後に撮影を行った。設置したGCPをRTK受信機によって測量しジオリファレンスに用いてモデルを作成した。

IV 本年度以降の予定

- 1 効率的な材積等測定手法の検討
 - (1) リモートセンシング機器による森林資源量調査
 - (2) 測定手法マニュアルの作成
- 2 伐採現場における実証試験
 - (1) 出材現場における精度の検証

V 備考

なし

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	竹林駆除技術の開発
担当者	(主) 石川敢太 (副) 岩下幸平
期間	2020年度～2022年度

I 目的

近年増加している放置竹林は、その拡大の速さと植生や地物への排他性により、森林の健全性や持続性を脅かしているだけでなく、公益的機能を大きく損ねている。竹林の物理的駆除には複数年にわたる全稈伐採と再生竹の除去が必要とされているが、適用農薬を施用することで再生竹の発生を抑え、完全な駆除に必要な年数を短縮できる可能性がある。そこで、本研究では竹林の拡大速度を把握し、適用農薬の試験的な施用および全稈伐採とその後の再生竹処理によって、従来よりも短期間で実施可能な竹林駆除技術を開発する。

II 昨年度研究内容

- 1 実態調査
 - (1) 拡大速度調査
- 2 駆除技術調査
 - (1) 駆除技術
 - (2) 駆除効果

III 研究結果

1 実態調査

(1) 拡大速度調査

国土地理院が撮影した2008年・2015年の豊橋市の空中写真を基に、画像解析ソフトのImage Jを用いて竹林面積を測定した。今後、拡大速度を把握するために測定箇所を増やし、データを解析する。

2 駆除技術調査

(1) 駆除技術

幸田町にある竹林内(0.6 ha)に、10 m×10 mの方形プロットを4つ設置し、そのうちの2プロット内の竹稈に適用農薬のラウンドアップマックスロードの原液を10 mL注入する処理を7月下旬に行った。11月末時点での枯死率(完全に落葉した稈の割合)は、各プロットで90%、97%であり、生残した稈の胸高直径は全て12 cm以上であり、太い個体であった。プロット内の竹稈については12月以降に全て地際から1 mの高さで伐採した。

(2) 駆除効果

タケ伐採後の植生回復について調査するため、上記4プロット内で、伐採前の7月につる性植物を除く木本類の植生調査を行い、全調査区の合計で43種を確認した。

IV 本年度以降の予定

- 1 実態調査
 - (1) 拡大速度調査
- 2 駆除技術調査
 - (1) 駆除技術
 - (2) 駆除効果

V 備考

なし

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	ニホンジカ等とその森林被害の管理手法の開発
担当者	(主) 狩場晴也 (副) 石田朗
期間	2019年度～2021年度

I 目的

県内におけるシカの個体数はいまだ増加傾向であり、皆伐再造林等を進めていくうえでその森林被害対策が大きな課題となっている。これまで当センターではシカ個体数推定手法やシカ捕獲支援アプリの開発をおこなってきた。しかしながら、今後も中長期的に継続していくシカ被害対策を進めるにあたって、シカの生息状況および森林被害をより正確かつ効率的に把握するモニタリング手法を確立することが肝要であり、また森林内での効率的な捕獲手法が求められる。そこで本研究では、これらのモニタリング手法を確立し、森林におけるシカの低密度化による被害管理手法の開発をおこなう。

II 昨年度研究内容

- 1 モニタリング手法の確立
 - (1) 森林被害実態のモニタリング
 - (2) 生息状況モニタリング
- 2 被害管理手法の開発

III 研究結果

1 モニタリング手法の確立

(1) 森林被害実態のモニタリング

Web森林被害状況調査により県域での被害情報を収集しており、2015年4月～2020年12月までの期間で225件収集した。そのうち被害内容の分かる178件について被害個所の主な樹種と被害内容で分類した。その結果、160件がスギもしくはヒノキでの被害情報で、うち139件が樹皮剥ぎ被害、21件が苗木の食害であった。

(2) 生息状況モニタリング

Webシカ目撃情報調査では、2020年1～12月において毎月30～95件の報告が得られた。月ごとの報告件数の推移では、1月から3月にかけて増加、4、5月で一度落ち込んだ後、10月の95件へと増加し、その後11月、12月と減少した。シカの季節による活動性の変化によって報告件数も変動したことが考えられる。自動撮影カメラによる調査の結果、月別撮影頻度は0～3.48頭/日・台であり、季節とカメラの設置位置によって撮影頻度に違いが見られた。段戸国有林から大多賀集落および段戸国有林から段戸山牧場への2ルートにおいてスポットライトセンサス調査を9月に実施したところ、発見頭数は大多賀集落へのルートで45～51頭(3.04～3.45頭/km)、段戸山牧場へのルートで12～30頭(0.79～2.00頭/km)となり、2018年度夏季のそれぞれ18頭、15頭と比較して増加が確認された。GPS首輪による調査では、2020年3月13日に豊根村坂宇場の牧草地で捕獲し追跡を開始したメスの成獣個体で、2020年11月に直線距離18km程度の長距離移動が確認された。

2 被害管理手法の開発

防護柵内におけるシカ等侵入検知システムを開発するため、防護柵外において害獣捕獲監視システム用のセンサーを設置し、反応状況を確認した結果、人感センサー(赤外線)による侵入検知は難しく、磁石着脱式センサーではテグス等の設置の仕方に工夫が必要であることが分かった。

低コスト防護柵を設楽町、豊田市各1か所設置した。設楽町では、2020年8月4日～11月27日の115日間において柵外の自動撮影カメラでシカが20頭撮影されたが、柵内への侵入はなくこの期間での侵入防止効果が確認された。豊田市では、2021年3月に柵内の植栽時期に合わせ、柵周辺に自動撮影カメラを設置した。

IV 本年度以降の予定

1 モニタリング手法の確立

- (1) 森林被害実態のモニタリング
- (2) 生息状況モニタリング

2 被害管理手法の開発

V 備考

- 発表 中部森林学会
投稿 中部森林研究

研究課題	県産木材の多用途化のための木材利用技術の開発
課題名	県産材を使用した床構面等の開発
担当者	(主) 上田耕大 (副) 藏屋健治
期間	2018年度～2020年度

I 目的

近年の大規模地震の発生により木造住宅における耐震性への関心が高まっている。住宅の品質確保の促進等に関する法律で定められた長期優良住宅の耐震性能に適合した床構面及び屋根構面の水平構面については構造用合板によるものが一般的で、地場の製材所で生産される無垢材を用いた水平構面は少ないのが現状である。そこで本研究では、地域材を用いた水平構面を開発し、地域材の利用促進を図ることを目的とする。

II 昨年度研究内容

- 1 水平構面の考案・設計
- 2 水平構面の性能評価
 - (1) 接合部の検討
 - (2) 実大サイズにおける面内せん断試験

III 研究結果

1 水平構面の考案・設計

前年度の試験結果を基に製材業者、工務店へのヒアリングを行い、スギの厚板（幅 200 mm、厚さ 30 mm）を用いた床構面を検討した。厚板は、材同士の滑りによる床倍率の低下が問題となっていたため、根太を用いて滑りを抑制し、高い床倍率を重視した仕様と施工性を重視した仕様の 2 種類を考案した。

2 水平構面の性能評価

(1) 接合部の検討

2018 年度に作製した試験体（1,820×2,730 mm）3 体、2019 年度に作製した 2 体に引き続き、現場での施工手間の低減を考慮して、前年度までに行った試験体の釘の種類の一貫及び配置の簡易化を行い、試験体 2 体（試験体 6～7）を作製した。

(2) 実大サイズにおける面内せん断試験

試験体 6 は、2018 年度に作製した試験体 3 と同様に板に 10 mm の切り欠きを行い、根太を落とし込む方法とした。釘は試験体 3 では N65 と N90 の 2 種類を使っていたが、試験体 6 では CN65 の 1 種類に統一した。試験体 7 は、試験体 5 を改良して行い、試験体 5 と同様に根太を板の端部に設置した。釘はすべて CN90 釘を使用し、小梁上及び桁上に板 1 枚につき 4 本打ちとした。施工性を考慮し、四周打ちをやめ、釘本数を 304 本から 252 本に減らした。また、試験体 5 では 30° で打っていた釘の配置を 45° に変更した。いずれの試験体も、住宅の構造計算に必要な試験成績書を取得するために 3 体ずつ作製した。試験の結果、試験体 6 では、落とし込んだ根太により、板の滑りが抑制され床倍率 2.02 倍、試験体 7 では、45° に打ち込んだ釘のめり込みや端部に設置した板により、材間の滑りの抑制が確認され、床倍率 1.49 倍を得た。試験成績書では、得られた床倍率に低減係数 0.8 を乗じ、試験体 6 では床倍率 1.62、試験体 7 では床倍率 1.19 となった。これらはそれぞれ、住宅の品質確保の促進等に関する法律に規定されている「構造用合板 12mm 以上、根太@340 以下半欠き、N50@150 以下（床倍率 1.60 倍）」と「構造用合板 12mm 以上、根太@500 以下半欠き、N50@150 以下（床倍率 1.12 倍）」と同程度の性能であり、十分使用可能と示された。

IV 本年度以降の予定

なし

V 備考

終了課題につき、研究報告を参照のこと。

研究課題	県産木材の多用途化のための木材利用技術の開発
課題名	早生樹の材質特性に関する研究
担当者	(主) 上田耕大 ・ 藏屋健治
期 間	2020 年度～2022 年度

I 目的

戦後造林された森林資源は成熟期を迎え、今後主伐・再造林の増加が予想される。再造林において植栽や下刈りなどの多額の初期費用を要すが、その費用を回収できる主伐までの期間が非常に長いことが、所有者の関心を造林に向きにくくしている。そのため、スギ・ヒノキ等の従来の造林樹種以外の選択肢が求められており、比較的短伐期での収穫が可能な早生樹が注目されている。しかし、早生樹の材質特性については未解明であり、利用するには材質特性を明らかにする必要がある。そこで本研究では、早生樹の材質特性を明らかにし、その利用法を検討することを目的とする。

II 昨年度研究内容

1 早生樹の材質調査

(1) 自生木等の材質調査 (2) JIS 試験による材質調査

2 早生樹の材質特性の解明

(1) 早生樹の材質特性の評価 (2) 利用法の検討

III 研究結果

1 早生樹の材質調査

(1) 自生木等の材質調査

県内各地に生育しているセンダン 57 本の樹高、胸高直径、応力波伝播速度を測定した結果、樹高 9.4 m、胸高直径 44.5 cm、応力波伝播速度 2642.7 m/s となった (すべて平均値)。

(2) JIS 試験による材質調査

57 本のうち 10 本の伐採を行い、製材、乾燥を行った後に、4 本に対して収縮率、含水率、比重、曲げ試験、縦圧縮試験を測定した。その結果、収縮率は放射方向で 3.61%、接線方向で 6.21%、繊維方向で 0.69%、伐採直後の含水率は 88.5%、比重は気乾比重で 0.55、曲げ強度は 86.3 N/mm²、曲げヤング率は 8363.8 N/mm²、縦圧縮強度は 40.9 N/mm²、縦圧縮ヤング率は 1786.7 N/mm² となった (すべて平均値)。

2 早生樹の材質特性の解明

(1) 早生樹の材質特性の評価

1 (2) の結果、曲げ強度と曲げヤング率には正の相関 ($R^2=0.41$) が見られた。また、縦圧縮強度と縦圧縮ヤング率には正の相関 ($R^2=0.61$) が見られた。

(2) 利用法の検討

県内の家具メーカーに対しヒアリングを行い、テーブルの天板としての利用のため 50 mm 厚に製材し、乾燥を実施中。

IV 本年度以降の予定

1 早生樹の材質調査

(1) 自生木等の材質調査 (2) JIS 試験による材質調査

2 早生樹の材質特性の解明

(1) 早生樹の材質特性の評価 (2) 利用法の検討

V 備考

なし

研究課題	県産木材の多用途化のための木材利用技術の開発
課題名	木製構造物（溪間工）の耐久性調査
担当者	（主）石川敢太 （副）上田耕大
期 間	2018 年度～2020 年度

I 目的

木製溪間工については、その部材の劣化が進行し躯体が崩壊してしまうと下流への影響が懸念されるため、適切な維持管理が求められている。そこで、本研究では、現場で実施できる簡易な劣化状況調査手法を検討し、木製溪間工の耐久性能について評価した。

II 昨年度研究内容

- 1 木製溪間工の劣化状況調査
 - （1）現地調査
 - （2）強度性能試験
- 2 木製構造物の耐久性能の評価
 - （1）耐久性能の評価

III 研究結果

1 木製溪間工の劣化状況調査

（1）現地調査

県内に設置されている木製構造物のうち、防腐処理されている（防腐）谷止工 1 基（設置後経過年数 2 年）と防腐流路工 1 基（設置後経過年数 21 年）に対してピロディン（6J の一定のばねで押し込まれた 40 mm のピンの貫入量を測定）、マイナスドライバー法、プラスドライバー法（デジタルフォースゲージの先に各ドライバーを取付け、200 N の力で押し込んだ際の貫入量を測定）を用いて劣化状況調査を行った。

（2）強度性能試験

防腐谷止工（設置後経過年数 2 年）1 基において、袖部、流水部の 2 か所から天端材を 3 本ずつ採取し、合計 6 本の供試体を得た。採取した材は、乾燥しないように持ち帰り、中央集中載荷法の曲げ強度試験を行った。部材の曲げ強度の平均は 48.5 N/mm²、最小で 34.2 N/mm²、最大で 60.6 N/mm²であった。

2 木製構造物の耐久性能の調査

（1）耐久性能の評価

構造物の部位ごとに劣化状況調査を行った結果、すべての計測方法において、流水部は袖部より貫入量の測定値が大きい傾向が見られた。また、この測定値と曲げ強度の関係についてモデル式を作成し、劣化状況調査の結果から曲げ強度を推定できるようにした。

強度性能試験の結果によると、建築基準法施工令 89 条の木造建築における構造部材の許容曲げ応力度（長期・湿潤での使用：5.7 N/mm²）を下回るものは見られなかった。また、設置後 21 年経過した防腐流路工の劣化状況調査の結果についても、モデル式を利用することで部材に十分な強度があると推定され、今回の試験では 20 年は防腐処理木材による木製構造物の強度が維持されることが示唆された。

IV 本年度以降の予定

なし

V 備考

終了課題につき、研究報告を参照のこと。

調 查 報 告

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	既存試験地等の継続調査
担当者	(主) 石田朗 (副) 狩場晴也、岩下幸平、蔵屋健治、上田耕大
期間	2016年度～2020年度

I 目的

当センターで過去の研究課題で設定した植栽地等においてモニタリングを行い、維持・管理を通じて問題点の有無を明らかにする。今回は、無花粉スギ系統植栽試験地（センター試験林 3ヶ所、センター報告 No.47 参照）において、植栽後 10～12 年目の 14 系統を成長等で評価し、選抜を行う。

II 昨年度研究内容

- 1 無花粉スギ植栽地のモニタリング
 - (1) 無花粉形質等の評価
 - (2) 選木と間伐

III 研究結果

- 1 無花粉スギ植栽地のモニタリング
 - (1) 無花粉形質等の評価

試験林に植栽した無花粉スギ試験地 1（2008 年 3 月 163 本植栽、2009 年 3 月 117 本植栽）、試験地 2（2010 年 3 月 276 本植栽）、試験地 3（2010 年 3 月 353 本植栽）のうち、試験地 2 については成長不良のものが多く、試験地を廃止した。各系統間伐木 1～3 本の地際 2m の材から各 4～8 木片サンプルを製作し、曲げヤング係数と曲げ強さを測定した。14 系統のうち、系統 6～14 については、同時に植栽された実生由来のものと比較して、10～12 年生時点の曲げヤング係数、曲げ強さがともに大きかった。

試験林に植栽した無花粉スギ試験地 1 からの 6 系統及び岡崎市額田育種地の東加茂 2 号、東加茂 3 号の計 8 系統から 10 月に葉サンプルを採集し、(国研) 森林総合研究所林木育種センターで開発された DNA マーカーを用いた方法で、雄性不稔遺伝子 (ms-1) の有無を確認した。ms-1 遺伝子は、無花粉スギ 6 系統では保有していることが、東加茂 2、3 号の 2 系統では保有していないことが確認された。

表-1 系統ごとの平均強度

系統No.	曲げヤング係数 (N/mm ²)	曲げ強さ (N/mm ²)
1	2380.69	42.14
2	2579.09	47.08
3	2490.00	46.98
4	2360.20	54.69
5	2143.20	43.48
6	3814.44	60.23
7	3380.07	49.23
8	4279.02	53.54
9	3439.08	57.82
11	3093.29	51.68
12	5576.37	64.14
13	2941.04	51.01
14	4595.90	59.82
実生	2795.04	45.91

- (2) 選木と間伐

試験地 1 および 3 で、系統毎に約 3 割の間伐を完了し、シカ剥皮対策のため試験地周囲に海苔網を設置した。

IV 本年度以降の予定

被害の発生状況および遺伝資源の保存について、継続して調査を行う。

V 備考

終了課題

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	早生樹の育成に関する調査
担当者	(主) 狩場晴也 (副) 石田朗
期間	2020年度

I 目的

近年、成長が早く材質も優れていると言われている早生樹への関心が高まっており、他県においては、センダン、コウヨウザン、ユリノキ等について育成方法に関する研究が進められている。しかしながら、本県における気象・土壌条件に応じた樹種や施業体系等が明らかになっていない。そこで本研究では、早生樹のうち、県内において生育数が多く需要が見込めるセンダンを対象とし、本県の気象・土壌条件に応じたセンダンの成長特性を明らかにする。

II 昨年度研究内容

- 1 育苗方法の検討
 - (1) 効率的な苗木生産手法の検討
 - (2) 効率的な育苗技術の検討
- 2 育林方法の検討
 - (2) 被害等調査

III 研究結果

1 育苗方法の検討

(1) 効率的な苗木生産方法の検討

当センター敷地内に自生するセンダン3本から2019年11月8日から2020年1月16日にかけて約10日間隔で採種し、果肉を取り除いた複数の種子を内包した核を約1週間後に赤玉土を充填した育苗箱に播種した。5月7日から発芽を確認し、9月3日に発芽数を調査したところ、採種木ごとの発芽率は54%~73%であり、全体で64%であった。採種日ごとに見ると、11月28日に採種したものが25%と低くなったが、前後10日ではそれぞれ75%と全体よりも高くなっていた。

県内の学校や河川敷等に植栽又は自生するセンダン49本から2019年12月5日から2020年1月14日にかけて採種し、果肉を取り除いた核を冷蔵保存し、2020年4月8日に本センター苗畑の土を充填した育苗箱に播種した。5月21日から発芽を確認し、9月3日に発芽数を調査したところ、採種木ごとの発芽率は0~100%であり、全体では54%であった。

(2) 効率的な育苗技術の検討

1 (1)の県内の植栽・自生木4本について、冷蔵保存した核を2020年5月8日にマルチキャビティコンテナに直播きした。培土は、ココピートオールと鹿沼土を使用し、肥料としてハイコントロール650-360号を1穴当たり0g・2g・4gを加え、12月に樹高及び根元径を測定した。6月1日から発芽を確認し、12月測定時の採種木ごとの発芽率は51~82%であり、全体で70%であった。肥料0gでは樹高2.0~10.0cm、根元径0.87~1.98mmとほとんど成長が見られなかった。一方、2gでは樹高3.5~43.5cm、根元径0.67~5.31mm、4gでは樹高4.5~50.0cm、根元径0.81~6.47mmと施肥した苗木は一部被圧されたものはあるが、成長が見られた。肥料2gと4gでは大きな差はなかった。

2 育林方法の検討

(2) 被害等調査

センダン植栽地でゴマダラカミキリによる被害を確認した。また、夏季に1(2)の苗木がヨモギエダシャク、フトスジエダシャクによる食害を受けた。

IV 本年度以降の予定

1 育苗方法の検討

- (1) 効率的な苗木生産方法の検討
- (2) 効率的な育苗方法の検討

2 育林方法の検討

- (1) 現地実証調査
- (2) 被害等調査
- (3) PRパンフレットの作成

V 備考

発表 日本森林学会

2021年度から試験研究課題として継続

研究課題	地域に即した森林環境保全・管理システムの開発
課題名	樹木加害性昆虫の被害発生状況調査
担当者	(主) 岩下幸平 (副) 石田朗
期間	2018年度～2021年度

I 目的

伐採時期の長期化や強度の間伐、温暖化に伴う森林環境の変化等により、新たな害虫の発生が懸念される。また、害虫被害は伐採木だけでなく、生立木にも及ぶ場合がある。そのため、今現在、もしくは今後拡大し得る樹木の昆虫被害の状況を伐採木と生立木の両方において把握することは、早期対策のためにも重要である。そこで、県内における害虫の被害発生状況を調査する。

II 昨年度研究内容

- 1 伐採木における昆虫被害調査
- 2 生立木における昆虫被害調査
 - (1) スギノアカネトラカミキリの調査
 - (2) クビアカツヤカミキリの調査

III 研究結果

- 1 伐採木における昆虫被害調査

ヒノキ皆伐地周辺でマダクロホシタマムシが原因とみられる枯死被害を探索したが、発見されなかった。
- 2 生立木における昆虫被害調査
 - (1) スギノアカネトラカミキリの調査

成虫の訪花植物と頻度の調査のために被害地周辺でクリ、リョウブ等の花序についてスウィーピングを実施したが成虫は確認されなかった。
 - (2) クビアカツヤカミキリの調査

クビアカツヤカミキリについて、海部郡飛島村とその周辺地域にて被害情報の収集と駆除を行ったほか、(国研) 森林研究・整備機構森林総合研究所および(株) マップクエストと共同で開発したクビアカツヤカミキリアンケートについて関係機関への周知と調整を行った。また森林・林業技術センター試験林にて被害木となり得るサクラ類が UAV による航空写真によって抽出されるかを試験したところ、紅葉期においてスギ、クヌギ、ハゼ類と明瞭に区別され、本手法が被害木の把握に資することを確認した。

IV 本年度以降の予定

- 1 伐採木における昆虫被害調査
- 2 生立木における昆虫被害調査
 - (1) スギノアカネトラカミキリの調査
 - (2) クビアカツヤカミキリの調査

V 備考

なし

研究課題	愛知の強みを生かした戦略的な品種開発による幅広い需要への対応
課題名	ヤナギマツタケの優良品種の作出
担当者	(主) 石川敢太 (副) 加藤充俊
期間	2020年度

I 目的

当センター保有のヤナギマツタケ品種のしゃきっこ1号・2号は、食味に優れ期待される品種である反面、胞子が褐色であることや日持ちが長くないこと、栽培時に立ち枯れが発生することなど、普及上の課題がある。そこで、センターの保有菌株の交配等により、無孢子品種など、従来品種と比べて優れた特性を持つヤナギマツタケの品種を作出する。

II 昨年度研究内容

- 1 野生菌株の収集
 - (1) 野生菌株の探索および検討
- 2 優良品種の作出
 - (1) 保有菌株の栽培試験
 - (2) 優良品種の選定

III 研究結果

- 1 野生菌株の収集
 - (1) 野生菌株の探索および検討

2019年度までに収集した野生の4菌株(名古屋市内2か所、豊橋市内1か所、新城市内1か所から得られたもの)と、以下で述べる交配菌株5菌株について、継代により菌株を維持・保存した。
- 2 優良品種の作出
 - (1) 保有菌株の栽培試験

名古屋市内で得られた菌株の一つ(株N1)の胞子に由来する菌糸と、センター保有の胞子が極めて少ない菌株(以下、株sl)の菌糸を接触させる操作(ダイ・モン交配)を行い、有胞子の菌株を得た。この株から複数の胞子を取り、株slとダイ・モン交配した後、栽培試験を行い、胞子が極めて少ない菌株を8菌株得た。

8菌株のうち、菌糸伸長の遅い3菌株を除いた5菌株(株4、株9、株10、株12、株13)と、株slおよびセンターで品種登録していたしゃきっこ1号(以下、1号)、しゃきっこ2号(以下、2号)を使用して栽培試験を行った。培地はスギ:コナラ:フスマ=5:5:3、含水率64%に調整した。培養温度は23℃、発生温度は18℃とし、培養日数は20日としたが、1号、2号、株4、株13で20日目に菌糸が蔓延していないものが見られたので、それらの培養を最大24日まで延長した。結果は統計解析ソフトRとそのパッケージのlme4、multcompを用いて、説明変数を菌株、応答変数を子実体の収量として一般化線形モデルを作成してTukey検定を行い、収量の平均値も計算した。その結果、収量の平均は1号:68g、2号:81g、株sl:62g、株4:39g、株9:74g、株10:59g、株12:66g、株13:59gで、2号と比べると株sl、株4、株10、株13は有意に少なかったが、1号と比べて有意に少ないのは株4のみで残りは同等であった。また、収穫までの日数(以下、発生日数)を応答変数として同様に検定したところ、発生日数の平均は1号:21日、2号:21日、株sl:14日、株4:28日、株9:22日、株10:12日、株12:15日、株13:17日で、株sl、株10、株12、株13は全て1号、2号と比べて有意に短かった。
 - (2) 優良品種の選定

株sl、株10についてはともに胞子が極めて少ない菌株で、1号と比べて収量に有意差が見られず、1号、2号と比べて発生日数が短かった。中でも株10は株slと比べても発生日数が短い傾向にあることから、株10が優良菌株と考えられた。

IV 本年度以降の予定

なし

V 備考

終了課題

資 料

〔資料〕－1

林木種子の発芽検査（2020年度）

林木育種担当 山本勝洋* 伊藤和哉

当センターが林木育種地等で採取した林木種子の2020年度検査結果は下表のとおりである。
検査方法については既報（愛知林セ報 36, 1999）に従い、純度測定、重量測定、発芽試験を行った。

表： 樹種別の発芽率

樹種	採種年	採種地	系統数	純度 (%)	1,000 粒重 (g)	発芽率 (%)	1g当 り理論 発芽数 (本/g)	備考
スギ	2019	額田林木育種地	25 系統混合	97.07	3.794	17	43	
〃	2020	額田林木育種地	25 系統混合	93.05	3.663	22	55	
〃	2020	下山林木育種地	12 系統混合	98.64	2.025	20	96	少花粉
〃	2020	下山林木育種地	12 系統混合	97.84	2.329	25	105	少花粉 カメムシ防除
ヒノキ	2020	額田林木育種地	25 系統混合	99.05	2.071	8	37	
〃	2020	額田林木育種地	25 系統混合	99.39	1.936	14	73	カメムシ防除
〃	2020	鳳来林木育種地	25 系統混合	99.18	2.213	10	46	
〃	2020	鳳来林木育種地	25 系統混合	99.06	2.255	29	127	カメムシ防除
クロマツ	2020	田原市 (普通母樹林)	—	99.40	12.65	85	67	

* 現 新城設楽農林水産事務所

〔資料〕－ 2

公表実績等（2020年度）

1. 成果発表

発表者	演題	発表会名	年月日	場所
岩下 幸平	里山の再生方法	令和2年度愛知県森林・林業技術センター試験研究成果発表会	2020.10.1 ～10.31	森林・林業技術センター*2
上田 耕大*1	立木から強度推定？	〃	〃	〃
加藤 充俊	ハナノキの保全と活用について	〃	〃	〃

*1 現豊田加茂農林水産事務所 *2 愛知県森林・林業技術センター「WEB公開デー」内で発表。

2. 論文（審査あり）

著者	表題	発行
石田 朗*1 釜田 淳志*1 鈴木 万里子 江口 則和*2 他	自動撮影カメラ等の動画を用いたニホンジカ自動判別技術の開発 中部森林研究 第68号:21-23 2020.5	中部森林学会
江口 則和*2 石田 朗*1 釜田 淳志*1 他	獣害軽減に向けたシカ出現予測技術の高度化 中部森林研究 第68号:31-34 2020.5	中部森林学会
釜田 淳志*1 石田 朗*1 江口 則和*2	愛知県の中山間地域の農地周辺および高標高域の牧草地周辺におけるシカの行動圏と生息地利用 中部森林研究 第68号:35-40 2020.5	中部森林学会
石川 敢太*1 加藤 充俊 竹内 豊	異なる温度条件に適したエリンジの優良菌株の選抜 中部森林研究 第68号:63-64 2020.5	中部森林学会

*1 現新城設楽農林水産事務所 *2 現人間環境大学

3. 報文 (査読なし)

著者	表題	発行
石田 朗* ¹	ICT等の技術を活用した山間地でのニホンジカ被害対策支援技術の開発 (シリーズ 現場の要請を受けての研究 44) 森林科学 第91号:2-5 2021.2	日本森林学会
石田 朗* ¹	カワウ被害 (森林の健康) 森林学の百科事典:468 2020.11	丸善出版
岩下 幸平	愛知県におけるクビアカツヤカミキリの被害と対策 樹木医学研究 第25巻 1号:43-45 2021.1	樹木医学会

*1 現新城設楽農林水産事務所

4. 学会発表 (口頭発表)

発表者	演題	発表会名	年月日	場所
岩下 幸平 竹内 豊	愛知県内の里山林における掃除伐が更新に与える影響	第10回中部森林学会大会	2020.12.6	静岡大学農学部 (静岡県静岡市) * ³
江口 則和* ¹ 狩場 晴也 石田 朗* ² 竹内 豊 他	野生生物の目撃情報を用いたニホンジカ密度評価手法の検討	第10回中部森林学会大会	2020.12.6	静岡大学農学部 (静岡県静岡市) * ³
江口 則和* ¹ 狩場 晴也 石田 朗* ² 他	土壌水分に着目した早生樹センドンの造林適地の検討	第132回日本森林学会	2021.3.23	東京農工大学府中キャンパス (東京都府中市) * ³

*1 現人間環境大学

*2 現新城設楽農林水産事務所

*3 感染症対策のため WEB で発表。

5. 講演・研修会等

講師	演題	主催等	年月日	場所
村松 司 他	令和2年度「緑の雇用」林業作業士（フォレストワーカー）集合研修（2年目）「道具・資材のメンテナンス」	公益財団法人 愛知県林業振興基金	2020.7.10	森林・林業技術センター
竹内 豊 狩場 晴也 岩下 幸平	令和2年度「緑の雇用」林業作業士（フォレストワーカー）集合研修（3年目）「森林施業の体系」	公益財団法人 愛知県林業振興基金	2020.8.28	森林・林業技術センター
石田 朗*1	ICTを活用したシカ生息状況の把握と防除対策	NPO 法人 東海地域生物系交流技術研究会	2020.9.24	(WEB 開催)
石田 朗*1	里山地域におけるソーシャルICT基盤を利活用したニホンジカ被害対策手法の構築	総務省国際戦略局 ICT イノベーションフォーラム 2020	2021.1.21	(WEB 開催)
石田 朗*1	里山地域におけるソーシャルICT基盤を利活用したニホンジカ被害対策手法の構築	総務省東海総合通信局 令和2年度 ICT イノベーションセミナーin 東海	2021.2.10	(WEB 開催)

*1 現新城設楽農林水産事務所

6. 森林・林業技術センター研修講師

講師	演題	年月日	場所
村松 司 他	林業普及指導研修「林業架線研修」	2020.10.21 -22,11.4	森林・林業技術センター
村松 司 他	機械集材装置運転業務の特別教育	2020.10.28-29	森林・林業技術センター
加藤 充俊 村松 司 伊藤 和哉 他	林業普及指導研修「新任林業普及指導員」	2020.11.11	森林・林業技術センター
村松 司	測量等基礎研修	2020.11.17	森林・林業技術センター
村松 司 伊藤 和哉	林業普及指導研修「伐倒技術」	2020.12.8,10,25 2021.1.25	森林・林業技術センター
村松 司	林業普及指導研修「木材加工技術の習得」	2021.2.16,18,19	森林・林業技術センター

7. 会議等構成員

構 成 員	会 議 名 等	主 催 等	任 期 等	備 考
竹内 豊	中部森林管理局技術開発委員会委員	林野庁中部森林管理局	2020.4.15 ～2021.3.31	令和2年度2回 (第1回 書面 第2回 長野市)
竹内 豊	東海地域生物系先端技術研究会企画運営委員	特定非営利活動法人東海地域生物系先端技術研究会	2020.4.1 ～2021.3.31	令和2年度2回 (WEB開催)
竹内 豊	東三河流域森林・林業活性化協議会委員	東三河流域森林・林業活性化センター	2020.4.1 ～2021.3.31	令和2年度2回 (書面開催)
石田 朗 ^{*1}	樹木医学研究編集委員	日本樹木医学会	2020.4.1 ～2021.3.31	通年
原田 克巳	中部森林学会理事	中部森林学会	2020.4.1 ～2021.3.31	令和2年度3回 (第1,2回 書面 第3回 WEB)
原田 克巳	日本木材学会中部支部評議会評議員	日本木材学会中部支部	2020.4.1 ～2021.3.31	令和2年度1回 (WEB開催)
原田 克巳	(公社)日本木材加工技術協会中部支部理事	(公社)日本木材加工技術協会	2020.4.1 ～2021.3.31	令和2年度1回 (名古屋市)

*1 現 新城設楽農林水産事務所

〔資料〕 - 3

森林・林業研修実績 (2020年度)

研修名	実施 日数 (日)	場所	参加者 (延人)	地域別参加者数														
				尾張	海部	知多	西三河	豊田加茂	設楽	新城	東三河	県庁	センター	県有林	その他			
現場 技能者 養成	刈払機取扱作業者安全教育	3	センター	85	17		2	8	13	8	9	25					3	
	伐木等の業務に係る特別教育	15	センター	474	66	12	18	78	66	30	36	165					3	
	伐木等の業務に係る特別教育修了者再教育	3	センター	198	14		8	34	24	43	23	42					10	
	危機管理リスクアセスメント	1	センター	15				3	5	1	3	3						
	簡易架線集材装置・架線集材機械運転業務特別教育	1	センター	13	1			1	2	3	3	1					2	
	伐木等機械運転業務特別教育	2	センター	27	1			3	4	3	6	8					2	
	走行集材機械運転業務特別教育	2	センター	26	1			4	5	3	6	5					2	
	機械集材装置運転特別教育	2	センター	26	2		2	6	8	2	2	2					2	
	計	29		864	102	12	30	137	127	93	88	251					24	
林業 従事者 研修	林業架線作業主任者養成研修		センター															
	路網作設高度技能者育成研修		センター他															
	森林施業プランナー育成研修		センター															
	林業安全技術訓練研修	3	センター	16			2	1	11		2							
	林業技能者育成研修	11	センター他	51					48	2		1						
	枯損木等特殊伐採技術向上研修		センター															
	現場マネージャー養成研修		センター他															
	計	14		67			2	49	13		3							
林業事業 体育成	意欲と能力のある林業事業体育成研修会	1	センター	11	1		4	2	1	2	1							
	計	1		11	1		4	2	1	2	1							
新技術 の習得	サプライチェーンマネジメント研修	1	センター	17			3	5	3	3	3							
	航空レーザーデータ活用技術習得研修	1	センター	4				1	3									
	計	2		21			3	6	6	3	3							
行政 職員 研修	一般	測量等基礎研修	1	センター	7	2	1		1	1		1			1			
		測量等応用研修		センター														
		計	1		7	2	1		1	1		1			1			
	市町村 習得 職員 技術	森林・林業等基礎研修	1	名古屋市	50	25	3	7	4	2	3	1	5					
		森林整備業務推進研修	1	センター他	7				2	2		1	2					
		森林管理研修	2	センター他	29	4		4	8	2	4		7					
		計	4		86	29	3	11	14	6	7	2	14					
	林業普及 指導	林業普及指導研修	17	センター他	123	8	1	2	16	28	20	15	13	11	9			
		計	17		123	8	1	2	16	28	20	15	13	11	9			
	林政	林務行政の概要(新任者)	1	名古屋市	8						5	1		2				
林務行政の課題(課長補佐・主査級)		1	名古屋市	12				1	2	1	1		6	1				
計		2		20				1	2	6	2		8	1				
その他	センター所長が必要と認めた研修	30	センター他	281	3	1	4	49	65	41	55	36	22	5				
合計		100	センター他	1,480	145	18	47	227	286	187	168	321	42	15			24	

〔資料〕 - 4

森林・林業関係相談等実績 (2020年度)

1 手段別

内 容	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
来 訪	15	30	24.6	39.5	
電 話	45	45	73.8	59.2	
文 書	1	1	1.6	1.3	
現 地	0	0	0.0	0.0	
そ の 他	0	0	0.0	0.0	
計	61	76	100.0	100.0	

2 目的別

内 容	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
視 察	3	3	4.9	3.9	
取 材	1	1	1.6	1.3	
実 習	1	14	1.6	18.4	
現 地 指 導	0	0	0.0	0.0	
調 査	3	3	4.9	3.9	
同 定	10	10	16.4	13.2	
技 術	6	7	9.8	9.2	
資 料 提 供	17	18	27.9	23.7	
執 筆 依 頼	1	1	1.6	1.3	
講 演 ・ 講 義	1	1	1.6	1.3	
そ の 他	18	18	29.5	23.7	
計	61	76	100.0	100.0	

3 相談者別

利 用 者	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
一 般	17	17	27.9	22.4	
林業・林産業者	11	12	18.0	15.8	
林業関係団体	0	0	0.0	0.0	
農 協	1	1	1.6	1.3	
市 町 村	1	1	1.6	1.3	
県・国関係機関	17	18	27.9	23.7	
試験・研究機関	3	3	4.9	3.9	
学 校 関 係	9	22	14.8	28.9	
報 道 関 係	1	1	1.6	1.3	
そ の 他	1	1	1.6	1.3	
計	61	76	101.0	100.0	

4 県内・県外別

区 分	県 内				県 外				計	
	件数	%	人数	%	件数	%	人数	%	件数	人数
来 訪 者	15	26.8	30	42.3	0	0.0	0	0.0	15	30
電 話 ・ 文 書	41	73.2	41	57.7	5	100.0	5	100.0	46	46
そ の 他	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0
計	56	100.0	71	100.0	5	100.0	5	100.0	61	76

[資料] - 5 学会発表 (口頭・ポスター) 要旨

愛知県内の里山林における掃除伐が更新に与える影響

岩下 幸平、竹内 豊

第 10 回中部森林学会大会 2020. 12. 6 静岡大学 (静岡県静岡市)

目的

- ・里山林再生整備事業の効果検証
里山林の再生が達成されるのか?
// する見込みがあるのか?
- ・実生更新の状況によって施業の影響
コナラ・アベマキ (低地二次林の主要樹種)
シイ・カン類 (低地極相林の主要樹種)
の階層別個体数の経年変化を比較
→更新状況により里山林再生を評価

1

調査地

・2009~2014年に施業した
12事業地 (各年2箇所)

・2017~2019年
毎年1度調査
(2017年の田原は除外)

2

結果 コナラ・アベマキ実生個体数の傾向

Species	Estimate	Std. Error	t value	P>
(Intercept)	5.37138	1.34805	3.982	<0.001
Year	-0.4416	1.18121	-2.3	>0.01
Species:Q. variabilis	-2.10213	1.43893	-1.42	>0.001
Year:Q. variabilis	-0.32182	0.2388	-0.134	1.284

- ・コナラ > アベマキ
- ・両種とも実生個体数は施業からの年数経過で減少

3

考察 若齢コナラ林再生のために

- ・高齢ナラ林は萌芽更新が期待できない (白井・荒川, 2005)
- ・調査期間中見られた萌芽枝翌年に枯死を確認
→実生更新のみが手段
- ・施業後の継続的な手入れが実生の生育を促進する可能性
上層木の除去?
調査地で唯一、0.50cm~2mのコナラを複数確認 (岡崎市)

4

結果・考察 実生層の指標種

樹種	グループ	ln(nv)	e value	順位
アカシヤ	1	0.0205	0.0000	10
クヌギ	1	0.0202	0.0076	22
シイ	1	0.5414	0.0204	22
ツバキ	1	0.0408	0.0664	26
オオノソウ	1	0.7120	0.0002	13
クヌギ	1	0.1077	0.0204	7
クヌギ	1	0.0205	0.0554	13
シロ	2	0.0000	0.0138	3
ササノケ	2	0.5021	0.0130	18
クヌギ	3	0.0000	0.0228	2
ヒメツバキ	3	0.4327	0.0400	4
クヌギ	4	0.0000	0.0310	5
クヌギ	4	0.0000	0.0210	2
クヌギ	4	0.0000	0.0138	22
クヌギ	4	0.0000	0.0210	2
クヌギ	4	0.0000	0.0002	5
クヌギ	4	0.0000	0.0202	2
クヌギ	4	0.0000	0.0138	2
クヌギ	5	0.7123	0.0210	14
クヌギ	5	0.5251	0.0200	5
クヌギ	5	0.4351	0.0120	54
クヌギ	5	0.0000	0.0090	3
クヌギ	5	0.0538	0.0228	10
クヌギ	6	0.1793	0.0110	5
クヌギ	6	0.1671	0.0018	11
クヌギ	6	0.4890	0.0114	5
クヌギ	6	0.3030	0.0200	3
クヌギ	6	0.0113	0.0228	5
クヌギ	6	0.0000	0.0000	3
クヌギ	6	0.0000	0.0000	3
クヌギ	6	0.0000	0.0000	3

- ・春日井市、豊川市
照葉樹、シイ類、瘦せ尾根
- ・名古屋市、豊橋市 照葉樹林
- ・豊橋市、名古屋市 先駆種
- ・豊橋市、渥美
南方系、海岸林
- ・春日井市、幸田町、豊川市
照葉樹林床
- ・岡崎市、豊橋市
先駆種、落葉樹、山地性
→継続的な手入れの成果か?

5

まとめ

- ・里山林整備事業によって
落葉性ブナ科は一時的に増
常緑性ブナ科は一定で常に供給
- ・春日井近辺、豊川ではシイが指標種
→多くの地域ではアラカシが優占
春日井や豊川ではシイが優占 (母樹林有り?)
- ・上層木の除去、整備後の手入れにより
コナラ・アベマキ実生の成長
→整備の効果発揮のためには整備後の手入れ

6

野生生物の目撃情報を用いたニホンジカ密度評価手法の検討

江口 則和、狩場 晴也、石田 朗、竹内 豊 他

第10回中部森林学会大会 2020.12.6 静岡大学（静岡県静岡市）

はじめに

<目的>

シカ情報マップを使って、
シカ密度を評価できる指標を検討する

1

方法

<各メッシュのシカ密度>
階層ベイズモデルで構成する
状態空間モデルを用いて推定した中央値
（「江口ら2015 中森研」を参考）

<密度推定に使ったデータ>

○行政データ

- ・出猟カレンダー目撃数・出猟者数・シカ捕獲駆除数

○シカ個体数調査データ

- ・区画法データ
- ・センサーカメラデータ
- ・糞塊法データ
- ・ライトセンサデータ

2

方法

<統計処理>

各年度ごとに一般化線形モデルを作り、
以下の説明変数を尤度比検定により評価

【応答変数】 シカ密度（ガンマ分布を仮定, link=log）

【説明変数】

- ・モデル1 オス率（捕獲駆除データ）
- ・モデル2 オス率（出猟カレンダーデータ）
- ・モデル3 オス率（シカ情報マップデータ）
- ・モデル4 カモシカ比（シカ情報マップデータ）

3

結果

○モデル1：シカ密度 $\sim a_0 + a_1$ オス率
（オス率：捕獲駆除データ）

シカ密度 km⁻²

年	a ₁	P値
2016	-1.63	<0.001
2017	-2.82	<0.001
2018	-2.89	<0.001

○：2016年
△：2017年
+：2018年

オス率が高いとシカが少ない！

4

結果

○モデル4：シカ密度 $\sim a_0 + a_1$ カモシカ比
（カモシカ比：シカ情報マップデータ）

シカ密度 km⁻²

年	a ₁	P値
2016	-0.68	<0.05
2017	-0.78	<0.05
2018	-0.30	0.57

○：2016年
△：2017年
+：2018年

カモシカ比が高いとシカが少ない、かな。

5

まとめ

シカ情報マップから「カモシカ比」を算出することで、
シカ密度の大小を考えることができ、
シカ害対策につながる可能性！

6

土壌水分に着目した早生樹センダンの造成適地の検討

江口 則和、狩場 晴也、石田 朗 他

第 10 回中部森林学会大会 2020. 12. 6 静岡大学（静岡県静岡市）

仮説と目的 はじめに

仮説
センダンの成長・生残には
土壌水分状態もポイントになる

目的
仮説を検証することで
愛知におけるセンダンの造林適地を検討する

1/6

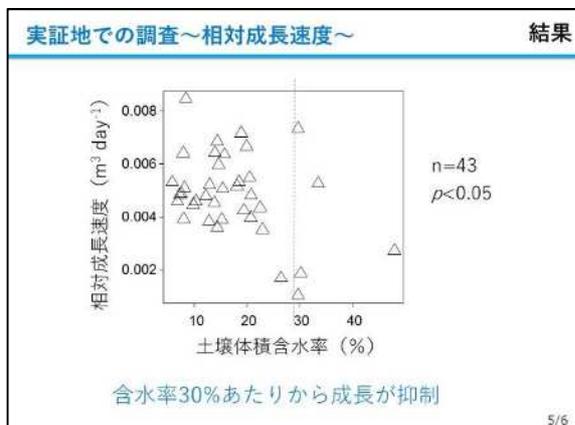
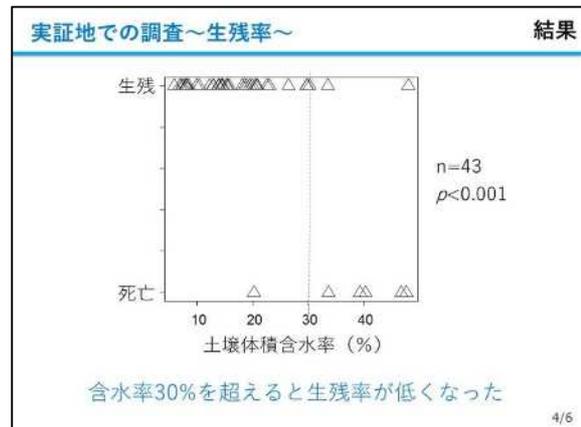
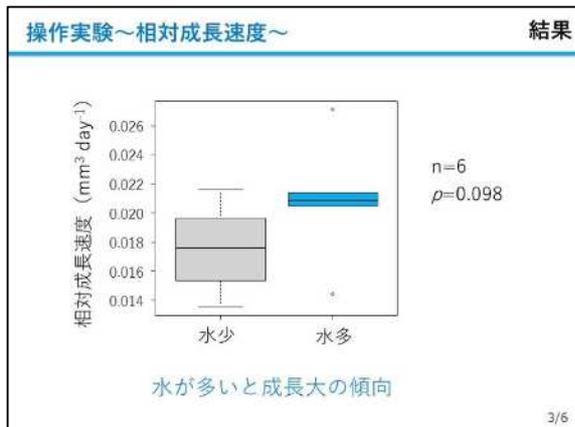
調査方法 材料と方法

①操作実験と②実証地での調査により実施

①操作実験
与える水の量を変えて育てた苗木の
生理特性を評価

②実証地での調査
実際に植栽したセンダンの成長・生残を評価

2/6



まとめ

①センダンの造林適地を検討するのに
土壌水分率は重要ポイント。

②愛知県においても
土壌水分率の高い場所のほうが有利。

③ただし、水田跡地など**水が滞留しやすい場所**は
植林を避けたほうがよいかも。
(→今後、検証が必要)

6/6

研究報告執筆要領

1. **様式**は、A4判、縦型、横書きで、余白を上下30mm、左右20mmとり、2段組（22字×36行×2、段間7mm）とする。ただし、課題名、著者名、要旨は段組しない。
2. **文字の書体**は、以下のとおりとする。
 - 課題名：ゴシック体、15ポイント
 - 試験期間：ゴシック体、10ポイント
 - 著者名：明朝体、12ポイント
 - 大見出し：ゴシック体、10ポイント
 - 図・表・写真の表題：ゴシック体、10ポイント
 - その他（要旨文、中見出し、本文等）：明朝体、10ポイント
 - 図・表中の文字：明朝体
 - 欧文・算用数字：Times New Roman
3. 欧文および算用数字（単位記号を含む）は半角文字とする。
4. 新仮名遣いにより、学術用語以外は常用漢字を用いる。欧文は、特に必要がある場合に限って用いる。
5. **動物・植物の和名**はカタカナとし、**学名**はイタリックとする。
6. **単位**はSI単位、**年度**は西暦を用いる。（図・表を含む）
7. 原稿には、課題名、試験期間、著者名、要旨、本文、引用文献、著者名・課題名の英文表記を記載する。
8. **著者名・課題名の英文表記**を、1ページ目の最後に記載する。その際、著者名の英文表記は名性の順とし、性はイニシャルの大文字に続けて小型英大文字で表記する。また、本文と英文表記の間にラインを入れる。
9. **著者がセンター報告発行時に当所へ在籍していない場合は**、著者名に注（*）を付け、著者名・課題名の英文表記の次に現所属等を記載する。
10. **文章表現**はできる限り平易にわかりやすくする。
11. **要旨**は500字以内とし、枠を作成しその中に記載する。要旨中では図、表、写真、文献、数式などの引用は避ける。
12. 本文には、**I はじめに**、**II （材料と）方法**、**III 結果と考察（又はIII 結果、IV 考察）**を大見出しとして記載する。
13. **大見出し**は、「**I はじめに**」「**II 方法**」のようにローマ数字（ピリオドなし）を付ける。**中見出し**は、「1.」「2.」の半角算用数字に全角ピリオドを付ける。**以下の見出し**は、「(1)」「(2)」…「ア」「イ」…「(ア)」「(イ)」…「a」「b」…「(a)」「(b)」…とする。
大見出しの前は1行の空白を挿入する。文章は行を変え、1字下げて書き始める。
14. **数式**は本文途中に入れず、必ず別行とし全角1字分下げ、半角文字で記載する。数式の変数はイタリックとし、数式が複数行にわたる場合でも混乱が生じないようにする。
15. **図・表**は本文中に配置し、できる限り文書中に貼り込む。図の表題は図の下に、表の表題は表の上に、「図-1」「表-10」（ピリオドなし）のような見出しを付け、全角1字分空けて続ける。図の表題は文字揃えセンタリング、表の表題は文字揃え左寄せとする。図・表は必ず本文中に引用する。
16. **グラフのY軸ラベル**は縦書きとする。グラフの説明を記載する。
17. **写真**は、本文中に配置する。写真の表題は、図と同様とする。

18. 引用文献は著者名のアルファベット順に記載する。本文中での引用は該当人名に（年号）あるいは事項に（人名 年号）をつけて引用する。同一人名で同一年号の場合は年号のあとに発表順に a, b, c をつける。誌名の略記法は和文の場合は慣例により、欧文の場合は Forestry Abstract にならう。引用文献の巻、号については、巻に通しページがある場合は巻のみとし、ない場合は巻、号（括弧付き）を併記する。また、号のみの場合は号（括弧無し）を記す。書籍の場合は引用ページと、出版社名を記載する。中黒、括弧、ピリオド、カンマ、セミコロンは全角とする。号はゴシック体とする。

引用文献 （記載例）

<雑誌の場合>

笠井美青・丸谷知己（1994）山地河川における立木群による土砂の滞留機構. 日林誌 76 : 560-568

平山一木・竹内英男（1996a）有用木からの種苗増殖技術の開発. 愛知林セ報 33 : 51-58

平山一木・竹内英男（1996b）コナラの育種に関する研究. 愛知林セ報 33 : 59-62

Ochiai Y, Okuda S, Sato A（1994）The influence of canopy gap size in soil water conditions in a deciduous broad-leaved secondary forest in Japan. J Jpn For Soc 76 : 308-314

<書籍の場合>

渡邊定元（1994）樹木社会学. 東大出版会

Levitt J（1972）Responses of plant to environmental stresses. Academic Press

<書籍中の場合>

小林繁男（1993）熱帯林土壌の瘦悪化.（熱帯林土壌. 真下育久編, 勝美堂）. 280-333

Wells JF, Lund HG（1991）Intergrating timber information in the USDA Forest Service. In : Proceedings of the Symposium on Integrated Forest Management Information Systems Minowa M, Tsuyuki S (eds) Japan Society of Forest Planning Press, 102-111

19. 原稿の提出は、まず審査・回覧用として、原稿提出期限までに1部を編集担当者まで提出する。その際、写真は原稿に配置しておく。

次に最終原稿として、別途定める期日までにデータを提出する。その際、写真は別データとする。

業務報告、調査報告執筆要領

1. 様式は、A4判、縦型、横書きで、余白を上下30mm、左右20mmとり、45字×40行を標準とする。
2. 表題には、研究課題、課題名、担当者、試験期間を記載する。
3. 本文には、I 目的、II 本年度研究内容、III 研究結果、IV 来年度以降の予定、V 備考を記載する。
4. 枚数は、刷り上がり1ページとする。
5. 文字の書体は、欧文および算用数字は Times New Roman、その他は明朝体とし、大きさは、10ポイントとする。
6. 欧文および算用数字（単位を含む）は半角文字とする。
7. その他については、研究報告執筆要領に準ずる。

(2020. 4. 1 改定)

審 査

区 分	一次審査	二次審査	決 裁
管理研修課担当者原稿	：		次長、所長
研究報告原稿	：	資源利用グループ班長 技術開発部長	次長、所長
業務・調査報告原稿	：	資源利用グループ班長 技術開発部長	次長、所長

愛知県森林・林業技術センター報告 No.58

発 行 令和 3 年 7 月

発 行 所 愛知県森林・林業技術センター

愛知県新城市上吉田字乙新多 43-1

電話：0536-34-0321

E-mail：shinrin-ringyo-c@pref.aichi.lg.jp

U R L：https://www.pref.aichi.jp/soshiki/shinrin-ringyo-c/