

# 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.61

令和6年4月  
April 2024

森林・林業技術センター



# 目 次

## 【研究報告】

### ◆循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進◆

航空レーザ計測データを活用した溪床の安定勾配の検証 岩川 昌暉 1～10

### ◆森林の整備による多面的機能の発揮◆

早生樹の種苗生産及び育林技術に関する研究 長谷川規隆 ほか 11～25

コンテナ苗の生産技術の高度化に関する研究 豊嶋 勲 ほか 26～36

強度間伐地における施業効果の評価（第2報） 門屋 健 ほか 37～43

## 【業務報告】

### ◆循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進◆

エリートツリーの効率的な結実促進技術に関する研究 星 涼太 44

エリートツリーの雄花形成・花粉採取技術に関する研究 狩場 晴也 45

少花粉ヒノキの採種木等の育成技術に関する研究 豊嶋 勲 46

航空レーザ計測データを活用した溪床の安定勾配の検証 岩川 昌暉 47

県産材利用拡大に向けた航空レーザ計測データを活用した  
林分収穫予想表の作成 星 涼太 48

早生樹等の生育特性及び強度性能評価に関する研究 藏屋 健治 49

### ◆森林の整備による多面的機能の発揮◆

エリートツリーの挿し木増殖技術の開発 狩場 晴也 50

早生樹の種苗生産及び育林技術に関する研究 長谷川 規隆 51

コンテナ苗の生産技術の高度化に関する研究 豊嶋 勲 52

強度間伐地における施業効果の評価 門屋 健 53

## 【調査報告】

既存試験地等の継続調査 豊嶋 勲 54

既存試験地等の継続調査（海岸クロマツ林の調査） 長谷川 規隆 55～56

## 【資料】

1 林木種子の発芽検査（2023年度） 浅岡 郁雄 ほか 57

2 公表実績等（2023年度） 58～62

3 森林・林業研修実績（2023年度） 63

4 森林・林業関係相談等実績（2023年度） 64

5 学会発表（口頭・ポスター）要旨（2023年度） 65～68

<執筆要領> 69～70

# 研 究 報 告

# 航空レーザ計測データを活用した溪床の安定勾配の検証

2021 年度～2023 年度

岩川昌暉

## 要 旨

近年の気象条件に適した溪床の安定勾配の検証を行うため、堆砂勾配等の状況調査と計画勾配係数に関する指標の作成を行った。現地測量では、84 基の治山ダムについて調査を行い、治山ダム間の平均勾配は第 3 紀層で 4.80～29.47%、花崗岩で 7.14～35.65%、領家変成岩で 8.23～23.71% となった。現地測量の結果から求めた治山ダム間の平均勾配と愛知県が 2021 年度までに取得した航空レーザ計測データから求めた治山ダム間の平均勾配の比較を行ったところ、相関は 0.94、決定係数は 0.89、近似式は  $y=0.95x+0.82$  ( $x$ : 航空レーザ計測データから求めた治山ダム間の平均勾配、 $y$ : 現地測量から求めた治山ダム間の平均勾配) であったため、航空レーザ計測データは現地測量と同等の精度を有していると考えられた。航空レーザ計測データから求めた勾配係数と現行の計画勾配係数を比較すると 3 地質区分、4 集水面積区分の合計 12 区分のうち 8 区分に差異が見られた。特に花崗岩で集水面積 50ha 以上の区分では現行の範囲よりも高くなった。そのため、新たに計画勾配係数表 (案) の作成を行った。

## I はじめに

愛知県では、治山ダム工を計画する際に計画勾配係数を用いて計画勾配を算出し、ダムの有効高を決定している。この計画勾配係数は、愛知県治山必携 (愛知県 2017) にて以下のように定められている。

「計画勾配は、周辺の既設ダム工の堆砂勾配を参考にして決定する。ただし、それが無い場合は、現溪床勾配に次の計画勾配係数表の数値を乗じて決定する (表-1)。なお、この場合の現溪床勾配は、勾配形成に影響する因子を同一とする区間 (合流点・滝状の岩盤・勾配の急変点等を考慮する) の平均勾配

とする。」

この計画勾配係数表は、昭和 57 年度治山研究発表会で提案され (加藤ら 1982)、度々実態調査が行われている (蔭山ら 2003, 西村 2015) が、変更なく今日まで採用されている。しかし、近年、県内において記録的な集中豪雨が頻発しており、提案当時と比較して気象条件が変化してきていることから、現在の気象条件に対応した勾配係数表による治山ダムの設置が求められている。

そこで本研究では、県が 2018 年度から 2021 年度までに取得した航空レーザ計測データを用いて県内

表-1 現行の愛知県計画勾配係数表

地況 構造物	集水面積	地 質		
		第 3 紀層	花崗岩	領家変成岩
治山ダム	0～5ha 未満	0.3～0.6	0.3～0.5	0.4～0.7
	5～15ha "	0.3～0.6	0.3～0.5	0.3～0.6
	15～50ha "	0.3～0.6	0.2～0.4	0.3～0.5
	50～	0.2～0.4	0.1～0.2	0.2～0.5

の治山ダムの堆砂勾配と現溪床勾配を求め、現行の計画勾配係数表と比較し、近年の気象条件に対応した勾配係数表を作成することを目的とした。

## II 方法

### 1. 溪床勾配の状況調査

現地で溪床の測量を行う場合と航空レーザ計測データを活用し、溪床の測量を行う場合での差異及び治山ダムの満砂状況の調査を行った。

#### (1) 現地測量

調査地は新城市、東栄町、豊根村、豊田市地内の20 渓流で、安定勾配となっている可能性の高い施工後20 年以上経過した満砂している治山ダム84 基を対象とし(図-1)、計画勾配係数表の3 地質区分(第3 紀層、花崗岩、領家変成岩)と4 集水面積区分(0~5ha 未満、5~15ha 未満、15~50ha 未満、50ha 以上)の合計12 区分に治山ダムを分類した(表-2)。

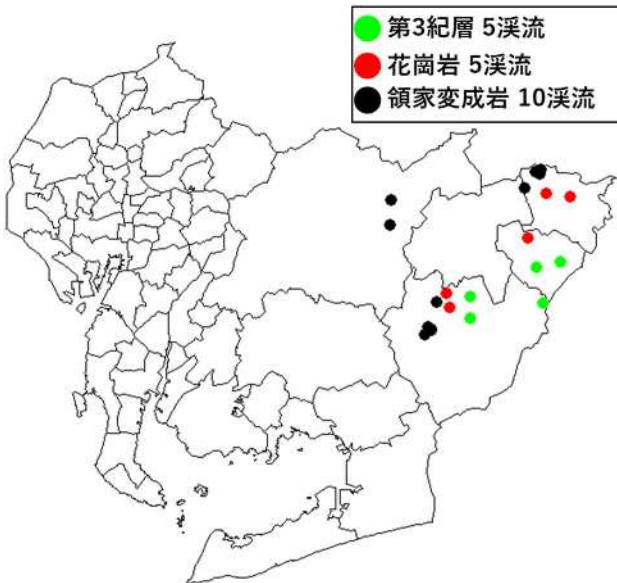


図-1 県内の現地測量地

表-2 現地測量を行った治山ダム(基)

集水面積	地質			計
	第3紀層	花崗岩	領家変成岩	
0~5ha 未満	1	5	10	16
5~15ha "	12	10	11	33
15~50ha "	12	8	10	30
50~	0	3	2	5
計	25	26	33	84

現地測量はポケットコンパスで行い、方位角、斜距離、傾斜角を測定し、合流点や勾配の急変点等を考慮しながら、上流に向かって測量を行った。測量後、斜距離と傾斜角から水平距離と垂直距離を算出し、方位角と水平距離から現地測量ルートを作成した(図-2)。

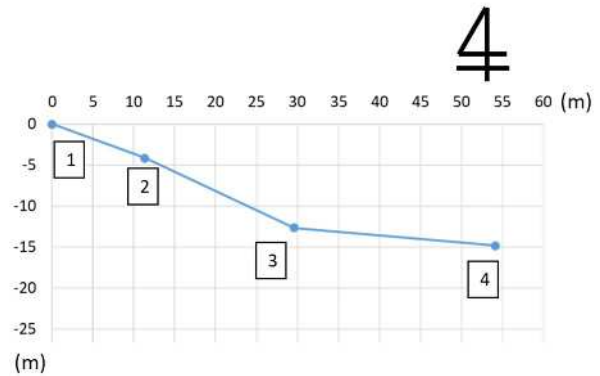


図-2 現地測量ルート(上部が北)

#### (2) 現地測量と航空レーザ計測データの差異

航空レーザ計測データの解析には赤色立体地図(千葉ら 2007)を使用した。任意縦断検討システム(Version1.21、アジア航測株式会社)(以下、検討システム)上で赤色立体地図を表示し、解析を行った。初めに現地測量と航空レーザ計測データの差異を調べるため、1. (1) で現地測量を行った84 基について検討システムで現地測量ルートを基に手作業で測点を設定し、航空レーザ計測ルートを作成した(図-3)。次に航空レーザ計測ルートから縦断図を作成し、測点間の水平距離と垂直距離を算出した。

その後、赤色立体地図で特徴的に表される治山ダ

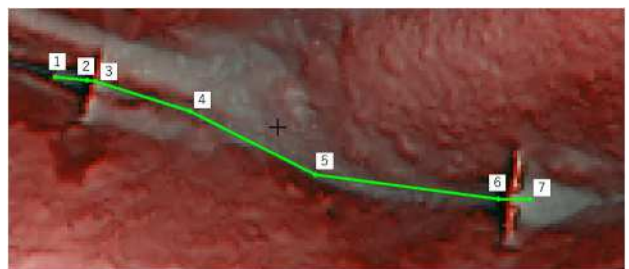


図-3 航空レーザ計測ルート(上部が北)

ムを目印として治山ダム間の平均勾配を現地測量の結果と航空レーザ計測データから求め、求めた結果を比較した。治山ダム間の平均勾配は、治山ダムから次の上流の治山ダムの根元（最上流の治山ダムの場合は航空レーザ計測ルート上の終点）までにある測点間の勾配を算出し、平均値をとったものとした（図-4）。この方法により、現地測量時や赤色立体地図上で測点を設置した際の偶然誤差を最小化した。

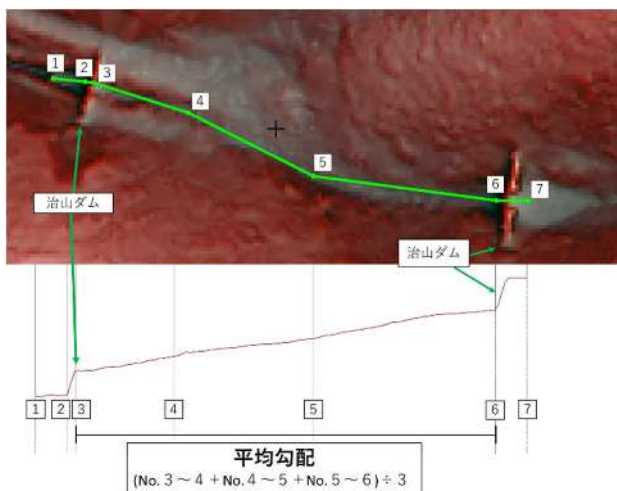


図-4 航空レーザ計測データを活用した平均勾配の算出方法

(3) 満砂状況

現地測量時、満砂していない治山ダムが 9 基あった。8 基については施工後 20 年以上が経過していても満砂していない治山ダムであった。残りの 1 基についてはダム上部まで水が滞水し、水底が確認できない治山ダムであった。そこで、航空レーザ計測データを活用して満砂していない治山ダムを見分けることができるか調査した。

赤色立体地図では尾根地形が明るく、谷地形が暗く表示され、平坦が白く、急斜面が赤く表示される（千葉ら 2007）。このため、赤色立体地図を検討システムで表示し、これらの明度と彩度から満砂の有無を調査した。赤色立体地図で判断できなかった場合、治山ダムの天端部から溪床に沿って測点を設置

し、断面図を作成した。作成した断面図から満砂の有無を調査した。

2. 航空レーザ計測データを活用した勾配係数の測定

1. (2) で測量を行った 84 基に追加して、治山施設位置図より施工後 20 年以上経過していることを確認した 86 基の治山ダム、計 170 基について検討システム上で合流点や急変点等を考慮しながら測点を設置し、航空レーザ計測ルートを新たに作成した。航空レーザ計測ルートから縦断面図を作成し、測点間の水平距離と垂直距離を算出し、堆砂勾配と現溪床勾配を算出した。勾配係数は

$$\text{勾配係数} = \frac{\text{堆砂勾配}}{\text{現溪床勾配}}$$

で表せるため、170 基分の勾配係数を求め、3 地質区分、4 集水面積区分に分類した（表-3）。その後、12 区分それぞれで勾配係数の平均値と 95%信頼区間を算出し、現行の計画勾配係数と比較を行った。

表-3 航空レーザ計測データを活用して調査を行った治山ダム（基）

集水面積	地質			計
	第3紀層	花崗岩	頷家変成岩	
0~5ha 未満	5	14	12	31
5~15ha //	15	23	14	52
15~50ha //	16	23	13	52
50~	6	22	7	35
計	42	82	46	170

III 結果と考察

1. 溪床勾配の状況調査

(1) 現地測量

現地測量の結果、治山ダム間の平均勾配は第 3 紀層で 4.80~29.47%、花崗岩で 7.14~35.65%、頷家変成岩で 8.23~23.71%となった。現地測量時、全ての治山ダムで堆砂域を確認すると苔や木が生えており、長期的に変動がない安定した堆砂勾配だと考えられ

た。

(2) 現地測量と航空レーザ計測データの差異

現地測量から求めた治山ダム間の平均勾配と航空レーザ計測データから求めた治山ダム間の平均勾配の相関は 0.94、決定係数は 0.89、近似式は  $y=0.95x+0.82$  (x:航空レーザ計測データから求めた治山ダム間の平均勾配、y:現地測量から求めた治山ダム間の平均勾配) であった(図-5)。この結果から、現地測量と航空レーザ計測データの差異は小さく、航空レーザ計測データが現地測量と同等の精度を有していると考えられた。

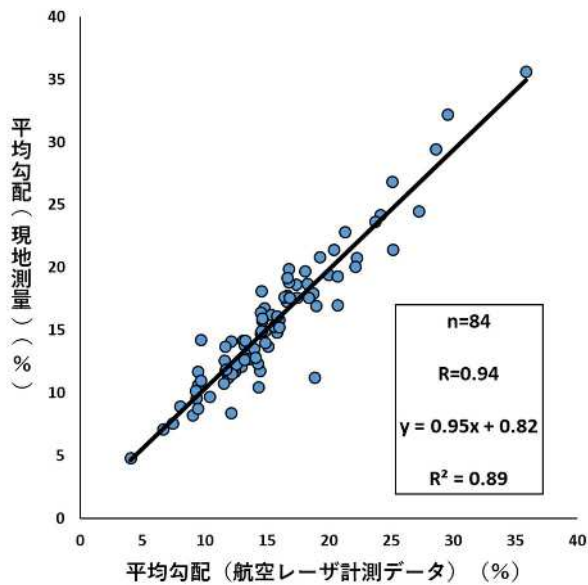


図-5 現地測量と航空レーザ計測データの比較

(3) 満砂状況

現地測量時に満砂していなかった治山ダム 9 基について赤色立体地図で確認を行ったところ、施工後 20 年以上が経過していても満砂していない治山ダム 8 基についてはダム直上部が黒く表示され、目視で満砂していないことが確認できたが(図-6)、ダム上部まで滞水し、水底が確認できない治山ダム 1 基についてはダム直上部が黒く表示されず、見分けがつかなかった。そこで縦断図を作成し、満砂してい

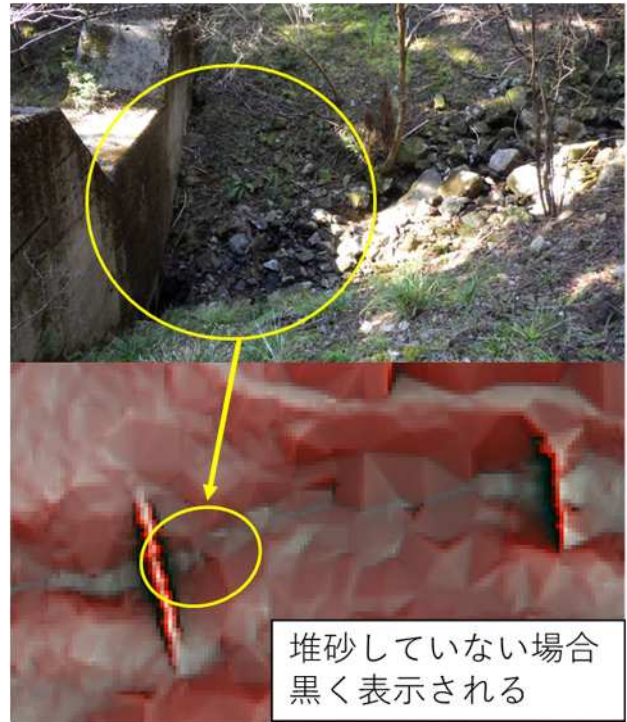


図-6 施工後 20 年以上経過しても満砂していない治山ダム 上：現地写真、下：同じ位置の赤色立体地図

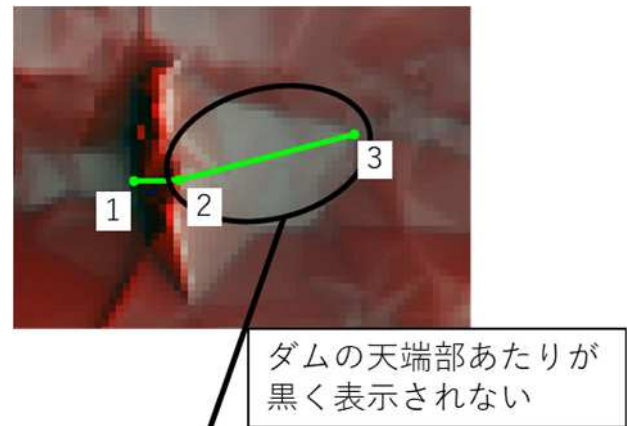


図-7 ダム上部まで滞水している治山ダム 上：赤色立体地図、下：同じ位置の縦断図

るかの確認を行ったところ、勾配が 0.01%以下となり、堆砂勾配が水平に近い治山ダムであることを確認した。勾配が水平に近い値を取る原因としてダム上部が滞水しており、水面でレーザ光の反射が起こったため、水底の勾配が計測できず、勾配が 0%に近くなっていることが考えられた (図-7)。

このため満砂していない場合やダム上部まで滞水している場合でも、航空レーザ計測データから満砂の有無を判別できることが分かった。

2. 航空レーザ計測データを活用した勾配係数の測定

3 地質区分ごとに堆砂勾配と集水面積の相関を求めたところ、3 地質区分すべてで相関が見られなかった (図-8)。堆砂勾配の最低値は第 3 紀層で 1.70%、

花崗岩で 0.34%、領家変成岩で 3.66%であった。この結果から、領家変成岩では他の地質区分よりも堆砂勾配が高くなる傾向が見られた。また、3 地質区分ごとに現溪床勾配と集水面積の相関を求めたところ、領家変成岩で負の相関が見られ、第 3 紀層、花崗岩では相関が見られなかった (図-9)。現溪床勾配の最低値は第 3 紀層で 5.74%、花崗岩で 5.42%、領家変成岩で 13.29%であった。この結果から領家変成岩では他の地質区分よりも現溪床勾配が高くなる傾向が見られた。これらの結果から領家変成岩は他の地質と比較して土砂が堆積しやすい傾向があり、係数も高くなる傾向にあると考えられた。

3 地質区分、4 集水面積区分の計 12 区分について現溪床勾配と堆砂勾配の相関を求めたところ、第 3

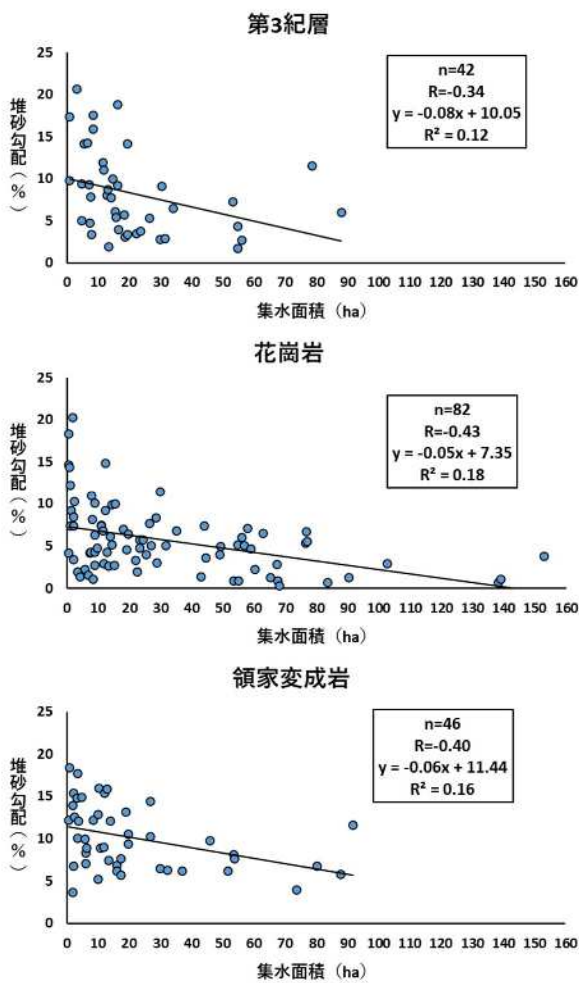


図-8 地質ごとの堆砂勾配と集水面積の比較

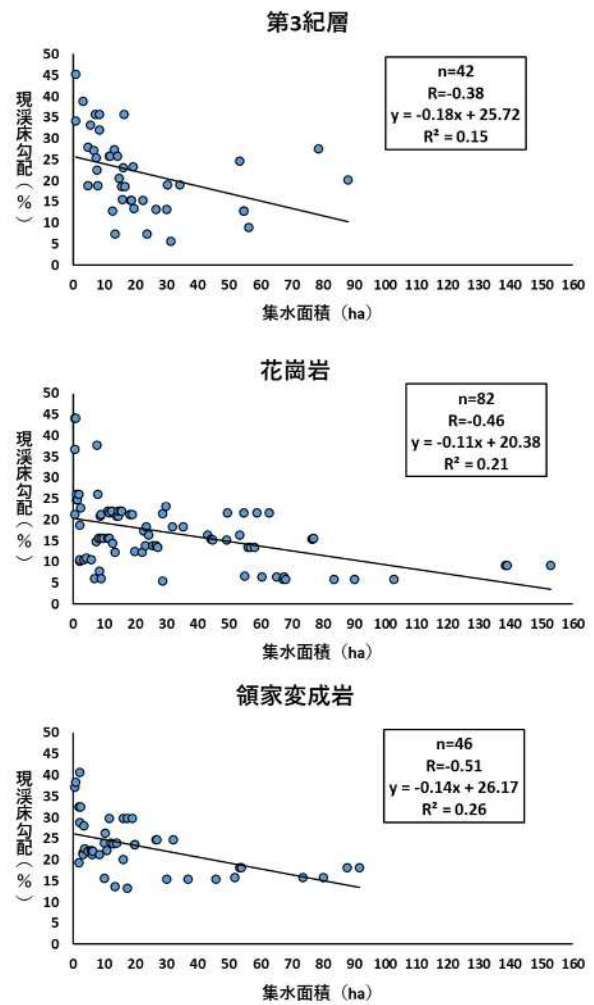


図-9 地質ごとの現溪床勾配と集水面積の比較



紀層で全ての区分、花崗岩で 0～5ha 未満、5～15ha 未満、50ha 以上、領家変成岩で 5～15ha 未満、50ha 以上の 9 区分で正の相関が見られた (図-10)。このため、現溪床勾配が大きくなるほど堆砂勾配が大きくなる傾向が見られた。これら 12 区分について相関は見られたが、決定係数については高くない区分が多く、近似式を用いて堆砂勾配を予測するには精度が低いと考えられた。このため、近似式を用いて安定勾配を求める方法よりも、計画勾配係数を用いて安定勾配を求める方法が良いと考えた。

3 地質区分 4 集水面積区分に分けて勾配係数の平均値を求めた (図-11)。同じ地質区分内で集水面積ごとに比較し、勾配係数の平均値が 0.05 以上離れている区間は第 3 紀層で 0～50ha 未満と 50ha 以上、花

崗岩で 0～5ha 未満と 5ha 以上、領家変成岩で 0～15ha 未満と 15ha 以上となった。先行研究では勾配係数の平均値が 0.05 以上離れている区間は第 3 紀層で 50ha 未満と 50ha 以上、花崗岩で 0～15ha 未満、15～50ha 未満、50ha 以上、領家変成岩で 0～5ha、5～15ha、15～50ha、50ha 以上であるため、第 3 紀層については先行研究と同様の結果となった。また、3 地質区分 4 集水面積区分ごとに勾配係数の範囲を 95%信頼区間から求めた (図-12)。その結果、花崗岩、集水面積 50ha 以上の区分のみ、現行の計画勾配係数の範囲である 0.1～0.2 よりも高くなったが、他の区分では範囲に重なるか、範囲内であった。先行研究では、北設楽郡の古期花崗岩類の計画勾配係数は 0.1～0.3 が妥当 (蔭山ら 2003) とされたが、今回は一部支

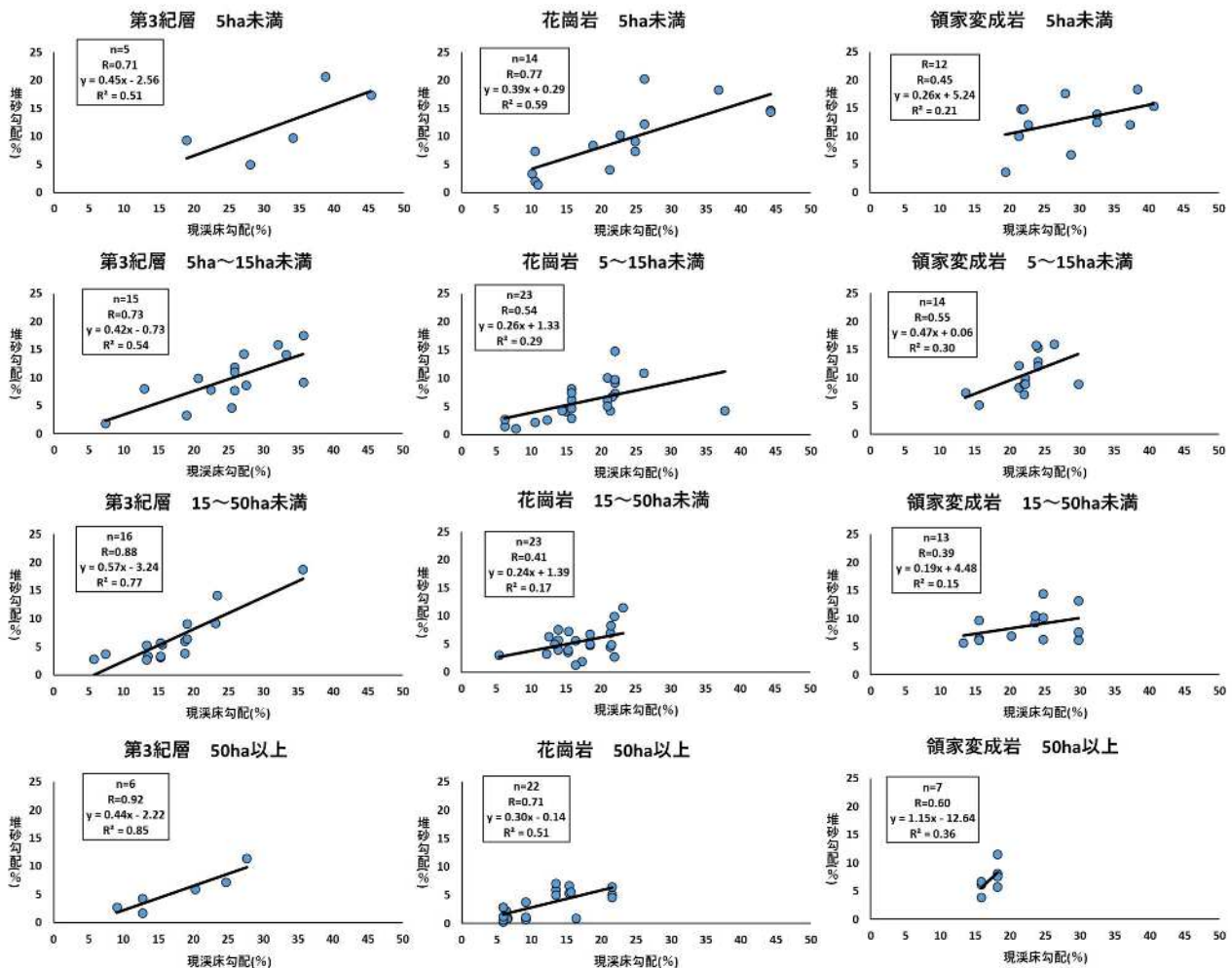


図-10 地質、集水面積ごとの現溪床勾配と堆砂勾配の比較

持する結果となった。

花崗岩について、古期花崗岩類と新期花崗岩類に分けて集水面積ごとに勾配係数の平均値を求めたところ、古期花崗岩類 0～5ha 未満で 0.53 (n=5)、5～15ha 未満で 0.36 (n=10)、15～50ha 未満で 0.37 (n=8)、50ha 以上で 0.38 (n=3)、新期花崗岩類 0～5ha 未満で 0.32 (n=9)、5～15ha 未満で 0.32 (n=13)、15～50ha 未満で 0.31 (n=15)、50ha 以上で 0.26 (n=19) となり、全ての集水面積で新期花崗岩類が低くなる傾向にあった。しかし、調査地が少ないため、今後調査を行う必要があると考える。

花崗岩、集水面積 50ha 以上で高くなった原因として年間降水量の増加と花崗岩の風化によりマサ土が形成される量が増えたことが考えられた。花崗岩地質の現地測量調査地の年間降水量を農研機構メッシュ農業気象データから求め、1980 年～1999 年までの平均値と 2000～2022 年までの平均値を比較したところ、4.9%～10.4%増加していた。また、マサ土は粒子間結合力が消失しているため、浸食に非常に弱く、斜面での表面崩壊を起こしやすいことが知られている（中部地質調査業協会 2011）。そのため、年間降水量の増加で溪岸等の浸食作用が高まり、浸

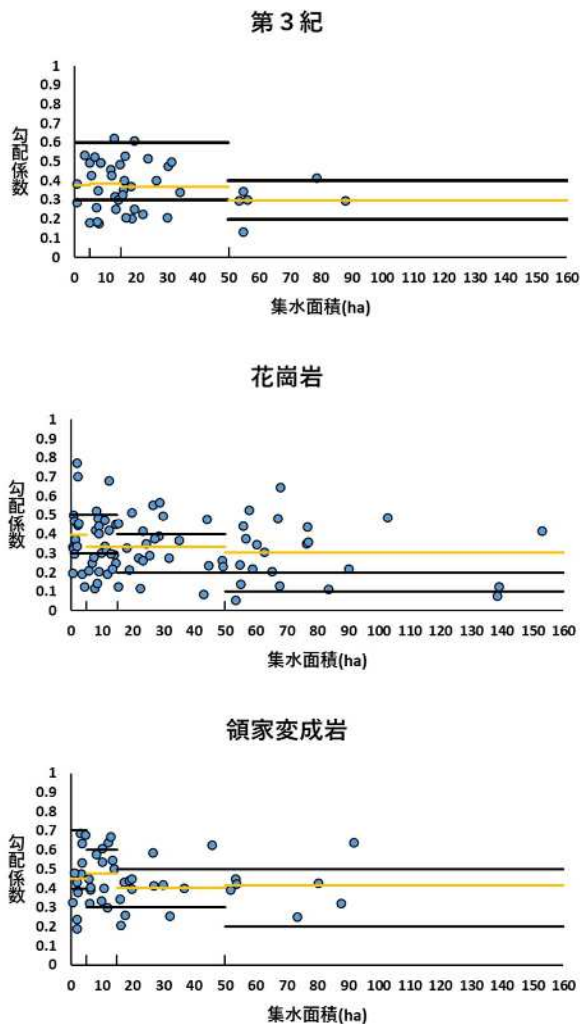


図-11 地質、集水面積ごとの勾配係数の平均値  
 黒線：現行の計画勾配係数の範囲、黄色線：集水面積ごとの勾配係数の平均値

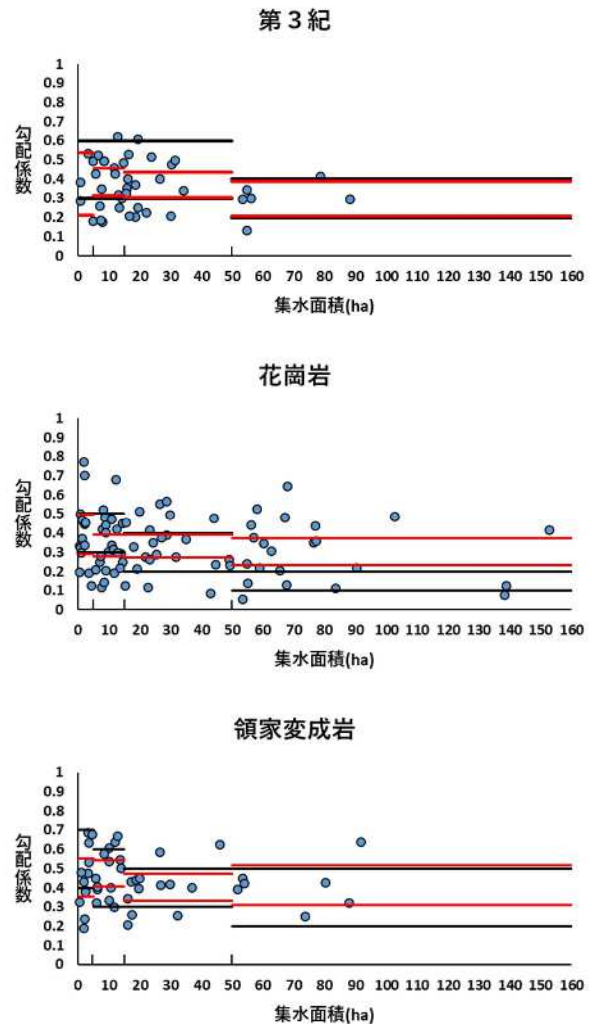


図-12 地質、集水面積ごとの勾配係数の範囲  
 黒線：現行の計画勾配係数の範囲、赤線：集水面積ごとの勾配係数の範囲（95%信頼区間）

食に弱いマサ土の溪流への流入量が増え、流水量が増加したことでより集水面積が大きい場所まで運搬されたため、勾配係数が高くなったと考えられた。

今回求めた平均値と勾配係数の範囲から地質、集水面積、区分ごとの母数等を考慮し、計画勾配係数表（案）（表-4）を作成した。

砂勾配の実態について、平成 27 年度第 55 回治山研究発表会論文集：12-15

表-4 計画勾配係数表（案）

集水面積	地質		
	第3紀層	花崗岩	頷家変成岩
0～5ha 未満	0.3～0.5	0.3～0.5	0.4～0.6
5～15ha //	0.3～0.5	0.2～0.4	0.4～0.6
15～50ha //	0.3～0.5	0.2～0.4	0.3～0.5
50ha～	0.2～0.4	0.2～0.4	0.3～0.5

#### 引用文献

- 愛知県（2018）愛知県治山必携 愛知県農林水産部  
農林基盤局森林保全課：4
- 千葉達郎・鈴木雄介・平松考晋（2007）地形表現手法  
の諸問題と赤色立体地図．地図 45 巻 1 号：27-  
36
- 中部地質調査業協会（2011）東海三県の地質と地盤．  
No.59 土と岩：53
- 蔭山寛生・豊嶋大倫・山口大樹（2003）治山ダム堆砂  
勾配の実態調査について．平成 15 年度年度治山  
研究発表会論文集：65-71
- 加藤知・仲澤立之・大橋克己（1982）ダムの堆砂勾配  
と計画勾配について．昭和 57 年度治山研究発表  
会論文集：141-160
- 西村淳吾（2015）豊田加茂管内における治山ダム堆

付表 航空レーザー計測データを活用した勾配係数の集計表

要素 地質	集水面積 (ha)	堆砂勾配 (%)	溪床勾配 (%)	勾配係数
第3紀層	0.85	17.37	45.28	0.38
第3紀層	0.89	9.74	34.10	0.29
第3紀層	3.18	20.70	38.74	0.53
第3紀層	4.86	9.36	18.93	0.49
第3紀層	4.95	5.05	27.97	0.18
第3紀層	5.63	14.18	33.23	0.43
第3紀層	6.57	14.26	27.15	0.53
第3紀層	7.16	9.25	35.67	0.26
第3紀層	7.43	4.69	25.44	0.18
第3紀層	7.72	7.83	22.46	0.35
第3紀層	7.90	3.36	18.93	0.18
第3紀層	8.43	17.56	35.67	0.49
第3紀層	8.51	15.86	32.08	0.49
第3紀層	11.72	11.88	25.86	0.46
第3紀層	11.99	11.05	25.86	0.43
第3紀層	12.85	8.03	12.91	0.62
第3紀層	13.21	8.68	27.46	0.32
第3紀層	13.45	1.87	7.39	0.25
第3紀層	14.33	7.78	25.86	0.30
第3紀層	14.78	9.94	20.58	0.48
第3紀層	15.64	6.08	18.73	0.32
第3紀層	15.91	5.42	15.47	0.35
第3紀層	16.27	9.23	23.13	0.40
第3紀層	16.40	18.81	35.67	0.53
第3紀層	16.70	3.92	18.73	0.21
第3紀層	18.50	5.69	15.29	0.37
第3紀層	18.74	3.11	15.29	0.20
第3紀層	19.37	14.18	23.35	0.61
第3紀層	19.49	3.34	13.39	0.25
第3紀層	22.32	3.41	15.29	0.22
第3紀層	23.78	3.79	7.39	0.51
第3紀層	26.69	5.30	13.25	0.40
第3紀層	30.11	2.75	13.25	0.21
第3紀層	30.40	9.12	19.10	0.48
第3紀層	31.46	2.85	5.74	0.50
第3紀層	34.29	6.50	19.10	0.34
第3紀層	53.39	7.23	24.60	0.29
第3紀層	54.75	1.70	12.73	0.13
第3紀層	54.77	4.36	12.73	0.34
第3紀層	56.23	2.72	9.02	0.30
第3紀層	78.71	11.49	27.63	0.42
第3紀層	88.16	5.99	20.26	0.30

要素 地質	集水面積 (ha)	堆砂勾配 (%)	溪床勾配 (%)	勾配係数
花崗岩	0.58	4.14	21.17	0.20
花崗岩	0.62	14.68	44.21	0.33
花崗岩	0.77	18.35	36.73	0.50
花崗岩	0.83	14.39	44.21	0.33
花崗岩	1.15	7.34	24.80	0.30
花崗岩	1.26	12.24	26.13	0.47
花崗岩	1.42	9.19	24.80	0.37
花崗岩	1.94	20.24	26.13	0.77
花崗岩	2.09	3.38	10.09	0.33
花崗岩	2.18	7.39	10.50	0.70
花崗岩	2.32	8.41	18.78	0.45
花崗岩	2.54	10.32	22.67	0.46
花崗岩	3.56	2.00	10.50	0.19
花崗岩	4.32	1.37	10.89	0.13
花崗岩	5.85	2.20	10.50	0.21
花崗岩	7.00	1.53	6.13	0.25
花崗岩	7.49	4.17	14.88	0.28
花崗岩	7.76	4.31	37.69	0.11
花崗岩	8.01	10.98	26.08	0.42
花崗岩	8.21	8.17	15.67	0.52
花崗岩	8.57	1.10	7.77	0.14
花崗岩	8.89	10.10	20.88	0.48
花崗岩	9.05	2.71	6.13	0.44
花崗岩	9.07	4.32	21.28	0.20
花崗岩	9.07	6.28	15.67	0.40
花崗岩	9.88	4.74	15.67	0.30
花崗岩	11.07	7.44	15.67	0.47
花崗岩	11.09	7.37	21.93	0.34
花崗岩	11.61	6.78	21.51	0.32
花崗岩	11.79	2.97	15.67	0.19
花崗岩	12.42	14.88	21.93	0.68
花崗岩	12.53	9.22	21.93	0.42
花崗岩	12.83	4.27	14.36	0.30
花崗岩	13.57	2.67	12.22	0.22
花崗岩	13.93	6.13	20.88	0.29
花崗岩	14.60	5.15	20.88	0.25
花崗岩	14.63	9.86	21.93	0.45
花崗岩	15.30	2.74	21.93	0.12
花崗岩	15.53	10.00	21.93	0.46
花崗岩	18.16	6.95	21.28	0.33
花崗岩	19.10	4.57	21.28	0.21
花崗岩	19.87	6.39	12.51	0.51
花崗岩	22.05	3.34	12.22	0.27
花崗岩	22.61	2.00	17.28	0.12

要素 地質	集水面積 (ha)	堆砂勾配 (%)	溪床勾配 (%)	勾配係数
花崗岩	23.36	5.73	13.81	0.42
花崗岩	23.42	4.80	18.38	0.26
花崗岩	24.39	5.71	16.35	0.35
花崗岩	25.58	4.00	13.81	0.29
花崗岩	26.62	7.62	13.81	0.55
花崗岩	27.09	5.05	13.35	0.38
花崗岩	28.69	8.31	21.43	0.39
花崗岩	28.80	3.06	5.42	0.56
花崗岩	29.86	11.49	23.16	0.50
花崗岩	31.79	5.09	18.38	0.28
花崗岩	35.19	6.77	18.38	0.37
花崗岩	43.09	1.38	16.35	0.08
花崗岩	44.19	7.34	15.37	0.48
花崗岩	44.73	3.60	15.26	0.24
花崗岩	49.16	4.02	15.26	0.26
花崗岩	49.41	4.94	21.51	0.23
花崗岩	53.55	0.91	16.35	0.06
花崗岩	54.79	5.14	21.51	0.24
花崗岩	55.08	0.92	6.57	0.14
花崗岩	56.07	5.98	13.46	0.44
花崗岩	56.93	5.08	13.46	0.38
花崗岩	58.05	7.07	13.46	0.53
花崗岩	58.88	4.66	21.51	0.22
花崗岩	60.39	2.21	6.38	0.35
花崗岩	62.84	6.53	21.51	0.30
花崗岩	65.36	1.31	6.38	0.20
花崗岩	67.25	2.85	5.93	0.48
花崗岩	67.66	0.84	6.46	0.13
花崗岩	68.06	0.34	5.93	0.06
花崗岩	76.48	5.38	15.37	0.35
花崗岩	76.91	6.71	15.37	0.44
花崗岩	77.15	5.58	15.63	0.36
花崗岩	83.61	0.67	5.93	0.11
花崗岩	90.32	1.30	5.93	0.22
花崗岩	102.83	2.88	5.93	0.48
花崗岩	138.42	0.72	9.14	0.08
花崗岩	139.03	1.13	9.14	0.12
花崗岩	152.96	3.80	9.14	0.42
領家変成岩	0.56	12.14	37.27	0.33
領家変成岩	1.02	18.33	38.30	0.48
領家変成岩	1.94	13.97	32.47	0.43
領家変成岩	1.96	3.66	19.39	0.19
領家変成岩	2.12	6.77	28.76	0.24
領家変成岩	2.34	15.36	40.62	0.38

要素 地質	集水面積 (ha)	堆砂勾配 (%)	溪床勾配 (%)	勾配係数
領家変成岩	2.39	12.53	32.47	0.39
領家変成岩	3.15	14.84	21.62	0.69
領家変成岩	3.40	10.09	21.34	0.47
領家変成岩	3.50	17.71	27.98	0.63
領家変成岩	3.69	12.08	22.60	0.53
領家変成岩	4.77	14.91	22.01	0.68
領家変成岩	5.87	9.91	22.16	0.45
領家変成岩	6.14	7.07	22.01	0.32
領家変成岩	6.26	8.29	21.26	0.39
領家変成岩	6.35	8.92	22.01	0.41
領家変成岩	8.39	12.22	21.26	0.57
領家変成岩	10.01	5.17	15.57	0.33
領家変成岩	10.13	12.90	24.01	0.54
領家変成岩	10.26	15.95	26.34	0.61
領家変成岩	10.76	8.89	22.16	0.40
領家変成岩	11.79	8.95	29.81	0.30
領家変成岩	12.08	15.34	24.01	0.64
領家変成岩	12.96	15.83	23.74	0.67
領家変成岩	13.59	7.41	13.60	0.54
領家変成岩	14.11	12.06	24.01	0.50
領家変成岩	16.09	6.88	20.15	0.34
領家変成岩	16.11	6.21	29.81	0.21
領家変成岩	17.39	5.72	13.29	0.43
領家変成岩	17.53	7.66	29.81	0.26
領家変成岩	18.95	13.17	29.81	0.44
領家変成岩	19.80	9.33	23.56	0.40
領家変成岩	19.89	10.58	23.56	0.45
領家変成岩	26.71	14.42	24.74	0.58
領家変成岩	26.87	10.24	24.74	0.41
領家変成岩	29.93	6.52	15.52	0.42
領家変成岩	32.24	6.28	24.74	0.25
領家変成岩	36.92	6.18	15.52	0.40
領家変成岩	45.92	9.73	15.52	0.63
領家変成岩	51.75	6.22	15.83	0.39
領家変成岩	53.55	8.13	18.12	0.45
領家変成岩	53.91	7.67	18.12	0.42
領家変成岩	73.60	3.96	15.82	0.25
領家変成岩	80.33	6.73	15.82	0.43
領家変成岩	87.86	5.79	18.15	0.32
領家変成岩	91.85	11.61	18.15	0.64

# 早生樹の種苗生産及び育林技術に関する研究

2021 年度～2023 年度

長谷川規隆・岩下幸平\*

## 要 旨

早生樹のセンダン (*Melia azedarach*) について、県内における成長特性を把握し、種苗生産及び育林技術の開発を目的として、発芽、育苗、育林の各試験を実施した。発芽試験では、苗畑で 92%、育苗箱で 60% の発芽率となった。また、加温による早期の発芽促進効果が認められた。育苗試験では、苗木の上長成長期間が 5～10 月であることを明らかにするとともに、加温にて早期発芽させた幼苗を M スターコンテナ（多段階調節型筒状容器）に移植することで、1 年で苗畑と同等の大きさのコンテナ苗生産が可能となった。また、コンテナ容器のサイズに伴う苗高の収束も認められたことから、容器サイズによる苗高のコントロールも可能であると考えられた。育林試験では、成長に係る諸条件からセンダンの成長を評価した結果、標高・土壌・照度の影響が大きく、植栽地選定において十分に考慮すべきことが示唆された。また、センダンを加害する病害虫であるゴマダラカミキリ (*Anoplophora malasiaca*) 被害への対処方法及び防除策を検討した結果、被害木は地際伐採による萌芽更新、防除策として薬剤の散布が有効であることが明らかとなった。

## I はじめに

愛知県では、人工林面積の 8 割以上が 50 年生を超え（愛知県 2023）本格的な利用期を迎えており、今後主伐・再生林の増加が見込まれている。また、我が国では持続可能な開発目標（SDGs）において、2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする 2050 年カーボンニュートラルの実現を目指しており、大気中の温室効果ガス吸収源として森林が大きな役割を果たすことが期待されている（林野庁 2023）。更には、花粉症は多くの国民を悩ます社会問題として閣議決定（内閣官房 2023）され、花粉症対策に資する苗木による植替えや広葉樹の導入が急務となっている。こうした、森林・林業が抱える社会的・複合的な課題に対し、短期間で成長しかつ早期に収穫できる早生樹の植栽を推進していくことは、造林における省力化や収益性の観点からも、解決策のひとつになり得ると考えられている。本県では、こうした

関心の高まりを踏まえ、早生樹であるセンダン (*Melia azedarach*) について、造林樹種としての導入及び利用の拡大を目指している。そこで本研究では、本県由来のセンダンの成長特性を明らかにし、種苗生産及び育林技術の開発を目的とした。

## II 方法

### 1. 種苗生産技術

#### (1) 発芽試験

##### ア 発芽条件の検証

本県由来の種子について、発芽特性を明らかにするため、発芽試験を行った。

発芽試験に使用する種子は、名古屋市北区成願寺町地内の庄内川河川敷（以下、庄内川流域）、岡崎市上里町他地内の矢作川河川敷（以下、矢作川流域）、及び豊橋市牛川町他地内の豊川河川敷（以下、豊川流域）に自生するセンダンの複数個体から、播種する前年の 12 月に採取したものを使用し

た（図-1）。採取した種子は、果肉を取り除いた核の状態、保湿した砂に混ぜ 5℃の冷蔵庫内で保管した（以下、低温湿層処理）。

播種の条件として、2021年4月及び2022年4月に、当センター内の苗畑（以下、苗畑）に直接核を播種する方法、2022年4月に赤玉土を培地とする育苗箱（以下、育苗箱）、2023年1月及び4月にココピートオールド（株式会社トップ）と鹿沼土を堆積比4：1で混合したものを培地としたMスターコンテナ（四国化工株式会社製）及びマルチキャビティコンテナ（JFA-300、全国山林種苗共同組合連合会）（以下、まとめて取り扱う際はコンテナ）に核を播種（以下、1月播種、4月播種）し、当センター内のガラス温室内及び屋外に設置する方法を行った。播種後は、毎日目視により発芽本数を調査した。

イ 播種時期の検証

播種時期と発芽率の関係を検証するため、2023年2月中旬から4月下旬まで、屋外で種子150個を育苗箱に毎週（11週間）播種する試験（以下、毎週播種試験）を行った。播種後は、毎日目視により発芽本数を調査した。

表-1 発芽試験での使用種子（核）

流域名	個体名 (系統)	2021年		2022年		2023年		
		苗畑	苗畑	育苗箱	育苗箱 毎週	育苗箱 加温	マルチキャビティコンテナ 1月播種	コンテナ 4月播種
庄内川 流域	庄内 2		458	400				
	庄内 3		100	400				
	庄内 4	64						
	庄内 5	64						
	庄内 9	64						
	庄内 10	64			550	100	20	100
矢作川 流域	矢作 3	64			550	100	20	100
	矢作 4	64						
豊川 流域	豊川 2	64						
	豊川 3	64						
	東三河 5	64			550	100	20	100
合計		576	558	800	1650	300	60	300

ウ 加温による発芽促進効果の検証

加温による発芽促進効果を検証するため、2023年2月中旬に種子300個を播種した育苗箱を当センター内のビニールハウス内にある20℃に設定された加温マット（農電電子サーモND-610、筑波電器株式会社製）上に設置する試験（以下、加温試験）を行った。播種後は、毎日目視により発芽本数を調査した。

各年度で使用した種子を表-1に示す。

また、発芽試験で使用したMスターコンテナの構造を、図-2に示す。



図-1 種子採取位置

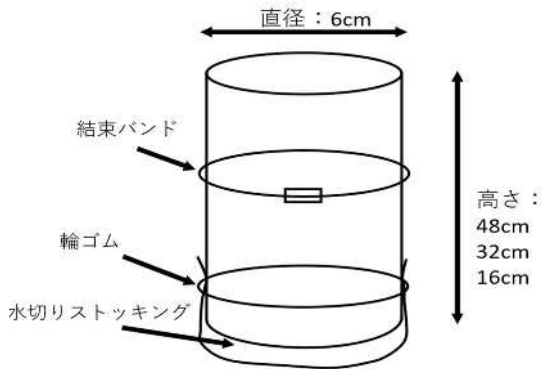


図-2 Mスターコンテナの構造

(2) 育苗試験

ア 苗畑での育苗試験

苗畑での発芽試験で得た幼苗について、継続して成長調査を実施した。

2021年4月に、発芽試験において得られる幼苗(526本)に対し、IB化成(ジェイカムアグリ株式会社製)を1㎡当たり0.2kg(以下、0.2kg/㎡)施肥した。その後9カ月を経た2022年1月に成長量を調査した。

2022年4月には、幼苗(514本)に対し、施肥0.2kg/㎡に加え1㎡あたり0.1kg(以下、0.1kg/㎡)の施肥区を設け、9月にかけて雑草を除去した。併せて、雑草を除去しない雑草有区を対照区として、2022年12月まで毎月成長量を調査した。

イ コンテナでの育苗試験

育苗箱での発芽試験で得た幼苗について、コンテナに移植し成長調査を実施した。

2022年8月、当センター内のガラス温室内(窓解放)で育苗箱にて発芽させた幼苗をMスターコンテナ(サイズ:48cm、32cm、16cm)及びマルチキャビティコンテナ(サイズ:300cc、150cc)に各サイズ80本(2系統)移植した。コンテナはガラス温室内に設置し、2023年12月まで毎月成長量を調査した(表-2)。各コンテナでは、ココピートオールドと鹿沼土を体積比4:1で混合した培

地に対し、1L当たりの施肥量10.0g、7.5g、5.0g、0.0g(以下、10.0g/L、7.5g/L、5.0g/L、0.0g/L)とし、20本ずつ施肥(ハイコントロール650,180日タイプ,ジェイカムアグリ株式会社製)をした。なお、散水は5分間、1日当たり1回行った。

表-2 コンテナ苗(2022年8月移植)試験状況

コンテナ サイズ 施肥量	Mスターコンテナ(本)			マルチキャビティ コンテナ(本)	
	48cm	32cm	16cm	300cc	150cc
10.0g/L	20	20	20	20	20
7.5g/L	20	20	20	20	20
5.0g/L	20	20	20	20	20
0.0g/L	20	20	20	20	20
合計	80	80	80	80	80

2023年5月には、加温試験にて得られた幼苗をMスターコンテナ(サイズ:48cm、32cm、16cm)及びマルチキャビティコンテナ(サイズ:300cc、150cc)に各サイズ30本(3系統)移植した。コンテナは屋外に設置し、2023年12月まで毎月成長量を調査した。なお、系統には苗畑での育苗試験において良好で、各流域に採種する母樹が残存しているものを選抜した。培地は、2022年の育苗試験と同じで、施肥量は全コンテナで10.0g/Lとした(表-3)。

表-3 コンテナ苗(加温による発芽促進・2023年5月移植)試験状況

コンテナ サイズ 施肥量	Mスターコンテナ(本)			マルチキャビティ コンテナ(本)	
	48cm	32cm	16cm	300cc	150cc
10.0g/L	30	30	30	30	30

なお、比較のため2023年8月には毎週播種試



験にて得られた幼苗を M スターコンテナ (サイズ: 48cm、32cm、16cm) 及びマルチキャビティコンテナ (サイズ: 300cc、150cc) に各サイズ 60 本 (3 系統) 移植した。コンテナは屋外に設置し、2023 年 12 月まで毎月成長量を調査した。施肥量は 10.0g/L、7.5g/L、5.0g/L、0.0g/L とし、各コンテナにおいて 15 本ずつ施肥した (表-4)。

また、目視により病虫害被害を調査した。

表-4 コンテナ苗 (2023 年 8 月移植) 試験状況

コンテナ サイズ 施肥量	M スターコンテナ (本)			マルチキャビティ コンテナ (本)	
	48 cm	32cm	16cm	300cc	150cc
10.0g/L	15	15	15	15	15
7.5g/L	15	15	15	15	15
5.0g/L	15	15	15	15	15
0.0g/L	15	15	15	15	15
合計	60	60	60	60	60

## 2. 育林技術

### (1) 各試験地の成長状況

2021 年に苗畑に播種し育苗した苗木を、2022 年 2~5 月に県内 5 試験地に植栽し、四半期毎に 2023 年 12 月まで樹高と根元径を計測した。系統には、苗畑で育苗した 9 系統のうち、成長が不良であった 1 系統 (豊川 3) を除いた 8 系統を採用した。

各試験地は、新城市玖老勢 (植栽本数 60 本、標高 125m)、豊田市小渡町 (植栽本数 240 本、標高 245m)、岡崎市大代 (植栽本数 20 本、標高 190m)、森林・林業技術センター試験林 (以下、センター試験林) (植栽本数 50 本、標高 295m)、設楽町田峯 (植栽本数 44 本、標高 990m) である (図-3)。各試験地においては、植栽 1 年目と 2 年目の 5 月と 9 月に芽かきを実施した (計 4 回)。なお、芽かきは「センダンの育成方法」(熊本県林業研究指導

所 2015) に基づき実施した。また、設楽町田峯を除く 4 試験地では、植栽前に土壤調査 (pH、EC、pf、透水性)、データロガー (UA-002-64、Onset 社製) による 10 分毎の気温・照度の計測 (期間: 2022 年 6~12 月)、及び施肥 (ウッドエース 4 号、ジェイカムアグリ株式会社製) を 2022 年 7 月に 1 回行った。なお、施肥量については 1 本あたり 90g、50g、0g の 3 区分を設けた。更に、試験地が斜面になっている新城市玖老勢、豊田市小渡町、センター試験林は、植栽位置を斜面の位置によって上部、中部、下部とした。また、データロガーは斜面の上部、中部、下部において、高さ 1m 程度の木杭の先端に設置した。

### (2) 病虫害被害と対策

各試験地において、熊本県林業研究指導所 (2015) で確認されたゴマダラカミキリやセンダンこぶ病等の病虫害の被害調査を不定期に目視で実施し、確認した被害に対し薬剤散布による対策を講じた。

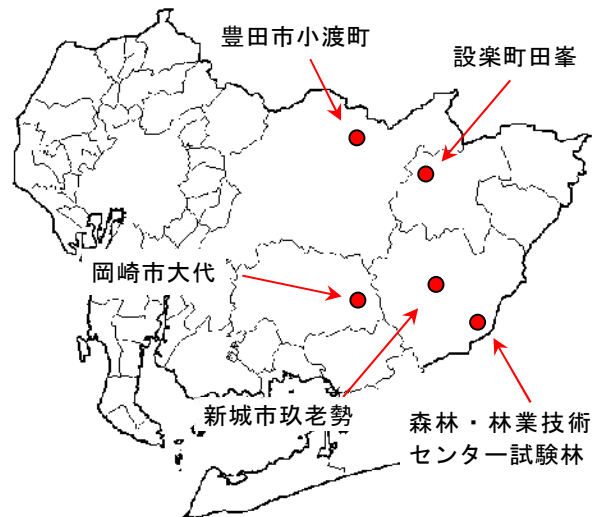


図-3 育林試験地

## III 結果と考察

### 1. 種苗生産技術

#### (1) 発芽試験

##### ア 播種条件の検証

各条件で行った発芽試験結果を表-5 に示す。

2021年に9系統から採取した種子を苗畑に播いた結果、発芽率は91% (526個/576個)となった。2022年は発芽率92% (514個/558個)となった。2年間のこれらの試験によって、苗畑での播種では発芽率が90%を超えることが分かった。また、系統間で発芽率に有意な差は認められなかった。

2022年にガラス温室内で育苗箱に播種した結果、発芽率は60% (480個/800個)となった。

2023年マルチキャビティコンテナに1月播種した試験では発芽率8% (5個/60個)、2023年コンテナに4月播種した試験では発芽率19% (56個/300個)となり、育苗箱と比べ低調な発芽率であった。この結果から、コンテナへの直接播種においては、発芽のないコンテナは不要となり、用いた培地や設置スペースが無駄になるリスクがあると言える。

表-5 条件別発芽試験結果

条件	実施時期	培地	発芽率
苗畑	2021年 4月播種	畑土	91% (n=576)
	2022年 4月播種		92% (n=558)
育苗箱	2022年 4月播種	赤玉土	60% (n=800)
マルチキャビティコンテナ	2023年 1月播種	ココピート オールド: 鹿沼土 =4:1	8% (n=60)
コンテナ	2023年 4月播種	ココピート オールド: 鹿沼土 =4:1	19% (n=300)
内訳 Mスター コンテナ			26% (n=180)
マルチキャビティコンテナ			7% (n=120)

## イ 播種時期の検証

2023年2月から実施した毎週播種試験では、3月8日に播種したものが最も高い発芽率で67% (100個/150個)であった。播種日が3月8日から前後に離れるほど、発芽率が下がる傾向となった(表-6)。このことから、効率的に苗木生産を行うためには、3月上旬播種が適した時期であると示唆された。

表-6 毎週播種試験結果

播種日	1本目発芽日 (経過日数)	最終発芽日 (経過日数)	最終発芽率 (%)
2/13	5/9 (85)	7/10 (147)	26 (n=150)
2/21	5/1 (69)	7/28 (157)	43 (n=150)
3/1	4/28 (58)	7/27 (148)	61 (n=150)
3/8	5/8 (61)	7/24 (138)	67 (n=150)
3/16	5/8 (53)	7/28 (134)	56 (n=150)
3/22	5/22 (61)	7/13 (113)	7 (n=150)
3/29	5/9 (41)	7/21 (114)	14 (n=150)
4/5	5/25 (50)	7/24 (110)	11 (n=150)
4/12	5/29 (47)	7/18 (97)	9 (n=150)
4/19	6/5 (47)	7/10 (82)	2 (n=150)
4/26	6/27 (62)	7/28 (93)	3 (n=150)

## ウ 加温による発芽促進効果の検証

2023年2月から実施した加温試験においては、播種後38日目の3月23日に1本目が発芽し、最終的には5月16日に発芽率が55% (165個/300個)に至った。同日に播種した加温なしでは、播種後85日目の5月9日に1本目が発芽し、最終的には7月10日に発芽率26% (39個/150個)となった(図-4)。このことから、センダンの発芽促進においては、加温が有効な手法

であると考えられた。

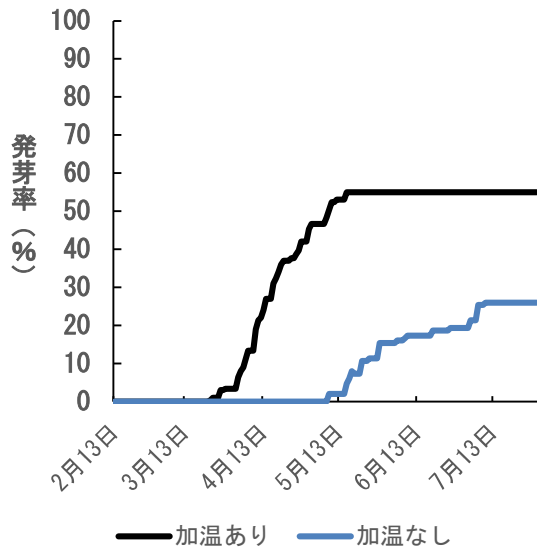


図-4 加温試験における発芽率の推移

(2) 育苗試験

ア 苗畑での育苗試験

2021年に発芽試験にて発芽させた幼苗について、播種後9カ月を経た2022年1月に成長調査を実施した。その結果、平均苗高は  $81.6 \pm 0.8\text{cm}$  となった。

2022年では播種後8ヶ月を経た12月時点で、施肥  $0.2\text{kg}/\text{m}^2$  の区分では平均苗高  $69.1 \pm 2.5\text{cm}$ 、 $0.1\text{kg}/\text{m}^2$  の区分では平均苗高  $57.4 \pm 0.9\text{cm}$  となった。対照の  $0.0\text{kg}/\text{m}^2$  の区分では平均苗高  $34.9 \pm 1.7\text{cm}$  であった。雑草を除去しなかった雑草有区では、 $0.2\text{kg}/\text{m}^2$  の区分で平均苗高  $26.1 \pm 1.1\text{cm}$ 、 $0.1\text{kg}/\text{m}^2$  の区分では平均苗高  $21.0 \pm 0.5\text{cm}$  であった(図-5)。また、雑草有区においては幼苗が被圧され、木化が進まず、枯損率は  $0.2\text{kg}/\text{m}^2$  で79%、 $0.1\text{kg}/\text{m}^2$  で74%となり、いずれも大半が枯損した(図-6)。このことから、苗畑での育苗では、成長を促進するために施肥が重要であり、また雑草の除去が必要であると考えられた。

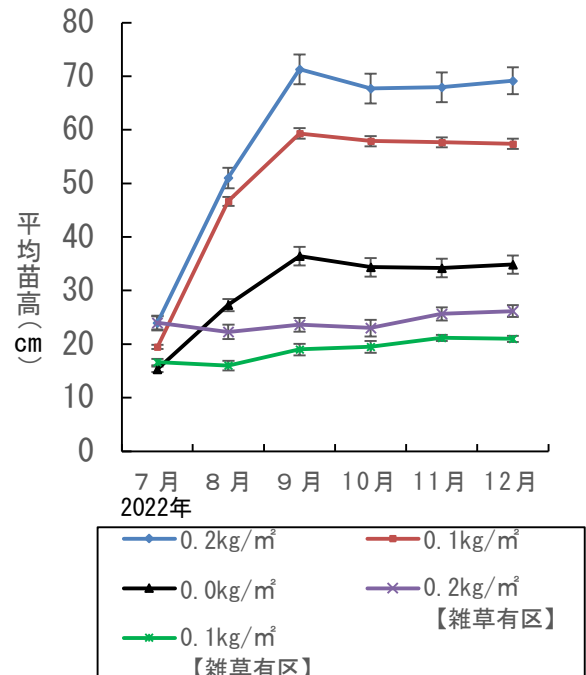


図-5 苗畑での平均苗高の推移

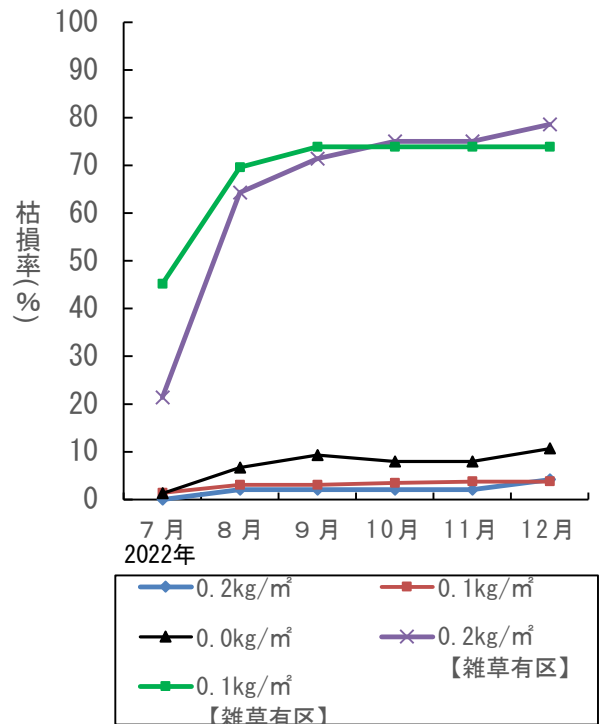


図-6 苗畑での枯損率の推移

イ コンテナでの育苗試験

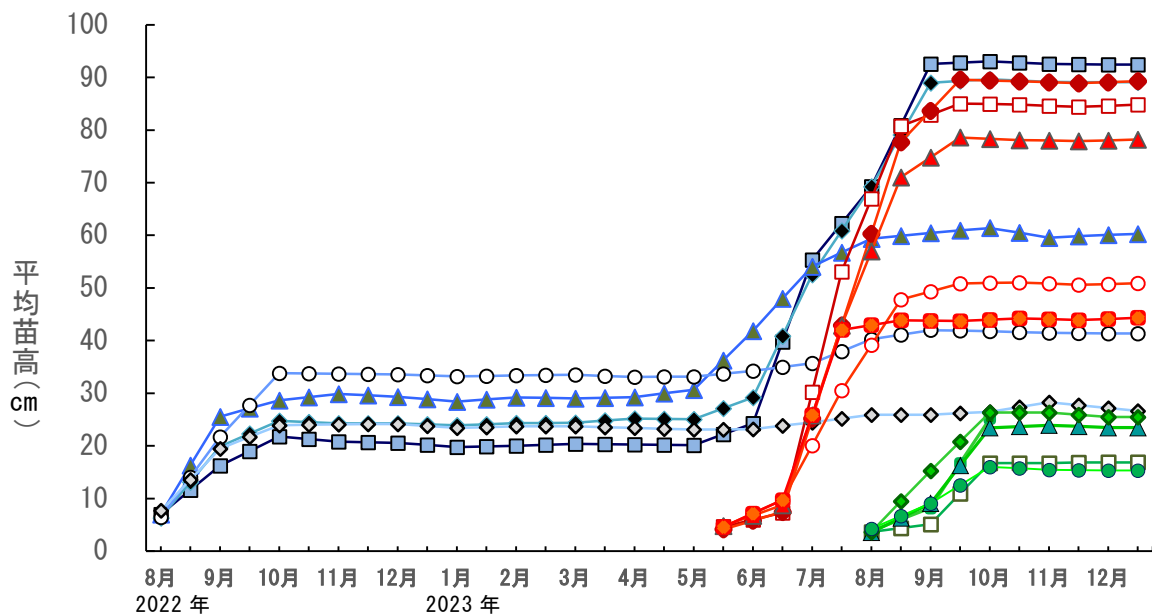
2022年8月にコンテナに移植した苗、加温による発芽促進を行い2023年5月にコンテナに移植

した苗、及び 2023 年 8 月にコンテナに移植した苗の施肥 10 g/L したものの平均苗高の推移について図-7 に、2023 年 12 月時点での成長結果を表-7~9 に示す。

2022 年 8 月に移植した苗は、その年の 10 月で上長成長が止まり、その後翌年 5 月から上長成長を再開し、6 月から急激な上長成長を示した後、10 月にはコンテナ容器の大きさに応じた高さに収束した。

2023 年 5 月に移植した苗は、6 月から急激な上長成長を示した後、10 月にはコンテナ容器の大きさに応じた苗高に収束した。M スターコンテナの平均苗高は、48cm サイズで 84.8±3.4cm、32cm サイズで 89.3±3.6cm、16cm サイズで 78.2±3.4cm

であった。一方、マルチキャビティコンテナでは、300cc で 50.9±2.6cm、150cc で 44.3±1.6cm であった。このことから、M スターコンテナを使用することにより、1 年で苗畑と同等の大きさのコンテナ苗生産が可能であると考えられる。併せて、コンテナのサイズに応じて、苗高をコントロールすることも可能であることが分かった。また、セندان幼苗の上長成長期間は、5~10 月であり、そのうち急激な成長は 6~9 月であることが明らかとなった。このことから、1 年間で最大の大きさの苗を生産するには、この本格的な成長期間を迎える 5 月下旬までには、コンテナに幼苗を移植する必要があると考えられた。



—□— 2022移植, M48cm, 10g/L	—◆— 2022移植, M32cm, 10g/L
—▲— 2022移植, M16cm, 10g/L	—○— 2022移植, マ300cc, 10g/L
—◇— 2022移植, マ150cc, 10g/L	—□— 2023移植, 加温, M48cm, 10g/L
—◆— 2023移植, 加温, M32cm, 10g/L	—▲— 2023移植, 加温, M16cm, 10g/L
—○— 2023移植, 加温, マ300cc, 10g/L	—●— 2023移植, 加温, マ150cc, 10g/L
—□— 2023移植, M48cm, 10g/L	—◆— 2023移植, M32cm, 10g/L
—▲— 2023移植, M16cm, 10g/L	—◇— 2023移植, マ300cc, 10g/L
—●— 2023移植, マ150cc, 10g/L	

図-7 各コンテナサイズにおける苗高の推移

表-7 コンテナ苗（2022年8月移植）の成長結果

コンテナサイズ 施肥量	M スターコンテナ						マルチキャビティコンテナ			
	48cm	標準 偏差	32cm	標準 偏差	16cm	標準 偏差	300cc	標準 偏差	150cc	標準 偏差
10.0g/L	92.5 (8.10)	13.2 (1.98)	89.1 (6.94)	20.9 (1.89)	60.1 (7.76)	10.4 (1.98)	41.3 (7.37)	8.0 (2.73)	27.2 (5.71)	4.9 (2.21)
7.5g/L	83.5 (6.68)	21.7 (2.76)	98.9 (7.70)	25.3 (2.16)	66.9 (7.98)	13.7 (1.77)	41.4 (6.54)	6.5 (1.76)	36.7 (4.78)	4.2 (1.58)
5.0g/L	58.4 (7.73)	11.9 (1.63)	64.6 (7.51)	20.3 (2.24)	50.1 (7.02)	10.9 (0.77)	28.9 (4.60)	7.3 (1.95)	26.1 (4.80)	6.8 (1.11)
0.0g/L	6.8 (0.73)	1.8 (0.41)	7.4 (0.73)	1.3 (0.38)	7.3 (0.69)	2.0 (0.38)	6.8 (0.74)	1.5 (0.29)	7.9 (1.00)	2.3 (0.19)

ただし、上段は苗高：cm、下段()内は根元径：mm、2023年12月計測

表-8 コンテナ苗（加温による発芽促進・2023年5月移植）の成長結果

コンテナサイズ 施肥量	M スターコンテナ						マルチキャビティコンテナ			
	48cm	標準 偏差	32cm	標準 偏差	16cm	標準 偏差	300cc	標準 偏差	150cc	標準 偏差
10.0g/L	84.8 (8.95)	15.7 (2.94)	89.3 (8.16)	19.4 (1.67)	78.2 (6.66)	18.0 (1.58)	50.9 (5.09)	13.1 (1.24)	44.3 (5.40)	8.8 (0.86)

ただし、上段は苗高：cm、下段()内は根元径：mm、2023年12月計測

表-9 コンテナ苗（2023年8月移植）の成長結果

コンテナサイズ 施肥量	M スターコンテナ						マルチキャビティコンテナ			
	48cm	標準 偏差	32cm	標準 偏差	16cm	標準 偏差	300cc	標準 偏差	150cc	標準 偏差
10.0g/L	16.9 (3.81)	8.7 (1.17)	24.3 (4.76)	8.7 (1.38)	23.5 (3.82)	7.1 (0.91)	25.5 (3.82)	6.3 (0.88)	15.3 (2.85)	2.7 (0.44)
7.5g/L	24.4 (4.90)	6.0 (1.17)	25.0 (4.35)	11.1 (1.29)	20.3 (3.67)	4.8 (0.71)	25.9 (3.51)	5.0 (0.78)	14.4 (2.81)	3.8 (0.75)
5.0g/L	22.3 (4.97)	8.2 (1.41)	22.7 (4.56)	10.6 (1.23)	19.5 (3.75)	4.5 (0.73)	24.1 (3.31)	7.0 (0.78)	13.9 (2.67)	4.1 (0.91)
0.0g/L	3.8 (1.09)	0.7 (0.32)	3.7 (1.01)	0.8 (0.24)	4.0 (0.91)	1.3 (0.32)	3.7 (0.89)	0.6 (0.34)	3.7 (0.96)	0.9 (0.21)

ただし、上段は苗高：cm、下段()内は根元径：mm、2023年12月計測

各コンテナ苗の枯損率は、2023年12月時点で表-10~12のとおりとなった。成長が大きいMスターコンテナ48cm及び32cmサイズでは、他のサイズに比べ枯損率が高くなる傾向が見られたが、得苗率は7割以上であった。大きい個体の集団ほど競争が生じ、隣接する個体間で光や水の遮断が生じやすく、競争に負けた個体は成長できず枯損したと考えられる。競争が見られる場合には、Mスターコンテナの特性を活かし、被圧された苗を移設するなどの方法も有効になると考えられる。

表-10 コンテナ苗(2022年8月移植)の枯損率(%)

コンテナ サイズ 施肥量	Mスターコンテナ			マルチキャビ ティコンテナ	
	48cm	32cm	16cm	300cc	150cc
10.0g/L	15	11	0	6	7
7.5g/L	22	27	11	0	22
5.0g/L	16	5	0	5	5
0.0g/L	15	45	10	47	20

表-11 コンテナ苗(2023年5月移植)の枯損率(%)

コンテナ サイズ 施肥量	Mスターコンテナ			マルチキャビ ティコンテナ	
	48cm	32cm	16cm	300cc	150cc
10.0g/L	30	6	6	16	0

表-12 コンテナ苗(2023年8月移植)の枯損率(%)

コンテナ サイズ 施肥量	Mスターコンテナ			マルチキャビ ティコンテナ	
	48cm	32cm	16cm	300cc	150cc
10.0g/L	46	13	13	0	0
7.5g/L	33	0	0	0	6
5.0g/L	0	0	0	0	0
0.0g/L	0	0	0	0	0

2023年12月時点において、生産した全コンテナ苗の根元径と苗高の関係は図-8のとおりとなり、以下の線形近似式(1)を得た。

$$Y = 8.6271X - 2.5068 \quad R^2 = 0.6529 \dots (1)$$

$$(Y : \text{苗高}, X : \text{根元径}) \Rightarrow R = 0.80802$$

根元径と苗高の関係は、相関係数0.80となり、強い正の相関があった。センダンには根元径10mm以上になると霜や低温による先端枯損の発生率が1%未満になるとされる(岩下ら 2022)。これを踏まえ、得られた近似式(1)においてX=10を代入すると、Y=83.7642となった。このことから、80cm程度の苗高があれば冬期の先端枯損に強い苗木になると考えられる。

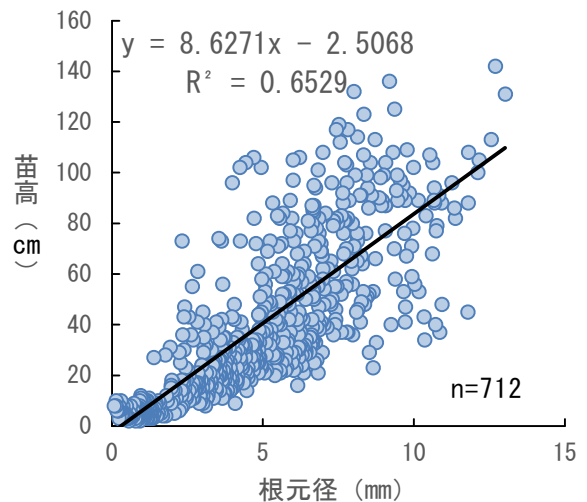


図-8 コンテナ苗の根元径と苗高の関係

育苗時における昆虫類による食害については、2023年3月下旬に、ガラス温室内のコンテナ苗の83%において、センダンヒメハマキ(別名センダンハマキ、ベニモンヒメハマキ、ベニモンキハマキ、*Loboschiza koenigiana*)の幼虫による、樹皮の被食被害が発生した(図-9)。中には、幹の髓まで被食された個体も見られた。その後、一時的に成長阻害を受けたものの、樹皮は再生し成長は継続した。対策として、センダンヒメハマキは6~9月が成虫期間(石井ら編 1958)で、9月にセンダ

ンに産卵する（宮下久哉 私信）ことから、9月に薬剤散布をすることが効果的であると考えられる。

また、2022年9月には、葉に菌類による斑点が見られたが、その後落葉し成長への影響は見られなかった。



図-9 センダンヒメハマキの幼虫による被害

## 2. 育林技術

### (1) 各試験地の成長状況

各試験地の平均樹高及び平均根元径の調査結果は図-10、11及び表-13のとおりとなった。センダンの上長成長の傾向として、春期から夏期が成長期間であった。肥大成長は秋期から冬期にかけて鈍化はするものの1年間継続していた。なお、芽かきにより樹頂を切除した個体もあるため、2022年5月に樹高は減少している。試験地別に2022年6月から2023年12月までの平均樹高成長

表-13 試験地別成長状況（2023年12月時点）

量を見ると、新城市玖老勢+290cm、豊田市小渡町+210cm、岡崎市大代+79cm、設楽町田峯-62cmと

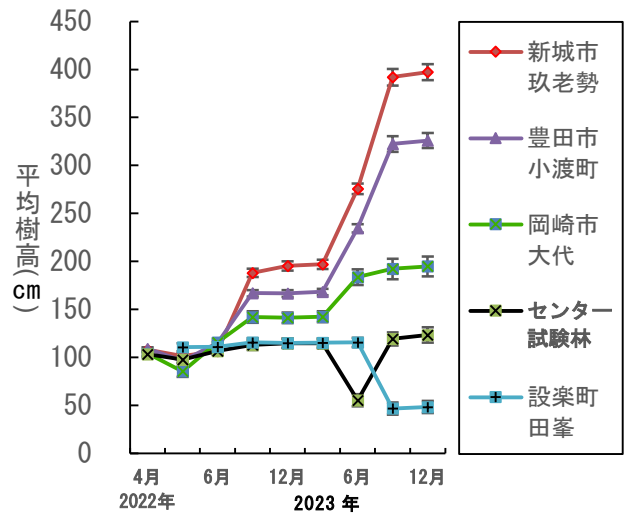


図-10 樹高の推移

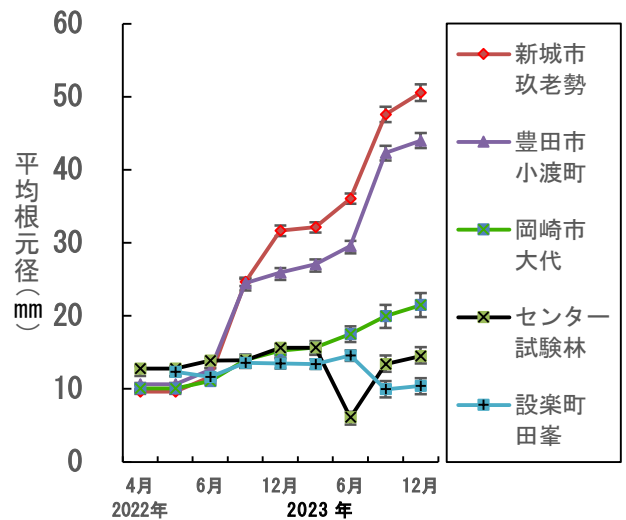


図-11 根元径の推移

試験地	平均樹高 (cm)	標準偏差	平均樹高成長量 (cm)	平均根元径 (mm)	標準偏差	平均根元径成長量 (mm)
新城市玖老勢	397	64.2	+290	50.5	8.7	+38.9
豊田市小渡町	326	120.7	+210	43.9	13.6	+31.3
岡崎市大代	195	46.4	+79	21.5	7.4	+10.4
センター試験林	123	55.4	+16	14.4	8.9	+0.6
設楽町田峯	48	42.2	-62	10.4	7.2	-1.2

※成長量は2022年6月～2023年12月の2成長期で評価

なった。なお、重機による土壌攪乱を受けた豊田市小渡町の斜面下部は成長不良となり、平均樹高成長量は+133cmであった。後述するゴマダラカミキリ被害を受けたセンター試験林では、2023年3月に地際伐採を行ったため、他試験地と同様に評価することはできなかったが、成長は低調であった。また、標高が990mで、冬期に積雪がある設楽町田峯では、ほとんど成長は見られず、植栽した44本のうち34本で先枯れが発生し、そのうち6本が枯損した。この試験地では、冬期に寒害を受け、先枯れし樹頂を喪失するため、その後の生存・成林は困難であると考えられた。

本研究では、植栽した全個体について、2022年及び2023年の春期及び夏期に側芽を切除する芽かきを実施したため、通直な形状になっている。成長が良好であった新城市玖老勢と豊田市小渡町では、既に材として利用可能な2mを超える通直な部位を有しており、中には6mを超える個体も見られた。2023年12月に計測した全個体の根元径と樹高の関係は図-12のとおりとなり、以下の線形近似式(2)を得た。

$$Y = 7.1206X + 14.90 \quad R^2 = 0.8929 \dots (2)$$

(Y: 樹高、X: 根元径) ⇒ R=0.944

根元径と樹高の関係は、相関係数0.94となり、強い正の相関が認められた。

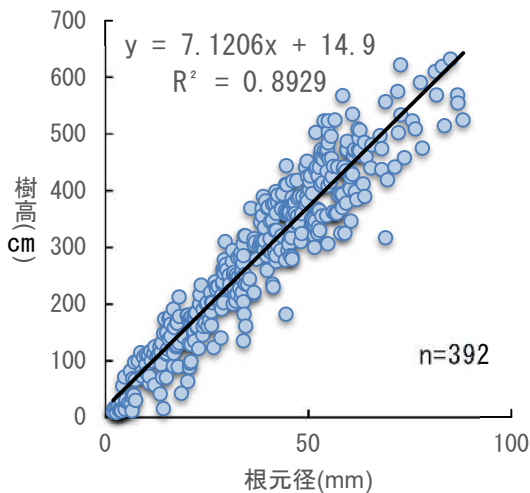


図-12 全個体の根元径と樹高の関係

設楽町田峯を除く試験地で実施した土壌調査のA層の結果は、表-14のとおりとなった。成長量が高い新城市玖老勢及び豊田市小渡町はA層が45cmと発達していたが、成長量が小さい岡崎市大代及びセンター試験林は30cmであった。最も良好な成長を示した新城市玖老勢ではECが24.9 μs/cmと他の試験地よりも高かった。これは、この試験地は畑跡地であり、肥沃な土壤であることが要因と考えられた。この他、良好な成長を示す条件として褐色森林土であることや弱酸性であること、適度な透水性を持つことも必要であると考えられた。

表-14 A層の土壌調査結果

	新城市 玖老勢	豊田市 小渡町	岡崎市 大代	センター 試験林
厚さ (cm)	45	45	30	30
pH	6.2	5.4	5.6	5.0
EC (μs/cm)	24.9	7.7	12.0	16.0
Pf1 (ml)	84.8	46.4	—	51.7
透水性	中	中	大	中
種類	褐色森林土	褐色森林土	黄褐色森林土	黄褐色森林土

良好な成長を示した新城市玖老勢及び豊田市小渡町の2試験地について、斜面位置(上部、中部、下部)と施肥量(1本あたり90g、50g、0g)別の樹高及び根元径の成長量(2022年6月から2023年12月までの2成長期)は図-13~16となった。

新城市玖老勢では、沢に近い下部ほど成長量は大きいですが、施肥量の影響は見られなかった。これは、肥沃な土壌条件と、後述する照度が影響したと考えられた。豊田市小渡町では、斜面の上部より中部が、そして施肥をした箇所は成長量が大きくなった。この結果は、先行研究(熊本県林業研究指導所 2015)と概ね合致した。なお、試験地内で重機による土壌攪乱を受けた斜面下部は評価対象から除外した。



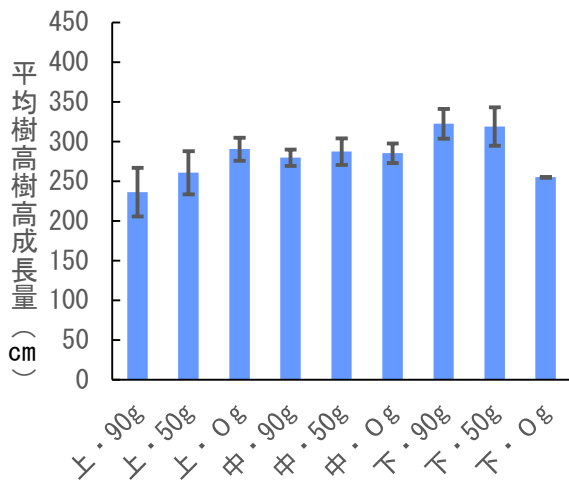


図-13 新城市玖老勢 条件別樹高成長量

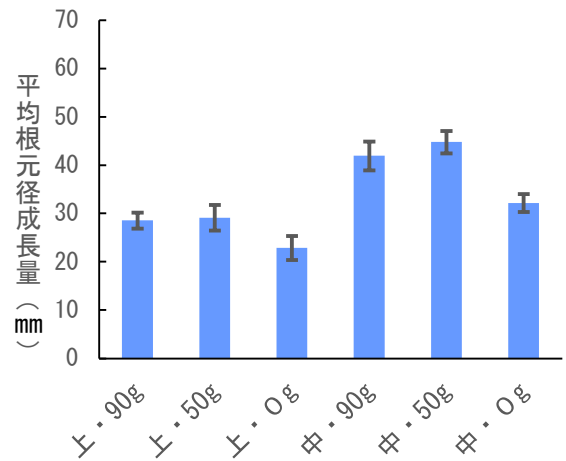


図-16 豊田市小渡町 条件別根元径成長量

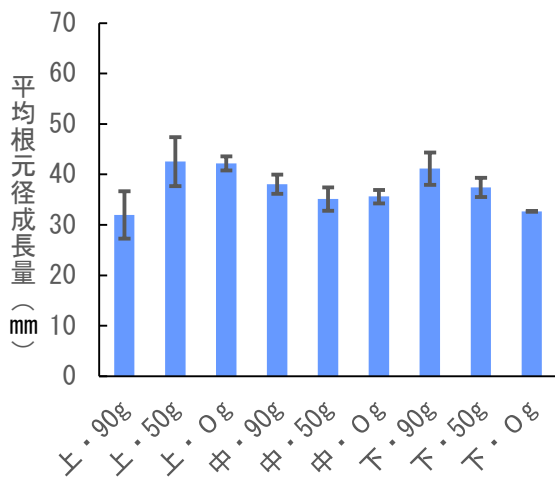


図-14 新城市玖老勢 条件別根元径成長量

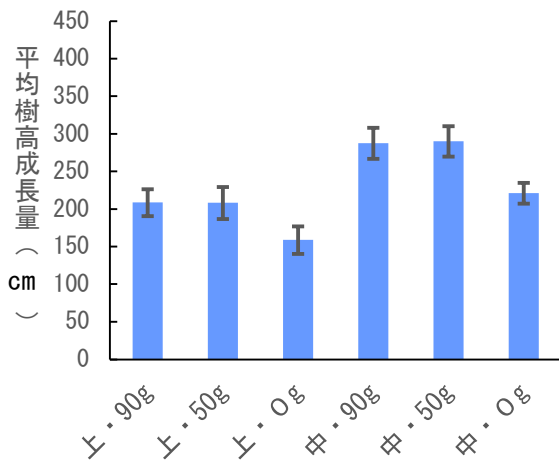


図-15 豊田市小渡町 条件別樹高成長量

新城市玖老勢及び豊田市小渡町の2試験地の気温及び照度について、月毎に平均した結果を図-17~20に示す。照度については、計測値の0Luxを除いた数値(日中照度)を評価対象とした。なお、岡崎市大代及び林業センター試験林は、成長が病害虫等により不良であったため、評価対象から除外した。

気温については、両試験地共に、試験地内で差は見られず、同傾向で推移した。

一方、照度は隣接する立木等の影響によって差が出る結果となった。

新城市玖老勢では、6月から9月の照度について、上部の方が下部より5,000~20,000Lux程度高くなった。この局所的に生じた照度の高い環境が成長を促し、試験地内における施肥量や位置の影響を覆す個体が見られた要因のひとつになったと考えられる。

また、豊田市小渡町では、6~9月において、林縁部にあたる上部の照度が、中部よりも10,000~20,000Lux程度低い結果となった。この試験地の上部は、斜面位置に加え照度の影響も大きく受け、成長量が小さくなったと考えられる。センダンは陽樹であるため、成長期間における照度の確保がセンダンの育林における重要な因子になることを

裏付ける結果となった。

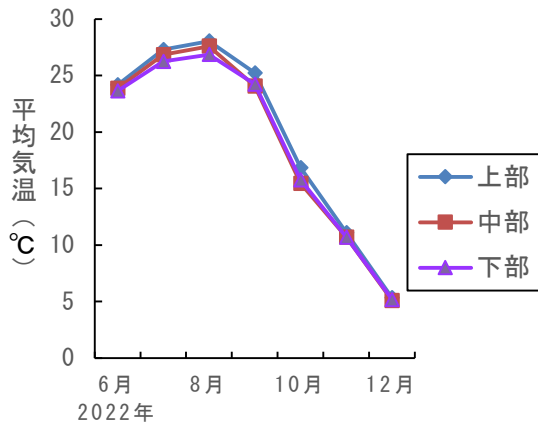


図-17 新城市玖老勢 平均気温の推移

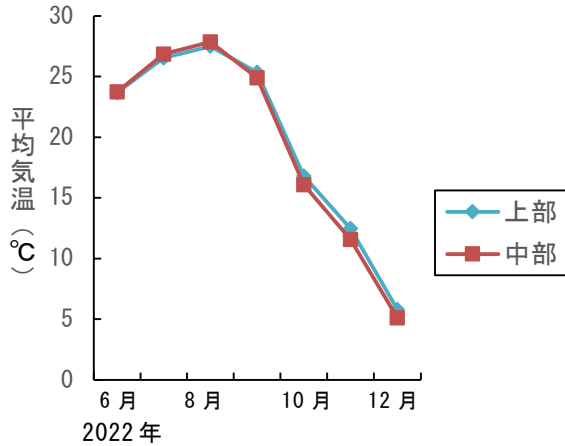


図-18 豊田市小渡町 平均気温の推移

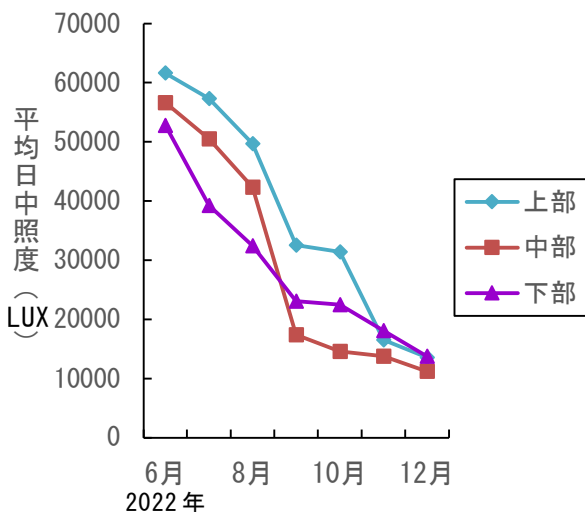


図-19 新城市玖老勢 平均日中照度の推移

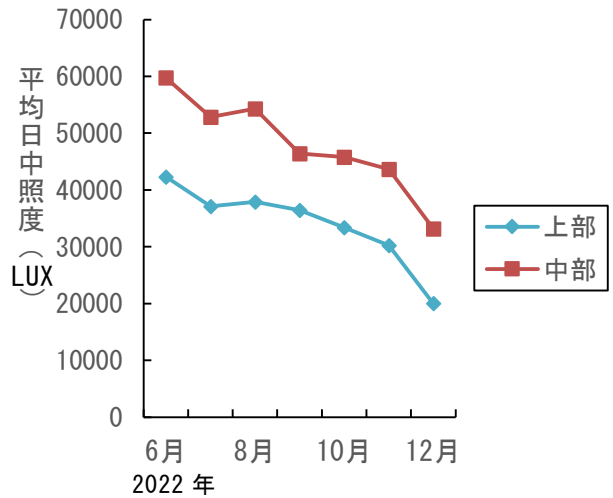


図-20 豊田市小渡町 照度の推移

新城市玖老勢及び豊田市小渡町の系統別の成長状況は表-15 のとおりとなった。最も良好な成長を示した系統は矢作 3、続いて庄内 9、庄内 10であったが、成長量に統計的な有意差は見られなかった。今回の調査結果からは、系統による成長への影響について、土壌・施肥量・照度等と比べると低いと考えられ、育林においてまずは施業として芽かきを確実に行うとともに、前述した影響の大きい環境因子を考慮し、光合成を促していく必要があると考えられる。なお、優良系統の選抜については、今後の継続調査の結果を見て検討していくこととしたい。

(2) 病虫害被害と対策

2022年6月、岡崎市大代においてシャクガの幼虫（種は確認出来ず）による、葉への被食被害が発生した。被害率は、100%（20本/20本）で発生した。葉の一部を喪失する被害がほとんどで、成長期の光合成量は減少するものの、生存に影響する致命的な被害には至らなかった。対策として、薬剤（ベニカ A スプレー, 住友化学園芸製）を2023年5月及び6月散布したところ、被害は減少した。

2022年8月、センター試験林において、前述したゴマダラカミキリ (*Anoplophora malasiaca*) の

表-15 系統別成長状況 (2023年12月時点)

系統	個体数 (n)	平均樹高 (cm)	標準偏差	平均樹高 成長量 (cm)	平均根元径 (mm)	標準偏差	平均根元径 成長量 (mm)
庄内 10	29	342	117.2	+228	45.9	17.2	+32.6
庄内 9	41	347	129.1	+258	43.5	14.5	+32.8
庄内 5	41	322	92.2	+210	47.0	12.8	+35.6
庄内 4	36	339	133.2	+227	47.8	17.6	+35.5
矢作 4	41	341	97.7	+215	43.2	14.0	+31.1
矢作 3	36	392	124.0	+259	50.4	17.3	+35.9
豊川 2	36	321	102.9	+209	42.9	14.0	+29.6
東三河 5	36	316	104.0	+200	41.7	13.0	+29.2

※成長量は2022年6月-2023年12月の2成長期で評価

成虫による樹皮への被食被害が発生した。被害率は91% (45本/49本, 1本は誤伐) で発生し、樹皮全体がえぐられ、中には自重で倒れる個体も見られた。2023年3月、被害の大きい個体43本を地際から3~4cmの高さで伐採したところ、72%にあたる31本で萌芽更新した。萌芽更新個体の平均樹高は同年12月で107cmとなり、木化も進んでいた。なお、対策として果樹等に対して有効な薬剤(ダントツ水溶性, 住友化学製、1000倍希釈)を2023年5月及び6月に散布したところ、この年はゴマダラカミキリの被害は見られなかった。このことから、ゴマダラカミキリが飛来する7月までには薬剤を散布することが対策として有効であることが認められた。

この他、本研究ではセンダンこぶ病等の細菌類による被害は見られなかった。

#### IV まとめ

本研究結果から、苗畑と同等の大きさの苗木生

産を効率的に行うためのスケジュールについては、表-16のとおりと考える。

表-16 苗木生産スケジュール

時期	実施内容
12月	種子採取 低温湿層処理
2月中旬	育苗箱に播種 加温(移植まで)
5月下旬	コンテナに移植 施肥
9月	薬剤散布
3~4月	山林へ植栽

本研究では、育苗研究にて、5月下旬に幼苗をMスターコンテナ(サイズ:32cm及び48cm、施肥量:10.0g)に移植することにより、1年で苗畑と同等の大きさで、先端枯損に強いコンテナ苗木生産の可能性があることを明らかにした。また、3種類のサイズのMスターコンテナと2種類のマルチキャビティコンテナを使用することで、苗高を

コントロールできることも分かった。今後は、早期に発芽させる新たな手法や、生産者に扱いやすいマルチキャビティコンテナによる先端枯損対策苗木の生産、更にはコンテナ苗の山林への植栽などにより、育苗技術の精度を高めていく必要がある。

また、育林研究では、本県由来の種子から生産した苗木を現場に植栽することにより、標高・土壌・施肥量・照度・系統等の諸条件を評価した。特に、土壌・照度の環境条件は成長への影響が大きい結果となった。植栽地の選定においては、特にこれらを考慮しなければならない。本研究では、植栽後2年間におけるセンダンの樹高成長を主な評価対象とした。今後、短伐期施業による木材生産の推進に向け、肥大成長に着目し、センダンを評価していくことが課題となる。同時に、間伐の施業時期を見据え、林内照度等の林内環境の評価も必要である。今回有意に選抜することが出来なかった系統についても、今後の継続的な調査により、肥大成長や強度特性の観点から評価されることが期待される。そして、研究の成果に基づいた現場への普及を図ることにより、地域や社会におけるセンダンへの認知や理解を促し、そのニーズに応じた樹種として、植栽の導入を推進していくことが必要である。

## 謝辞

本研究全般にわたり御指導いただいた、熊本県林業研究研修センター次長兼企画研修部長の家入龍二様、同育林環境部長の廣石和昭様、熊本県指導林家の福田国弘様、森林総合研究所林木育種センター関西育種場主任研究員の宮下久哉様、高島有哉様、同育種技術専門役の林田修様、発生した害虫をセンダンヒメハマキと同定していただいた九州大学大学院農学研究院助教の屋宜禎央様、並びに試験地の使用に御協力いただいた関係者の皆

様に、心より厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 愛知県農林基盤局林務部林務課 (2023) 2022 年度 愛知県林業統計書
- 石井悌・江崎悌三・木下周太・素木得一・内田清之助・川村多実二・桑山覚・湯浅啓温編 (1958) 日本昆虫図鑑. 北隆館
- 岩下幸平・狩場晴也 (2022) 愛知県森林・林業技術センター報告 59 : 51
- 熊本県林業研究指導所 (2015) センダンの育成方法 (H27 改訂版). 熊本県
- 内閣官房 (2023) 花粉症に関する関係閣僚会議決定資料 (令和 5 年 5 月 30 日) [https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kafun/pdf/230530\\_gaiyou.pdf](https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kafun/pdf/230530_gaiyou.pdf)
- 林野庁 (2023) 森林・林業白書. 全国林業改良普及協会

# コンテナ苗の生産技術の高度化に関する研究

2021年度～2023年度

豊嶋 勲\*・狩場晴也

## 要 旨

ヒノキのコンテナ苗の生産期間について、従来の2年から1年程度に短縮するため、セルトレイや育苗箱を活用した幼苗育成の効率化と毛苗、幼苗のコンテナ移植と温室を活用した成長促進効果について検証した。また、1年生苗の早期根鉢充実を目的とした水分管理手法について検討した。また、2020年度に現地植栽されたコンテナ苗の4成長期までの成長調査を行い、植栽時の形状比の大きさが植栽後の成長量に与える影響について調査した。また、踏み固め土壌でのスギコンテナ苗の成長への影響を調べるため、プレス機による転圧土壌を作成し、スギのコンテナ苗の成長特性を調べた。その結果、セルトレイを活用した育苗では、苗高12cm以上のセル苗を用いれば、6月末の移植から12月まで、通算1.5年のコンテナ栽培で得苗率8割以上の出荷が可能であることが示された。また3月に育苗箱に播種し、毛苗・幼苗をコンテナに移植した苗を温室で育苗した場合、12月時点での得苗率は5割未満であったが、翌年5月出荷を見込んだ1年2ヶ月の育苗で8割の得苗率があった。また2月播種では、3月播種より苗高を約3cm大きく伸長させる効果が認められた。水分管理手法の検討では、水分ロガーの値が0.43（土壌含水率約40%）になるまで乾燥した後に灌水するサイクルを継続することで、根量が多く根鉢充実度の高い苗木を生産することができた。現地植栽後の成長と植栽時の形状比の関係は、1成長期では苗木の形状比が小さいほど成長がよい傾向は見られたが、2成長期以降は明確な傾向は見られなかった。踏み固め土壌でのコンテナ苗の成長について、ハーベスタ等の重機による転圧土壌と踏み固めない通常土壌での成長を比較した結果、両者に差はなく、土壌の固さの成長への影響は認められなかった。

## I はじめに

花粉症対策に関する国の方針が示され、スギ人工林を10年で約2割削減することを目指すとされた。これにより、伐採、植え替えが加速し、花粉の少ない苗木の需要が拡大していくと考えられる。愛知県では、2021年に花粉症対策品種の採種園を整備し、2023年から生産者に種子の配布を開始した。今後、苗木の生産、供給が急がれるところである。このような中、県内の苗木生産現場では、2年生苗の単品目生産となっており、苗需要の変化に迅速に対応できる体制が十分とは言えない。近年、生産期間を短縮し、苗生産の効率化に関する研究が行われている。スギについては、大平・松下(2020)の研究にあるように1年生コンテナ苗の

生産技術が開発されている。一方、ヒノキについては、島根県中山間地域研究センター(2018)、岡山県農林水産総合センター森林研究所(2021)で実績があるものの、事例が少なく、技術的にも安定した生産は行われていない。また、1年生苗は根鉢の根系が未熟であり、早期根鉢充実を図る必要がある。そこで、本研究ではヒノキの1年生コンテナ苗の出荷を目指し、成長試験を行うとともに、根鉢の水分状態を水分ロガーによりモニタリングし、どの数値で灌水するのが根鉢充実に有効かを検討した。また、本研究では、2020年4月にコンテナ苗の現地植栽を行ったスギ、ヒノキ植栽地で2023年12月までの4成長期の成長データを解析し、植栽時の形状比が植栽後の成長にどれほど影響す

るのか検討した。また、コンテナ苗植栽地現場では、皆伐施業においてハーベスタなど重機走行により踏み固められた土壌での成長への影響を調べるため、重機の転圧を再現した土壌固さ別に鉢植えし、成長試験を行ったので報告する。

## II 方法

### 1. 育苗資材の連携による生産期間短縮

#### (1) セルトレイからコンテナへの移植による苗の成長

2020年10月下旬に128孔[25cc/孔]セルトレイ((株)タキイ)を用いて、1孔にヒノキ種子を2粒播種した。播種後は豊橋市の種苗生産者の温室内で2021年6月中旬までセルトレイで育苗した。6月下旬にセルトレイの苗(以下、セル苗)をマルチキャビティコンテナ150cc(JFA-150、全国山林種苗協同組合連合会)に移植し、2021年12月まで屋外(新城市)で育苗し、成長評価を行った。

セルトレイに用いた肥料及び培土の組み合わせを表-1に示す。3種類の培土は、ココピートオールド(80%) + 鹿沼土(20%)、ココピートオールド(90%) + 赤玉(4%) + 燐炭(6%)及びココピートオールド(50%) + バーク堆肥(50%)を使用した。2種類の肥料は、ハイコントロール085・180日溶出タイプ(N:P:K=10:18:15)とエコロングトータル391・180日溶出タイプ(N:P:K=13:9:11)を使用した。肥料量は0.10g、0.20gとした。コンテナに使用した培土は、ココピートオールド(80%) + 鹿沼土(20%) 1種類、肥料は、ハイコントロール085・180日溶出タイプを

表-1 セルトレイの培地及び肥料の組み合わせ

培地	肥料
(a) ココピートオールド(80%) + 鹿沼土(20%)	ハイコントロール085
(b) ココピートオールド(80%) + 鹿沼土(20%)	エコロングトータル391
(c) ココピートオールド(90%) + 赤玉土(8%) + 燐炭(2%)	ハイコントロール085
(d) ココピートオールド(90%) + 赤玉土(8%) + 燐炭(2%)	エコロングトータル391
(e) ココピートオールド(50%) + バーク堆肥(50%)	ハイコントロール085
(f) ココピートオールド(50%) + バーク堆肥(50%)	エコロングトータル391

4g/キャビティとした。また、セル苗のコンテナへの移植時の苗高とコンテナ移植後12月時点での苗高の関係データ群を構築した。このデータ群を用いて、モンテカルロシミュレーション法により5,000個の推定データを得て、12月のコンテナ苗の苗高評価の時点で出荷基準30cm以上に成長するには、6月のセル苗のコンテナへの移植段階で苗高をどこまで成長させる必要があるかを検討した。モンテカルロシミュレーションの手法について以下に記す。「移植時のセル苗の苗高(以下:PS) vs コンテナ苗の育苗終了時の苗高(以下:CS)」の関係について回帰直線を求める。この回帰直線にPSの値を代入して、これに対応するCSの平均値 $CS_{ave}$ を求めた。次にCSの回帰残差を任意抽出し、これを上記で求めたPSの平均値に加えて推定値の1つ $PS_{ei}$ を求めた。手順は次のとおりである。まず、任意のPSに対応するCSの回帰残差は正規分布(平均値:  $CS_{ave}$ , 分散:  $SD^2$ )を成すものと仮定する。具体的には、中心極限定理を用いた複数の乱数による方法で標準正規確率変数を計算し、CSの残差標準偏差 $SD_{CS}$ に乗じて求めた。ここでSDは、 $SD_{CS} * (1 - COD)$ で求められ、PSによらず一定であるとする。このようにして得られた回帰残差をCSの平均値 $CS_{ave}$ に加え、これをセル苗の苗高(PS)に対応するコンテナ苗の苗高(CS)のシミュレーション値( $CS_{ei}$ )とした。

#### (2) セル苗の根量がコンテナ移植後の成長に与える影響調査

2021年6月中旬に前試験項目と同じ条件のセル苗を用いて、苗の地上部(T)と地下部(R)の重量の関係について調べた。苗高が3cm以上12cm未満のセル苗を無作為に掘り取り、地上部(T)と地下部に(R)に分離した。これらを、温度102℃の恒温乾燥機で約48時間乾燥し、(T)と(R)の全乾重量との関係を求めた。また、苗高に対して根量の多いセル苗と根量の少ないセル苗の成長の

違いがあるかどうか調べるため、前述と同様に3cm～12cmまでのセル苗を無作為に掘り取り取り、根を水で洗い、目視で根量の多いグループと根量の少ない2つのグループに分けた。直ちに、これら2グループ別にコンテナに移植した。用いた培地と肥料は(1)のコンテナ苗の育苗と同じものを使用した。これらを2021年12月まで育苗し、苗高成長量を調べた。

(3)セル苗の根切りによる根巻き防止手法の検討  
育苗したセル苗に根巻き（以下、ルーピング）の発生が見られたことから、コンテナに移植後にルーピングが残り続ける可能性が考えられたため、セル苗の移植時に根切り処理を行い、コンテナ移植後に根巻きが解消できるかどうか検討した。根切りの方法は、セル苗の土付きの部分について、(A)根切りなし、(B)水平切り、(C)根鉢底面の十字切りの3条件によりルーピングの解消効果を検証した。2021年6月中旬に(A)、(B)、(C)の各条件で根切り処理を行ったセル苗をコンテナに移植し、2021年12月まで育苗した。育苗後、コンテナ苗を掘り取り、ルーピングの有無及び苗高成長量を評価した。

#### (4) 温室を活用した生産期間短縮

3月～5月の春出荷を目標に生産期間1年を目指し、2022年3月下旬にヒノキ種子を育苗箱に播種し、温室内に設置し発芽させた。育苗箱に使用した培土は、バーミキュライトと鹿沼土を体積比1:1の割合で混合した培地（肥料なし）を使用した。4月中旬に芽生えたばかりの毛苗（双葉のみ展葉した苗）をコンテナに移植し、温室内で育苗した。比較対象として、3月下旬に温室内でコンテナへの直播きを行い、発芽後に温室内及び屋外で育苗した。これらを2023年5月まで育苗し、成長評価を行った。コンテナで使用した培土は全苗連の育苗培土（肥料なし）を用いた。コンテナで使用した肥料については、4月移植時にハイコントロール085・100

日溶出タイプを2g/キャビティ供与し、7月に追肥でエコロング413・100日溶出タイプを2g/キャビティを供与した。

次に、3月出荷での得苗率を向上させるため、生産期間1年以内を目指し、2023年2月上旬（2022年の試験より1ヶ月早播き）に育苗箱にヒノキ種子を播種した。育苗箱を恒温恒湿機器（温度24℃、湿度60%）に設置して発芽させた。育苗箱に使用した培土は、バーミキュライトと鹿沼土の1:1混合とした。発芽後、育苗箱に1苗あたり0.2gとなるよう固形肥料ハイコントロール085・100日溶出タイプを培土表面に置き肥した。発芽後に本葉が展葉し、苗高が2～3cmになるまで恒温恒湿器で管理し、2023年3月中旬にコンテナに移植した（以下、2月（温室）及び2月（屋外））。また、比較対照として、3月下旬に温室内で育苗箱に播種し、同様に本葉が展葉し、苗高2～3cmに成長してから4月下旬にコンテナへ移植し（以下、3月温室）、温室で12月まで育苗し、成長評価を行った。コンテナで使用した培土は全苗連の育苗培土（肥料なし）を用いた。コンテナで使用した肥料については、3月移植時にハイコントロール650・100日溶出タイプを2g/キャビティとし、7月に追肥でハイコントロール085・100日溶出タイプを2g/キャビティを供与した。

#### (5) 育苗過程における水分管理手法の開発

ヒノキの1年生コンテナ苗の早期根鉢充実のために、灌水方法の違いが根鉢充実に与える影響について調査した。2022年10月初旬に育成中のコンテナ苗を使用して、4つの灌水試験区を設置した。

(A)試験区は、防水データロガー[MIJ-12、日本環境計測]のセンサーの値が0.38（土壌含水率は約35%）に低下してから灌水、(B)試験区は、防水データロガーのセンサー値が0.43（土壌含水率は約40%）に低下してから灌水、(C)試験区は、毎日午後12時に灌水でセンサーの値が常に0.5以上（土壌含水率50%以上）、(D)試験区は、毎日午前

12:00に灌水でセンサーの値が常に0.5以上（土壌含水率50%以上）とした。この条件で、灌水試験を2022年10月から2023年3月まで6ヶ月間行った。試験終了後、根と地上部に分離し、根の乾重量とT/R比を求めた。

## 2. コンテナ苗の現地植栽後の成長評価

2020年4月に愛知県北設楽町田峯地内の段戸国有林に2年生のスギとヒノキのコンテナ苗をそれぞれ400本植栽した。植栽後、1成長期から4成長期（2020年4月～2023年12月）までの樹高、獣害、枯損について調査した。この調査結果から植栽時の苗の形状比（以後、植栽時の形状比とする）と成長量との関係を求め、植栽時の形状比の有効性について検討した。

## 3. 踏み固め土壌でのコンテナ苗の成長試験

ハーベスタなどの重機の重量からキャタピラの転圧力を $0.70\text{kg}/\text{cm}^2$ と算出した。これを基に、(a)  $0.0\text{kg}/\text{cm}^2$ （無転圧）、(b)  $0.35\text{kg}/\text{cm}^2$ （重機転圧の0.5倍）、(c)  $0.70\text{kg}/\text{cm}^2$ （重機の転圧と同等）、(d)  $1.4\text{kg}/\text{cm}^2$ （重機転圧の2倍）の4条件の踏み固め圧力の鉢を作成した。これに、コンテナ苗の植え穴器ディンプルを用いて、3月に苗長約35cmの1年生スギコンテナ苗を植栽した。繰り返し数数は条件毎に5鉢とした。これらを2024年2月まで育苗し、苗高の成長量を調べた。

## Ⅲ 結果と考察

### 1. 育苗資材の連携による生産期間短縮

#### (1) セルトレイからコンテナへの移植による苗の成長

図-1にセルトレイの育苗期間での苗高成長について示す。表-1の(a)、(b)、(c)、(d)の苗高成長は肥料0.1gでは5cm程度、肥料0.2gでは、約8cmとなり、培地、肥料の種類に関わらず、肥料の量に応じて成長量が大きくなった。また、セル苗の生残率は6割程度であった。一方、(e)、(f)では

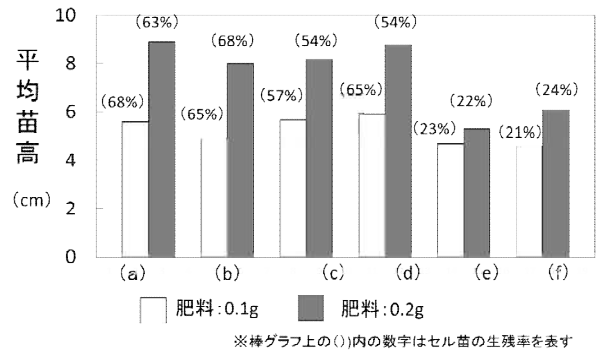


図-1 セルトレイで育苗した培地及び肥料別の苗高と生残率

肥料の量で成長に大きな違いはなく、苗高成長は5cm程度にとどまった。また、セル苗の生残率は2割程度と低かった。これはバーク堆肥が幼苗であるセル苗の成長に影響を与えた可能性が考えられるが、原因は不明である。

次に、セル苗をコンテナに移植後の成長曲線を図-2に示す。6月末の移植後から9月までの成長が最もよく、10月以降は徐々に成長量は小さくなった。12月時点での平均苗高は27cmとなった。

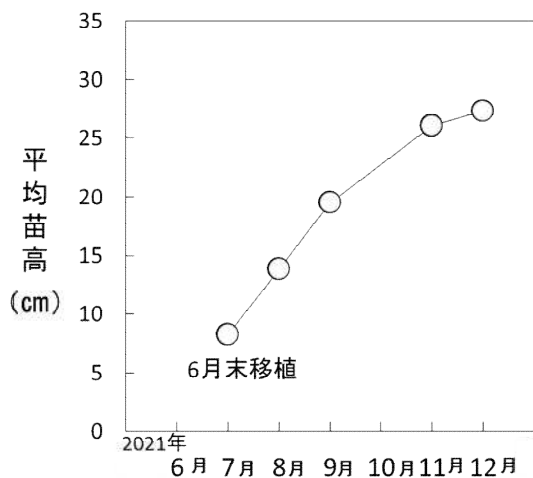


図-2 セル苗のコンテナ移植後の苗高成長

セル苗の移植時の苗高 (PS) とコンテナ移植後の12月時点での苗高 (CS) の関係を図-3に示す。セル苗の移植時の苗高が大きいほどコンテナ移植後12月時点での苗高も高くなる傾向が見られた。このPSとCSの回帰直線の決定係数及びPSの標準偏差からモンテカルロシミュレーション法により得られた5,000個のセル苗の移植時の苗高 (PS) とコンテナ苗の12月時点での苗高 (CS) の関係デー



タ群を用いて、コンテナ苗の苗高が30cm以上で得苗率80%を条件にしたところ、移植時のセル苗の苗高が11.8cm以上のセル苗を用いれば、達成されることが明らかとなった。

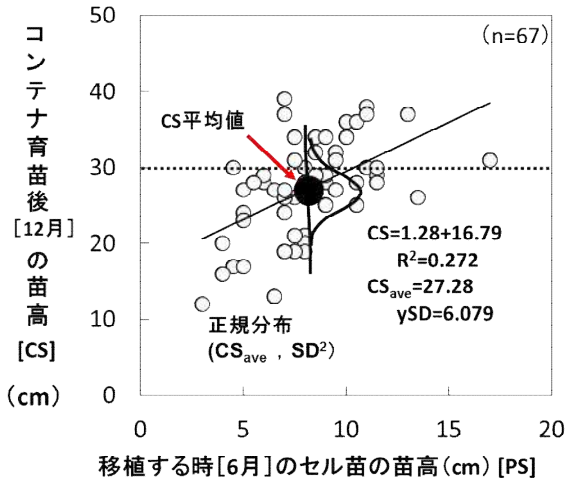


図-3 セル苗の移植時の苗高とコンテナ育苗後の苗高の関係

(2) セル苗の根量がコンテナ移植後の成長に与える影響調査

図-4にセル苗の地上部 (T) と地下部 (R) の乾燥重量の関係を示す。回帰直線の上側の領域では、地上部 (T) の乾燥重量に対して地下部 (R) の乾燥重量が大きいことを表している。この場合、セル苗の根鉢は充実する傾向にあると考えられる。これに対し、回帰直線下側の領域では、地上部 (T) の乾燥重量に対して地下部 (R) の乾燥重量が小さいことを表しており、根鉢は充実していない傾向にあると考えられる。これを踏まえ「根量の多

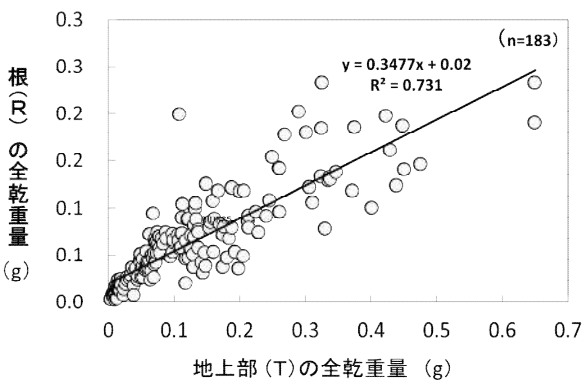


図-4 地上部(T)と地下部(R)の乾燥重量の関係

いグループ」と「根量が少ないグループ」の2つのグループに分類した例を図-5に示す。写真から根量の多いグループの特徴として、地上部の葉の量が多く、根元径が大きく見える。一方、根量の少ないグループは、葉の量が少なく、根元径も小さいように見える。これに関して、飯島 (2023) は、コンテナ苗の根元径と根の重量は相関関係がある

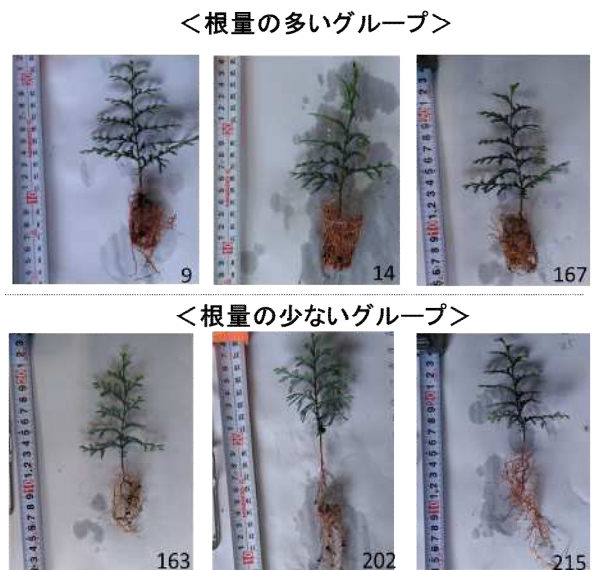


図-5 目視によりセル苗の地下部(R)の根量の多い・少ないで分類した例

ことを報告している。これらの結果により根元径と葉の量、根量の写真データなどを関連づけたデータベース作成し、分類方法を学習することにより、コンテナ苗の得苗率を向上するための有効なツールになると考えられる。

次に、セル苗を根量の多いグループと根量の少ないグループに分類し、コンテナに育苗後の苗高成長量の結果を図-6に示す。約3ヶ月の育苗で、根量の多いグループの苗高成長量は、根量の少ないグループより有意に成長量が大きかった (分散分析、 $p < 0.05$ )。これに関して、石井・中村 (2015) はコンテナ苗の現地植栽当年の初期成長は、根元径と比例関係にあるとされる。また飯島 (2023) も根元径が大きく、根量の多いコンテナ苗は現地植栽後の良好な成長が期待できるとの報告がある。

これと同様にサイズの小さい移植用の幼苗においても根量が多いことが、成長の良さと関係することが明らかとなった。

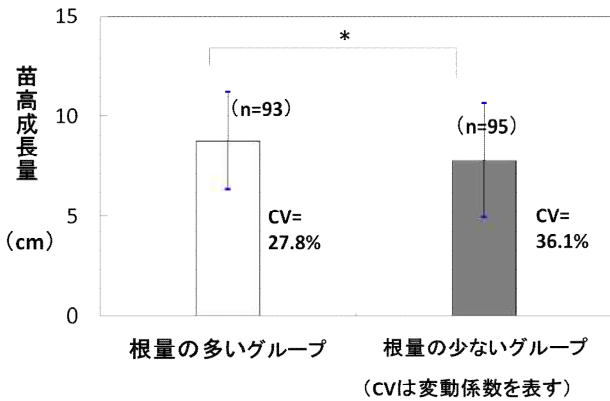


図-6 セル苗の根量の多いグループと根量の少ないグループのコンテナ移植後の苗高成長量

(3)セル苗の根切りによる根巻き防止手法の検討

図-7にセル苗の移植時に根切り処理ありのグループと根切り処理なしのグループの根の状態を示す。根切り処理を行ったグループでは、主根が切断され、ルーピングがなくなり、細根が発達した様子が示された。一方、根切り処理を行わなかったグループでは、苗に主根のルーピング（図中の釣り針状に曲った様子）が残り、太く、大きくなった様子が示された。

図-8に根切り処理のあり・なし、根切りの方法ごとにルーピングが解消された苗の割合を示す。根切り処理を行わなかった (A) のコンテナ苗では約8割のコンテナ苗にルーピングが観察された。一方、水平切りによる根切り処理を行った (B) のコンテナ苗では、ルーピングが見られた苗は5%とほぼ解消された。また、底面を十字切りした根切り処理 (C) では、ルーピングが解消されない苗が約6割であった。このことから水平切りは、セルトレイからコンテナに移植を行う際に水平にハサミを1回入れるだけでルーピングを解消するのに有効であることが示された。

(4) 温室を活用した生産期間短縮

2022年3月～2023年5月まで育苗したコンテナ苗

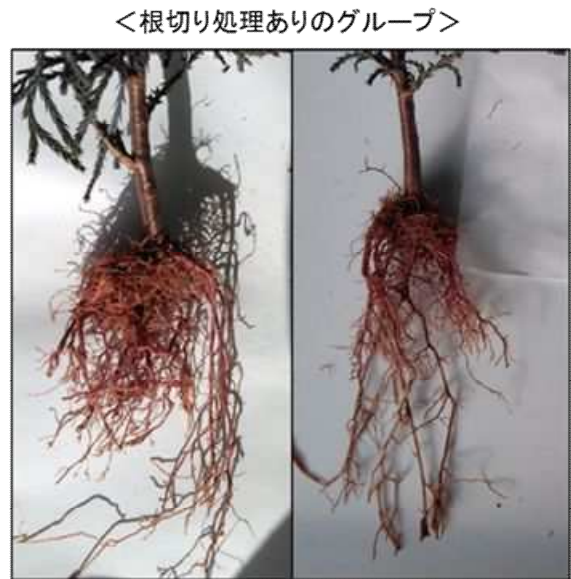


図-7 根切り処理の有無によるコンテナ苗の根系の形状の違い

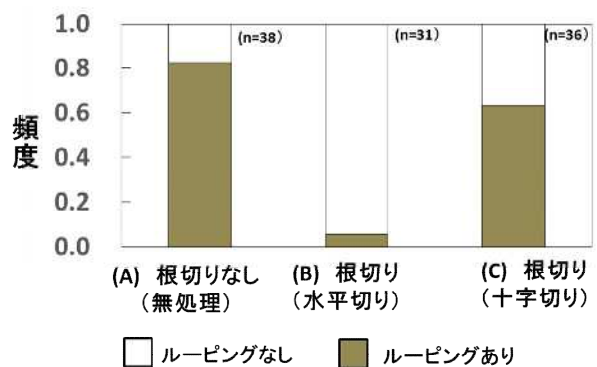


図-8 根切り処理の有無によるルーピングの出現割合

の成長曲線を図-9に示す。温室での直播き(温室)と温室で毛苗(温室)の成長を比較すると、5月以降の成長で、直播き(温室)は、毛苗(温室)より成長曲線の傾きが大きく、6月以降の苗高は毛苗(温室)より高く推移し、12月までに平均苗高は29.8cm(得苗率5割)に成長した。これに対して、毛苗(温室)は、6月までは直播き(温室)より成長曲線の傾きが小さく、12月の苗高は約28.6cm(得苗率4割)となり、直播き(温室)より約1cm小さかった。これは、4月に行った移植によるストレスが初期の成長に影響した可能性が考えられる。しかし、6月以降は、直播き(温室)と同等の成長速度を示した。一方、直播き(屋外)は、9月まで毛苗(温室)と同程度の成長を示したが、温室と屋外での気温差が大きくなる10月以降は、急激に成長量が低下し、12月の苗高は26.1cm(得苗率1割)であった。

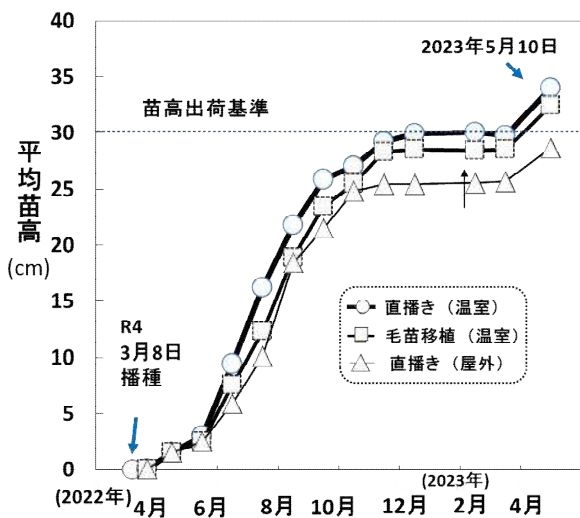


図-9 毛苗移植及び直播きのコンテナ苗の成長曲線

これらをさらに翌年春季まで育苗し、播種から1年2ヶ月後の2023年5月初旬での苗高と形状比の評価を行った。その結果を図-10に示す。2023年5月初旬の平均苗高は、直播き(温室) 34.0cm(得苗率:9割)、毛苗(温室) 32.8cm(得苗率:8割)、直播き(屋外) 29.7cm(得苗率6割)になった。根元径は、直播き(温室) 3.7mm、毛苗(温室)

3.6mm、直播き(屋外) 3.7mmとなり、すべての条件で平均形状比は100以下となった。当域では温室を使用すれば、播種から1年2ヶ月で十分な出荷が可能と考えられた。

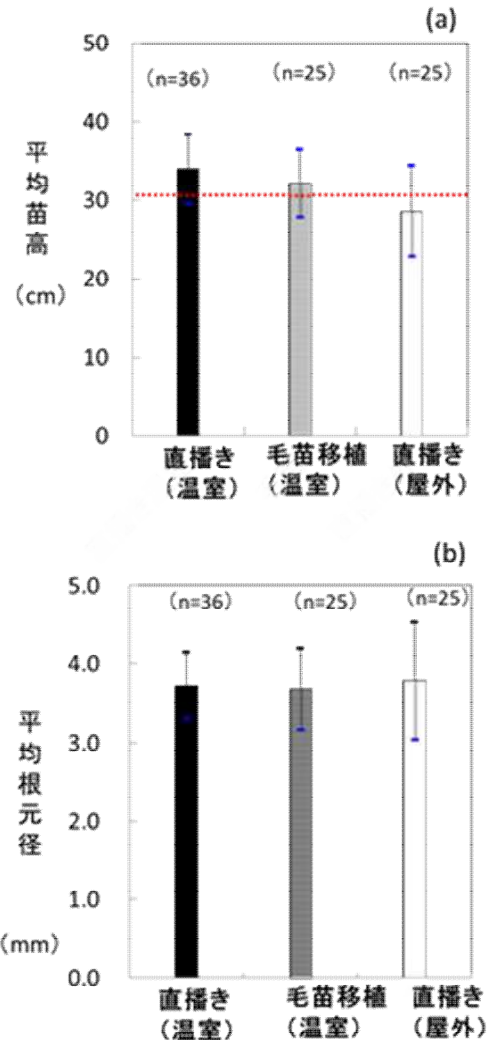


図-10 直播き(温室)、毛苗(温室)、直播き(屋外)の播種から1年2ヶ月後の苗高評価 (a)苗高、(b)根元径

次に2023年2月に、前年より1ヶ月播種を早めて育苗箱に播種した効果について記す。図-11に2月(温室)、2月(屋外)、3月(温室)の苗高の成長曲線を示す。2月(温室)の平均苗高は30.8cm(得苗率:6割)、2月(屋外)の平均苗高は28.7cm(得苗率:5割)であった。3月(温室)の平均苗高28.1cm(得苗率4割)であった。2月に早播きし、温室で育苗した苗は、3月(温室)より2023年12

月時点で苗高は約3cm高かった。2月に早播きをすることで得苗率が向上し、3月出荷可能な苗を増大できることが示された。また2月(屋外)の苗高は、2022年に毛苗移植の3月(温室)の12月時点での苗高(図-9参照)より約3cm高く成長させることができた。これにより温室を使用せずとも2024年5月の春出荷であれば、高い得苗率で出荷できる可能性が示された。

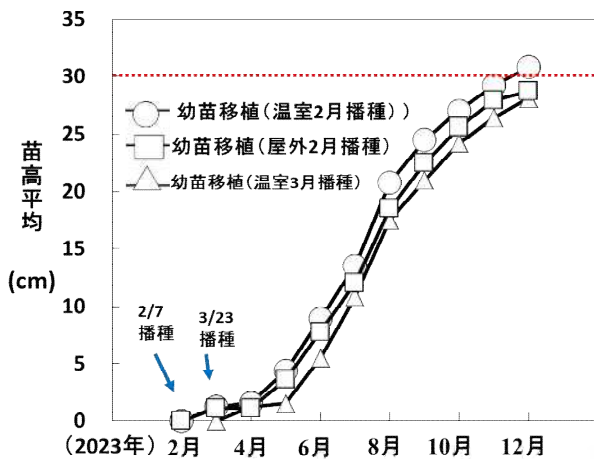


図-11 幼苗移植による苗高成長曲線

(5) 育苗過程における水分管理手法の開発

図-12に灌水条件の違いによる根の乾重量とTR比を示す。根の乾重量が最も大きいのは(B)の3.0gで、水分ロガーの値が0.43まで低下してから灌水を行う方法であった。次いで乾重量が大きいのは(C)の2.5gで、毎日8時に灌水する方法であった、一方、最も根の乾重量が小さいのは(D)の1.9gで毎日0時に灌水する方法であった。2番目に小さいのは(A)の2.2gで、水分ロガーの値が0.38まで低下してから灌水する方法であった。最も根の乾重量の大きい(B)と最も根の乾重量が小さい(D)で有意な差があった(多重比較  $p < 0.05$ ) また、TR比では、(A) 2.7、(B) 2.4、(C) 2.9、(D) 3.3で。最も小さかったのは(B)と最も大きかったのは(D) 3.3では有意な差が認められた。林業種苗研究会編(2010)によれば、TR比の値2.4は肥料3要素をバランスよく施した苗で、

移植後の成長率が高いことを示されている。これらのことから、10月以降の灌水で根鉢の充実を図るには、水分計、水分ロガーを使用して根鉢が適切に乾燥してから灌水することが有効と考えられた。一方、枯損には至らなくても根鉢の乾燥が進み過ぎると逆に根量が減少することが明らかとなった。

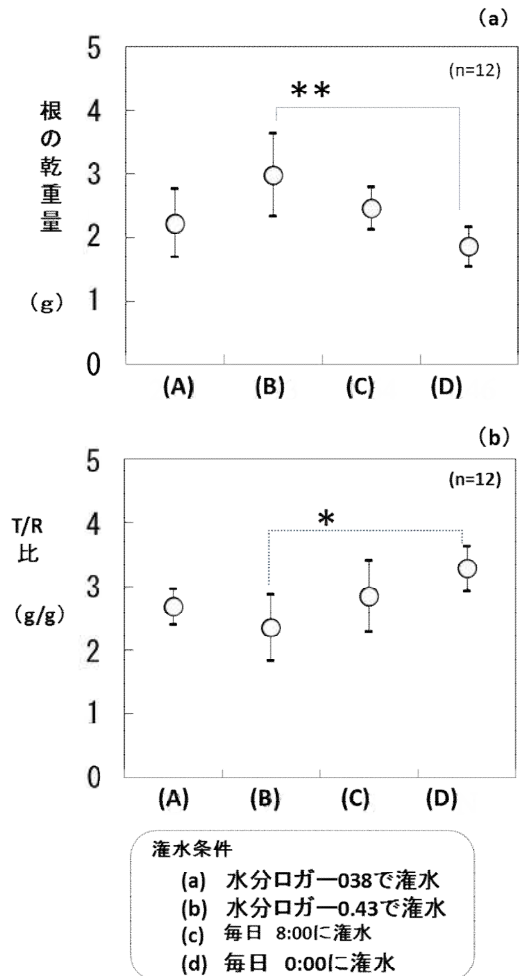
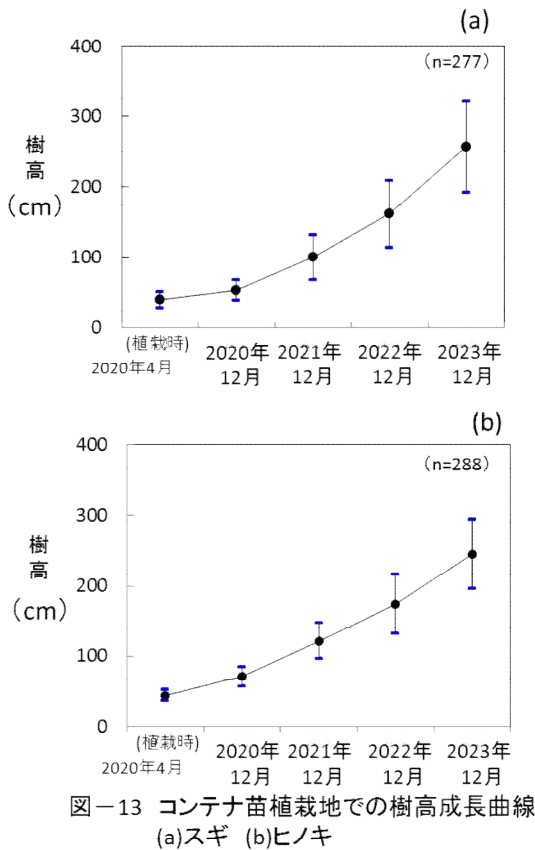


図-12 水分管理を行った根の乾重量及びTR比 (a) 根の乾重量 (b) TR比

2. コンテナ苗の現地植栽後の成長評価

図-13にスギ、ヒノキの4成長期の樹高成長曲線を示す。獣害及び誤伐・原因不明な枯損を除いた健全木の本数はスギ277本、ヒノキ288本であった。スギについては、ノウサギ食害が92本、誤伐・原因不明が31本であった。ヒノキについては、ノウサギ食害が71本、誤伐・原因不明が41本であった。

植栽から毎年の成長量について、スギの成長量は、1成長期14cm、2成長期47cm、3成長期61cm、4成長期95cmと林齢が上がるほど成長量は大きくなった。ヒノキは、1成長期27cm、2成長期51cm、3成長期53cm、4成長期71cmとなり、スギと同様に林齢が上がるにつれ成長量は大きくなった。



次に、ヒノキについて、2020年4月の植栽時から半年間に植栽苗が最大45度傾斜する傾斜被害が確認された。図-14に傾斜被害の発生した植栽木及び未発生木の植栽木を形状比別にヒストグラムで示す。傾斜被害が発生しなかった植栽木の形状比の中央値は106であった。これに対し、傾斜被害が発生した植栽木の形状比の中央値は119であり、傾斜被害のあった苗の形状比は有意に大きかった(分散分析,  $p < 0.01$ )。傾斜被害の全体の植栽苗に占める割合は19%であった。植栽木の形状比が120を超えると傾斜被害の発生が急激に増加した。一方、石田(2021)は、植栽時の形状比が大きな苗も植栽後半年で急

激に形状比は小さく改善されることを報告している。これによれば、形状比の大きな苗も植栽地管理を行えば、使用できる可能性はある。一方、苗の形状比の出荷基準を120未満と仮定した場合、傾斜被害はどこまで減少できたかを計算により推定すると11%となった。このことから、形状比120という苗生産現場での実現がそれほど厳しくない基準で傾斜被害を減少させかつ植栽地管理の労力も軽減できると考えられる。

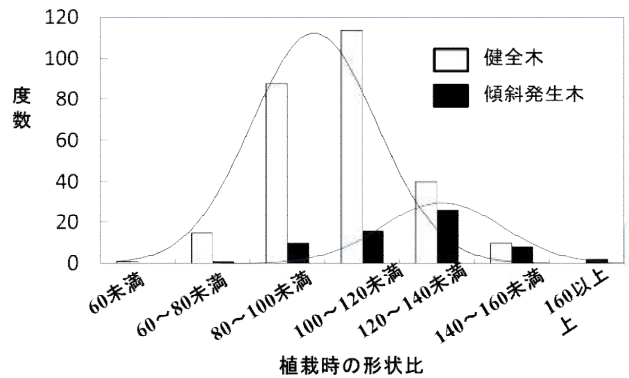
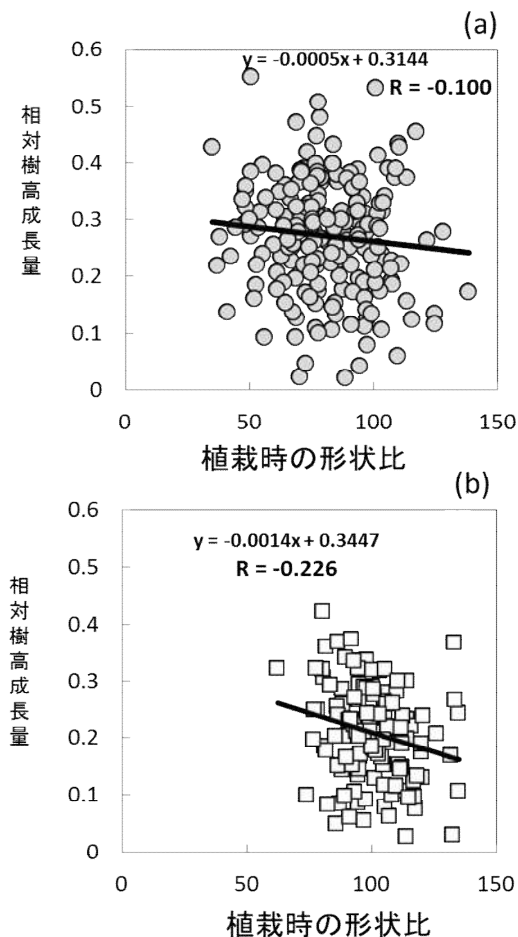


図-14 傾斜被害木の未発生木の形状比ごとのヒストグラム

次に植栽時の初期形状比が植栽後の4成長期の樹高成長に与える影響について考察する。図-15に植栽時の形状比と1成長期の相対樹高成長量の関係を示した。スギ、ヒノキともに両者の関係は負の相関を示し、形状比が小さくなるに従い、相対樹高成長量は大きくなる傾向が見られた。しかし、相関係数はスギで-0.100(負)、ヒノキで-0.226(負)となりいずれも有意な相関は見られなかった。2成長期については、スギで、 $R = -0.100$ (負)、ヒノキで $R = 0.070$ (正)、3成長期について、スギで、 $R = 0.256$ (正)、ヒノキで $R = 0.158$ (正)、4成長期について、スギで $R = 0.141$ (正)、ヒノキで $R = -0.139$ (負)となった。これに関して、八木橋ら(2016)は、スギコンテナ苗により植栽時形状比と4成長期までの相対樹高成長量の回帰直線式を求めた結果、いずれも負の相関が認められたとしている。一方、林野庁(2021)によれば、「スギ

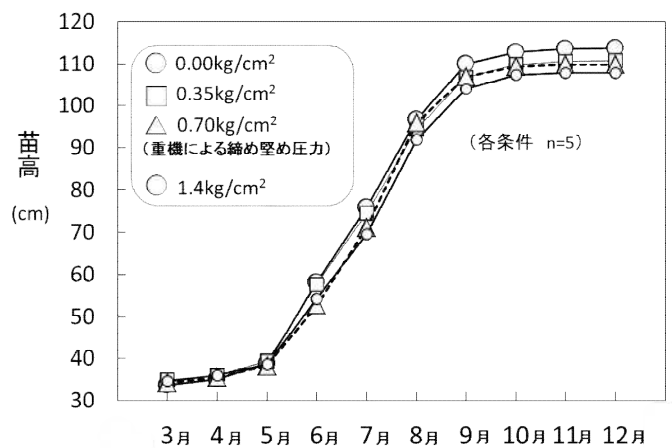
とヒノキは植栽時の形状比が大きい苗が小さい苗より樹高成長が遅い傾向にある」としているが、「植栽時の形状比の樹高成長に対する影響は第1成長期までのみでそれ以降は大きな影響はない」としている。本研究での植栽地では、特にスギが斜面上部に植栽され、スギの一般的な適地ではない場所での植栽であったため1成長期の成長量について、ヒノキより相関が低くなった可能性が考えられる。これらのことから植栽時の初期形状比は、苗の傾斜被害に耐える根元径は必要であるが、その後の成長については、環境等に影響されるため、不確定な要素が大きいと考えられた。



図一15 1成長期の植栽時の形状比と相対樹高成長量の関係 (a)スギ (b)ヒノキ

### 3. 踏み固め土壌でのコンテナの苗成長試験

図一16に踏み固め土壌の固さ別に、スギコンテナ苗の成長曲線を示す。(a)の樹高の伸びは79.8cm、(b)75.9cm、(c)76.5cm、(d)73.2cmとなった。分散分析の結果、(a)と(c)の差はなかった(多重比較 分散分析  $p=0.973$ )。(d)と(a)についても有意な差はなかった( $p=0.894$ )。このことから植栽後の苗高成長量には、転圧による土の固さの影響はないものと考えられた。しかし、重機が林地を通行する場合、林地の攪乱が発生すると考えられる。この攪乱はA層の流亡を引き起こし、植栽苗の成長が阻害された可能もあると考えられる。



図一16 踏み固め土壌の硬さ別の苗高成長

### 引用文献

飯島民子 (2023) 群馬県におけるコンテナ育苗技術の高度化に関する研究. 群馬県林業試験場研究報告: 19-23

石田朗 (2021) コンテナ苗を用いた森林造成の実用化に関する研究. 愛知県森林・林業技術センター報告58: 7-20

石井敏之・中村博一 (2015) スギ実生コンテナ苗の形質と植栽当年の成長. 関東森林研究66: 179-182

大平峰子・松下通也 (2020) スギ実生コンテナ苗

を1年で生産するための施肥技術の開発. 研究  
成果選集 : 44-45

岡山県農林水産総合センター森林研究所 (2021)  
少花粉スギ・ヒノキコンテナ苗生産マニュアル

島根県中山間地域研究センター (2018) スギ・ヒ  
ノキのコンテナ苗生産の手引き

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

林業種苗研究会編 (2010) 林業種苗の生産・配布  
に必要な知識. 全国山林種苗協同組合連合会  
林野庁 (2022) 令和3年度新たなコンテナ苗生産技  
術等調査委託事業

## 強度間伐地における施業効果の評価（第2報）

2019年度～2023年度

門屋 健・岩下幸平\*

### 要 旨

強度間伐は、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り、また、人工林の公益的機能の向上への寄与も期待されていることから、本県でも2009年から“あいち森と緑づくり税”を活用した事業の中で強度間伐を推進している。近年、強度間伐施業が森林施業の低コスト化などを目的に行われているが、県内における施業地での表面土壌の流亡や下層植生の構成樹種の推移等については未解明であり、強度間伐施業の効果を明らかにするためにも継続的なモニタリングによる調査データの収集が求められている。そこで県内3箇所の施業地における表面土壌流出量と下層植生の調査を実施した。その結果、流出量には様々な要因が関与しており、その中で降水量と土砂流出量の正の相関関係が2022年、2022～2023年で認められた。また、全天空写真による開空度調査では、林冠の閉鎖に伴い開空率は低下する傾向にあった。下層植生については、3箇所とも間伐後も植被率は低く推移し、土砂流出との関係については明らかではなかったため、継続調査の必要性が認められた。

### I はじめに

スギ、ヒノキなどの人工林の森林施業の中で間伐は重要な施業の一つであるが、近年、森林施業コストの低減などを目的に、強度間伐施業が行われる森林が増加している。また、強度間伐は、コスト低減だけではなく、広葉樹の進入により、表面土壌の保護や針広混交林化にとって効果的であると言われている。加えて水土保全機能の向上や生物多様性の増加等の公益的機能改善への寄与も期待できる（清和 2013）。

愛知県でも“あいち森と緑づくり税”を導入し、2009年から人工林整備事業の中で強度間伐を推進している（愛知県 2023）。しかしながら、間伐後の下層植生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未解明な部分も多い。また、県内では過去の強度間伐施業地の再調査による2回目間伐の検討についても未実施であり、再調査による

データの収集が求められている。

そこで本研究では、強度間伐の施業効果を明らかにし、今後の強度間伐施業の推進に資することを目的とし、2019年度に強度間伐施業を行った岡崎市、新城市、設楽町の3箇所に調査地を設置し、土壌流出量の継続的な調査と下層植生、開空度の調査を行った。また、2012、2013年度に植生調査、開空度調査を実施した既調査地40箇所における2回目の植生調査、開空度調査の結果については、前報（門屋ら 2022）を参照されたい。

### II 方法

#### 1. 施業効果のモニタリング

##### (1) 土砂流出量調査

2019年度に、あいち森と緑づくり税を活用した人工林整備事業により強度間伐施業が実施された事業地3箇所（表-1、図-1）に試験地を設定した。各試験地では、土砂受け箱（幅25cm×高さ

Takeshi KADOYA, Kouhei IWASHITA: Evaluation of forest management for heavy thinning

\*現新城設楽農林水産事務所



試験地	岡崎市	新城市	設楽町
場所	岡崎市夏山町稲葉沢	新城市横川字倉木	設楽町西納庫字平山
標高	60m	50m	600m
地形概要	斜面中～下部 北東の平衡斜面	斜面中～下部 北東の平衡緩斜面	斜面中～下部 南西の平衡斜面
樹種	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ	スギ・ヒノキ
林齢(年)	30-60	20-60	16-50
植栽木立木密度	1,160本/ha	1,068本/ha	1,150本/ha
本数間伐率	40%	39%	37%

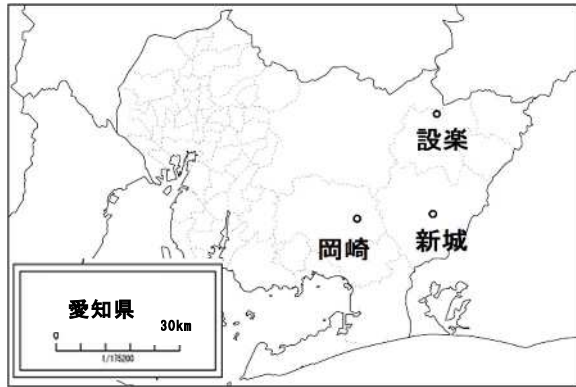


図-1 土砂流出量調査地位置図

15cm×奥行 20cm、塚本 2010) を 4 基ずつ設置し(図-2)、2019 年 10 月から 2020 年 8 月にかけて 3 回、2021 年度からは約 2 か月ごとに土砂受け箱に流入したリターと土砂を回収した。回収物は実験室に持ち帰り、85℃で 24 時間乾燥後、リターと土砂に分け、土砂については径 2 mm の円孔篩で礫 (2 mm<) と細土 (2 mm≧) に分別し、それぞれ重量を測定した。調査期間中の降雨量は、農研機



図-2 土砂受け箱の設置状況

構メッシュ農業気象データシステムから各調査地のデータをダウンロードして使用した。

#### (2) 調査地の植生調査

各調査地の土砂受け箱設置箇所近くに斜面と平行にライン (40m 長) を設置し、そのライン上下 1m の幅内に生育する木本植物について、種名と個体数を記録した。また、垂直方向については、①樹高 50cm 未満②4m 未満③8m 未満④8m 以上の 4 階層に分けて記録した。調査は、2021 年から 2023 年の 9~10 月に毎年実施した。

#### (3) 調査地の開空度調査

開空度調査は、2020 年~2023 年に各調査地の土砂受け箱上部 (地上高 1.2m) からデジタルカメラ (使用レンズ: シグマ 4.5mm F2.8 EX DC HSM) で全天空写真を撮影 (図-3) し、LIA32 (ver. 0.3781、山本 2008) の処理ソフトウェアを用いて開空率を算出した。



図-3 天空写真撮影による開空度調査

### Ⅲ 結果と考察

#### 1. 施業効果のモニタリング

##### (1) 土砂流出量調査

土砂流出量調査は、2019～2020 年度に 3 回、2021 年度は 5 回、2022 年度は 5 回、2023 年度は 6 回の計 19 回実施した。調査期間中の総流出量は、設楽町と岡崎市が同等で、新城市は岡崎市、設楽町の 3 割以下であった (図-4)。2019 年度～2023 年 12 月までの流出量は、3 調査地ともリターの割合が最も高く、岡崎市は 81.9%、設楽町は 69.4%、新城市は 65.7% で、2019～2021 年度の岡崎市 68.8%、設楽町 47.3%、新城市 55.0% (門屋ら 2022) と比較して 4 年間で割合は増加した。一方、細土の割合については、設楽町 17.0%、新城市 14.8%、岡崎市 3.8% の順で、2019～2021 年度の設楽町 41.5%、新城市 27.9%、岡崎市 9.4% (門屋ら 2022) と各調査地とも減少したが、流出量自体は、2022 年に 3 調査地とも増加傾向が見られ、特に設楽町での増加が著しかったが、2023 年は 3 調査地とも減少した。図-5 に、各調査地の間伐前後と 2011～2023 年度の土砂流出量の違いを示す。調査地により回収期間が異なるため Y 軸の数値は 1 ヶ月当たりの平均流出量として示した。新城市、設楽町では、間伐後の流出量の減少が見られ、割合から細土と礫の流出量が減少したが、その後、2021 年度、2022 年度に増加し、2023 年度に減少した。一方、岡崎市については、リターの流出量が増加したため、間伐後から 2022 年度まで流出量は増加し、2023 年度に減少がみられた。

次に 2021 年度から 3 年間の各調査地の年間土砂移動量を図-6 に示す。Y 軸の数値は、既往文献との比較のため、物質移動量 (g/10m/year) を用いた (塚本 1989)。各調査地の年間土砂移動量は、6,200～46,680 (g/10m/year) で、ヒノキ人工林での過去の調査結果の値のほぼ範囲内であった (塚本 1989)。このことから、強度間伐施業において、

土砂流出量は著しく増加することはないと考えられた。

図-7 に 2021～2023 年の各調査地の降水量を示す。年間降水量は 3 調査地とも 2021 年が最も多く、年により降水量の挙動には違いが見られ、2021、2022 年は 7～9 月の 3 か月間で全降水量の約 50% を占めていたが、2023 年はその間の降水量は約 30% で、6 月の降水量が初旬の大雨のため多かった。

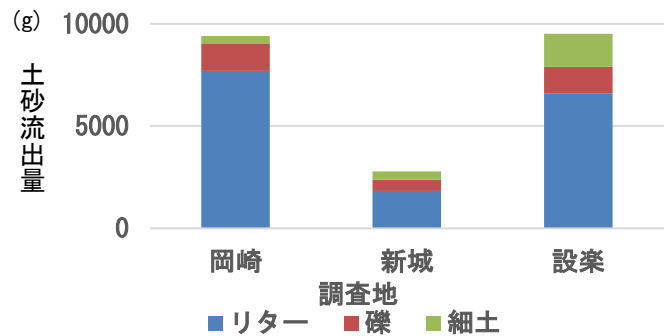


図-4 調査地の土砂流出量 (2019～2023)

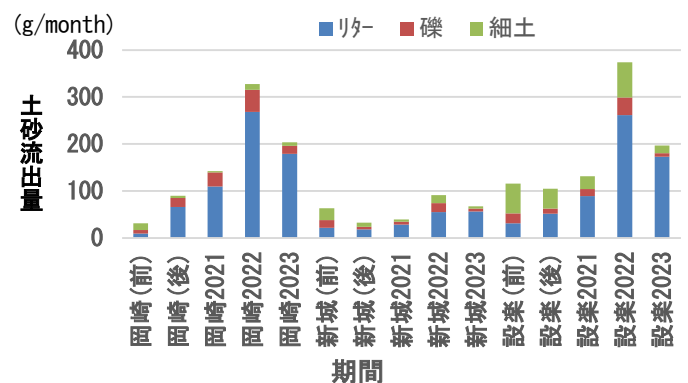


図-5 調査地の土砂流出量の推移

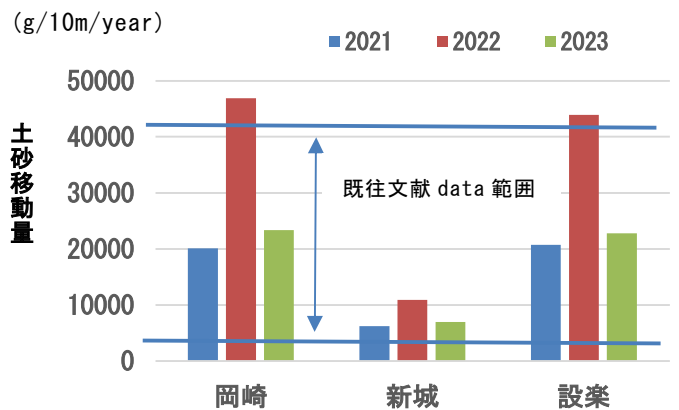


図-6 調査地の年間土砂移動量 (2021～2023 年)

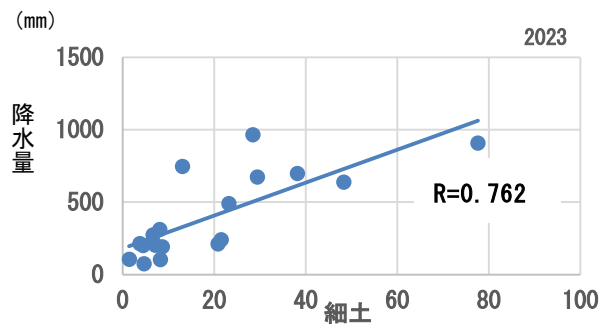
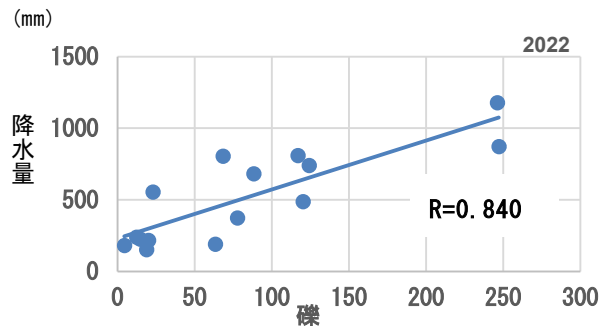
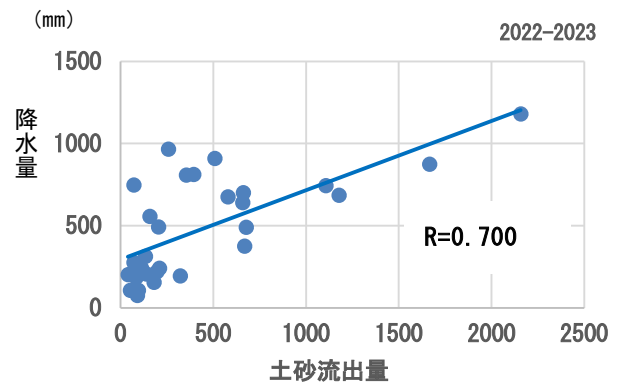
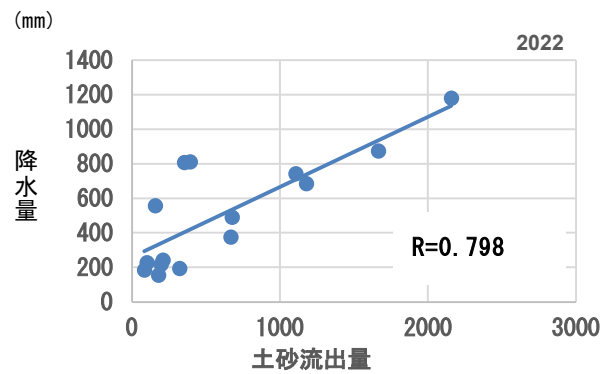
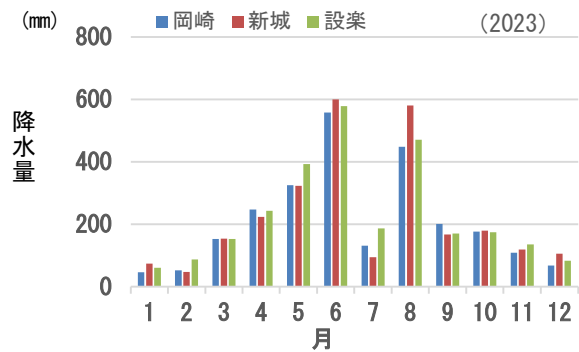
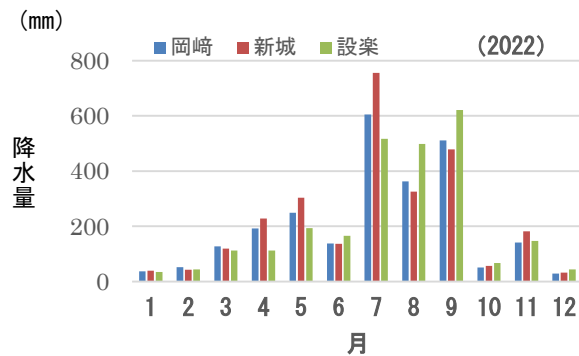
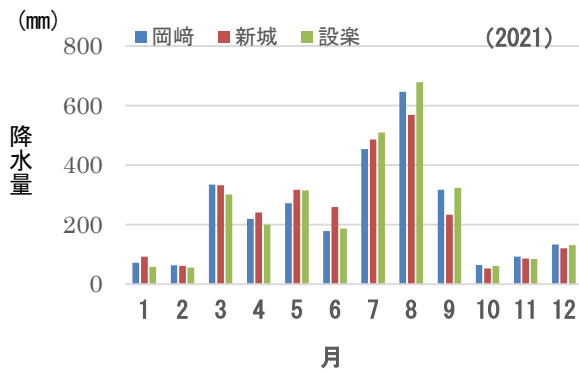


図-7 各調査地の年間降水量 (2021~2023年)

次に降水量と土砂流出量の関係を図-8に示す。2022年、2022-2023年の降水量と土砂流出量では正の相関関係が見られ、相関係数はそれぞれ  $R=0.798$ 、 $R=0.700$  であった。また、2022年の降水量と礫、2023年の降水量と細土についても正の相関関係が見られ、それぞれ  $R=0.840$ 、 $R=0.762$  であった。

図-9には、3箇所の調査地に設置した土砂受け箱それぞれの礫と細土の流出量の推移を示した。2021年~2023年の調査期間中、礫と細土の流出量は、どちらも2022年の6月から10月で多く、

図-8 降水量と土砂流出量の相関関係

2023年は減少傾向が見られた。図-10には、各調査地の土砂受け箱ごとのリターと細土の流出量を示した。各土砂受け箱間のばらつきは、設楽町でリター、細土とも大きく、有意差が見られた (Tukey-Kramer test)。これは、各土砂受け箱上部

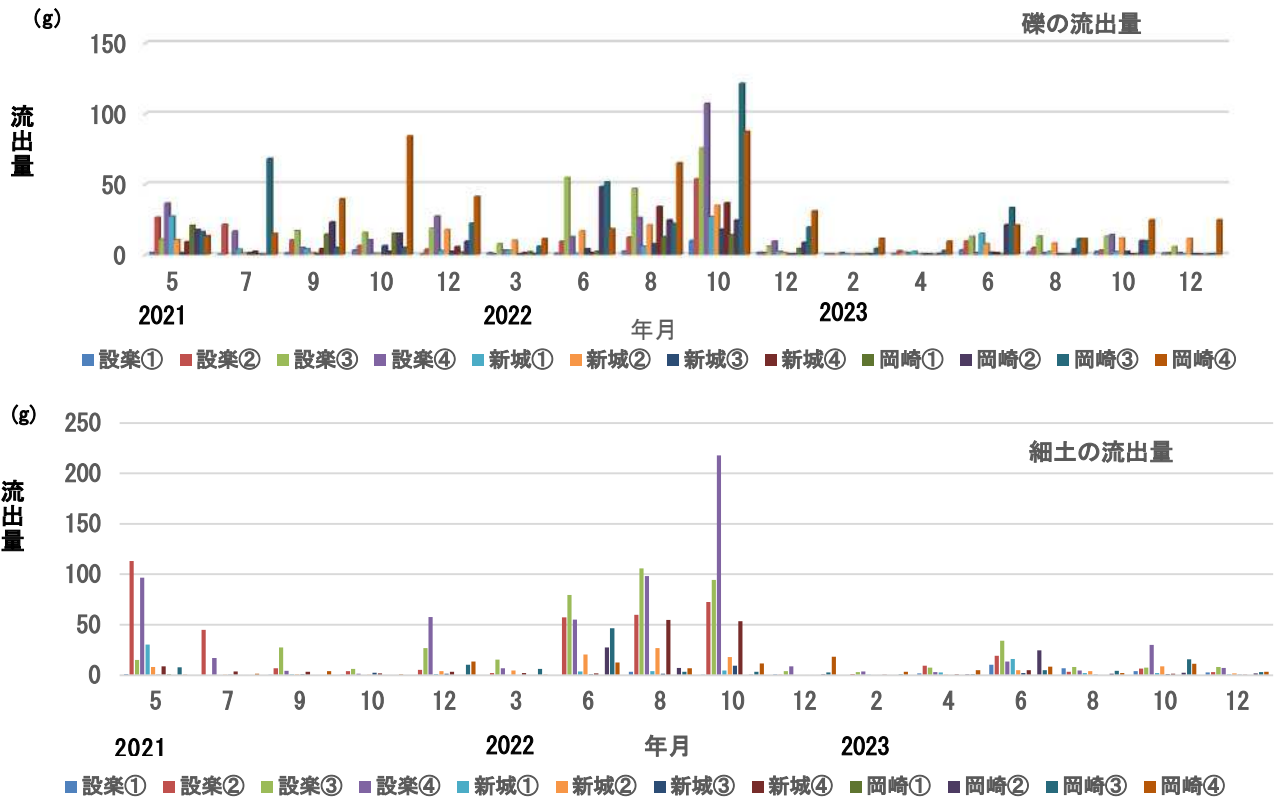


図-9 各土砂受箱の礫・細土流出量の推移

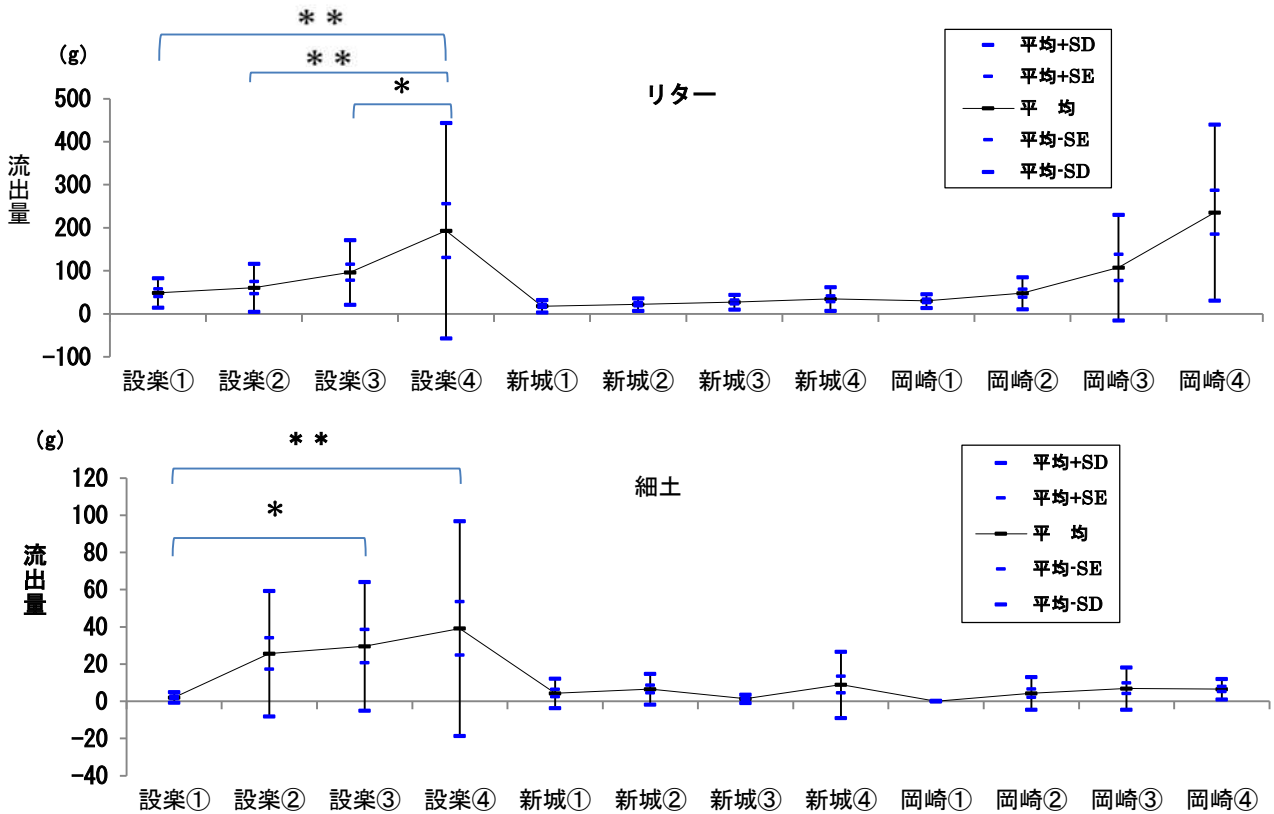


図-10 各土砂受け箱のリター・細土流出量のばらつき (\*:  $p < 0.01$  \*:  $p < 0.05$ )

の微地形、斜面勾配、立木・伐倒木の状況（井川原ら 2004）、植被率、降雨強度等が複合的に影響していると考えられた。このことから、今後も引き続きモニタリングを継続し、各要因との関係を明らかにする必要があると考えられた。

次に開空度調査の結果を図-11に示す。間伐前後で3調査地とも開空度は増加した。その後、2021年には減少は見られなかったが、2022、2023年と図-12で示すように、林冠部の閉鎖が進行するに伴い開空度も低下した。

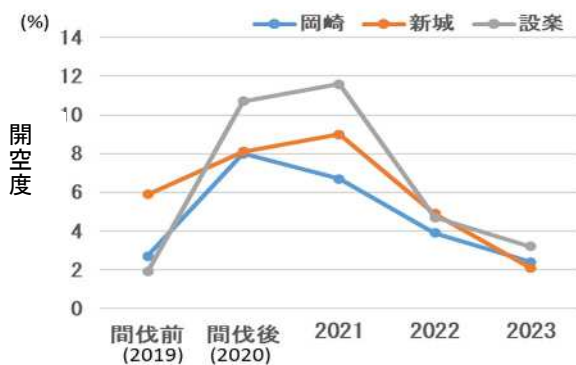
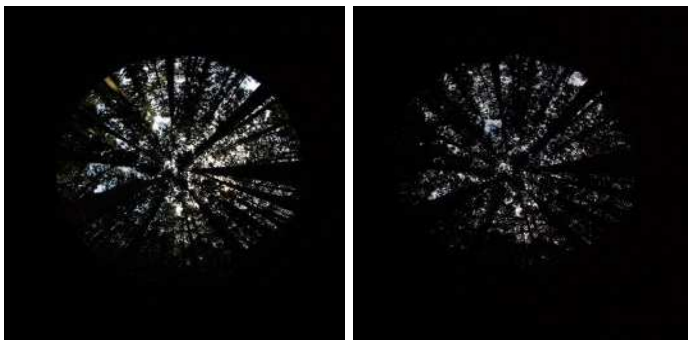


図-11 各調査地の開空度の経時的変化



2020 年間伐後



2022 年度調査

2023 年度調査

図-12 開空度の経時的変化

図-13には、下層植生調査の結果を示す。2020年と2023年の出現種の比較では、岡崎市と設楽町で出現種数は減少し、新城市は横這いであった。これは、新城市では間伐直後から出現種が少なかったため変化がなかったと思われた。出現本数の比較では、新城市、設楽町で減少した。これは、開空度の低下により林内照度も低下し、それに伴い出現種、出現本数とも減少したと考えられた。一方、岡崎市については、イヌガヤ、タブノキ、フユイチゴ、アラカシの実生が2020年より多く出現していたため本数の増加が見られた。

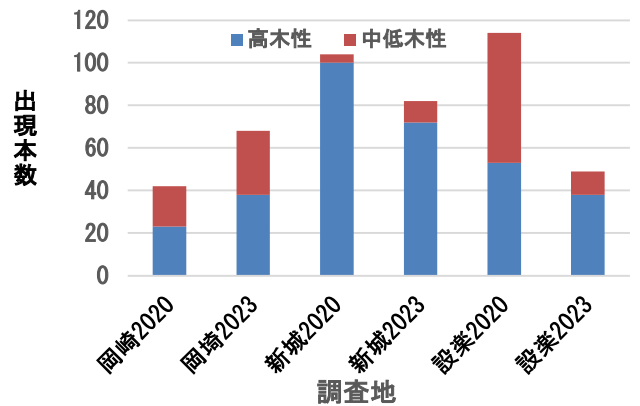
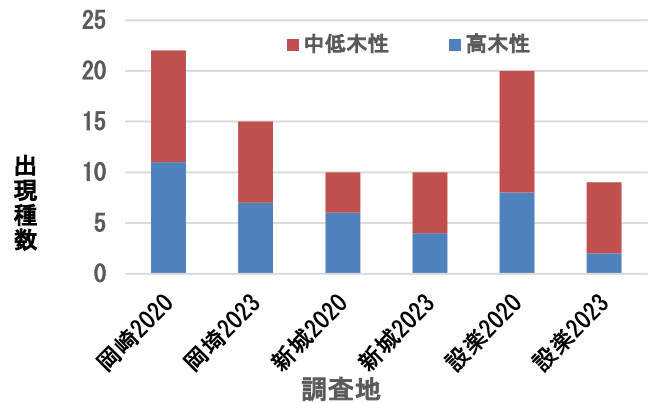


図-13 各調査地の出現種数と本数

表-2に、各年度間のJaccardの共通係数（土居ら2011）による類似度の変化を示す。岡崎市、設楽町では、出現種の低下による類似度の低下が見られた。一方、新城市は出現種数が横ばいであったため変化が少なく、類似度も横這いであった。

種の多様性を示す Shannon-Wiener の多様度指

数  $H'$  (伊藤ら 1977) は、2021 年～2023 年で岡崎市は 3.04→3.39、新城市は 2.09→1.85、設楽町は 3.29→2.08 と推移し、大きな変化は見られなかった。これは、新城市、設楽町は出現種、出現本数が減少傾向であることにより多様度指数も低下し、一方、岡崎市は出現本数のみ増加したため微増したものと考えられた。

表-2 各調査地の年度間の類似度  
(Jaccard の共通係数)

岡崎	2021	2022	2023
2021		—	—
2022	0.722		—
2023	0.4	0.438	

新城	2021	2022	2023
2021		—	—
2022	0.5		—
2023	0.5	0.667	

設楽	2021	2022	2023
2021		—	—
2022	0.385		—
2023	0.211	0.292	

## 引用文献

愛知県農林基盤局林務部森林保全課 (2023) 山から街まで緑豊かな愛知をめざして～あいち森と緑づくり事業評価報告書～. 愛知県  
土居秀幸・岡村寛 (2011) 生物群集解析のための類似度とその応用: R を使った類似度の算出、グラフ化、検定. 日本生態学会誌 61 : 3-20  
井川原弘一・渡邊仁志・横井秀一 (2004) ヒノキ人工林における間伐木の処理方法と土壤浸食量の関係. 中森研 52 : 267-270

伊藤秀三・宮田逸夫 (1977) 群落の種多様性.

(群落の組成と構造. 伊藤秀三編 朝倉書店)  
76-111

門屋健・岩下幸平 (2022) 強度間伐における施業効果の評価 (第 1 報). 愛知林セ報 60 : 35-44

清和研二 (2013) 多種共存の森 - 1000 年続く森と林業の恵み. 築地書館

塚本次郎 (1989) 林地斜面における表層物質の移動 (I) 細土の移動. 日林誌 71(12) : 469-480

山本一清 (2008) LIA32 ver. 0.3781. URL :

<http://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA32/download.html>

# 業 務 報 告

研究課題	循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進
課題名	エリートツリーの効率的な結実促進技術に関する研究
担当者	(主) 星涼太 (副) 狩場晴也
期間	2023年度～2025年度

## I 目的

スギおよびヒノキにおいて、雌花の着生量およびその後の受粉率は種子生産量に直接影響する要因であり、閉鎖型採種園を管理していく上でも安定した数の雌花を着生させる技術および受粉率を高める結実促進技術が求められる。そこで、本研究では乾燥ストレスや薬剤処理、施肥条件等の要因が雌花の着生数に及ぼす影響を明らかにするとともに、その後の受粉効率や種子生産量を高める手法について検討する。

## II 昨年度研究内容

- 1 雌花形成技術の開発
  - (1) 灌水・施肥方法の検討
  - (2) ジベレリン処理方法の検討
- 2 効率的な交配方法の検討

## III 研究結果

- 1 雌花形成技術の開発
  - (1) 灌水・施肥方法の検討

閉鎖型採種園で育成しているエリートスギ、少花粉ヒノキおよびエリートヒノキにおいて2023年5月30日から8月24日までの期間に灌水頻度および施肥条件の異なる試験区(N:P:K=14:11:13, 0:20:13)を設定し、雌花の着生数に及ぼす影響を検討した。また、少花粉ヒノキでは灌水頻度の違い(毎日、2日毎、4日毎)について検討した。その結果、施肥条件の違いからは有意な差は認められなかった。一方、灌水頻度では毎日灌水で平均着花数が72個/個体に対し、2日毎では403個/個体と5.6倍( $p<0.05$ )となったものの、4日毎では63個/個体と乾燥ストレスが過剰となり、枯損木も多く確認された。

- (2) ジベレリン処理方法の検討

エリートヒノキについて各系統の1個体1枝にジベレリンペースト包埋処理を2023年8月10日に行った結果、処理枝の雌花着生数が個体全体の枝平均での着生数に比べて約3.7倍( $p<0.05$ )となり、ジベレリンの着花促進効果が認められた。

- 2 効率的な交配方法の検討

エリートスギについて、扇風機での花粉飛散促進に加えて花粉銃を用いて人工交配を行う試験区を設定した。2023年10月に個体ごとの球果を採取し、精選種子重量を100粒重で除して総種子量を推定し、これを球果数で除した値を1球果当たりの平均種子数とした。その結果、扇風機だけの試験区では1球果当たりの平均種子数が21粒に対し、花粉銃併用区では平均28粒となった。また、1球果当たりの平均種子数が21粒以上の個体の割合が扇風機だけの試験区では約4割であったが、花粉銃併用区では約8割となり、受粉効率の向上が認められた。

## IV 本年度以降の予定

- 1 雌花形成技術の開発
  - (1) 灌水・施肥方法の検討
  - (2) ジベレリン処理方法の検討
- 2 効率的な交配方法の検討
- 3 種子充実度の検討

## V 備考

なし



研究課題	循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進
課題名	エリートツリーの雄花形成・花粉採取技術に関する研究
担当者	(主) 狩場晴也 (副) 豊嶋勲
期間	2023年度～2025年度

## I 目的

本県では、閉鎖型採種園を整備し、エリートツリー同士で交配させた種子の生産に向けて取り組んでいる。本県でエリートツリーの花粉を採取できるのは、現在閉鎖型採種園のみであり、本格的に種子生産を行っていくためには、雄花の着生量を増やし、効率的に花粉を採取していく必要がある。そこで、本研究では、閉鎖型採種園での種子生産のため、灌水方法等の雄花の花芽形成技術を開発する。また、効率的な花粉採取時期等の調査を行い、着花した雄花から花粉を効率的に採取する方法について検討する。

## II 昨年度研究内容

- 1 雄花形成技術の開発
  - (1) 灌水・施肥方法の検討
  - (2) ジベレリン処理方法等の検討
- 2 花粉採取方法の検討
  - (1) 花粉採取時期の検討
  - (2) 花粉採取技術の検討

## III 研究結果

- 1 雄花形成技術の検討
  - (1) 灌水・施肥方法の検討
 

閉鎖型採種園内のエリートツリーの（以下、エリート）ヒノキ及び少花粉ヒノキ（以下、少花粉）採種木21系統211個体について、2023年6～8月に異なる灌水間隔（毎日・2日ごと・4日ごと）の試験区を設定し、2024年1月に雄花着生量を指数評価した。評価方法は、個体の部位を上・中・下の3つに区分し、それぞれ着生範囲及び着生量から1～5段階の指数で、その平均を個体の雄花着生指数とした。その結果、各試験区の平均指数は、エリートヒノキで毎日・2日ごと・4日ごとの順に3.4・3.1・2.1となり、毎日及び2日ごとの灌水区が4日ごとの灌水区より有意に高かった。一方、少花粉では全ての条件で1.0～1.6と低かった。これは、少花粉は閉鎖型採種園内の採種木密度がエリートヒノキの2倍であり、日当たりが悪いことが原因の一つと考えられた。
  - (2) ジベレリン処理方法等の検討
 

閉鎖型採種園内のエリートスギ9系統92本について、半数の個体に2023年6～7月にジベレリン散布処理試験区を設定し、2024年1月に1(1)と同様の評価を行った。また、屋外のエリートヒノキ及び少花粉の苗木4系統20個体において、2023年6月に1個体につき2本の枝にジベレリンペーストの包埋処理を行い、2024年1月に処理枝及び無処理枝の雄花着生量を調査した。その結果、エリートスギの平均指数は処理区で2.2、無処理区で1.3となり、処理区で有意に高く、エリートヒノキ及び少花粉では平均指数が処理枝で2.5、無処理枝で1.2となり、処理枝の方が有意に高かった。
- 2 花粉採取方法の検討
  - (1) 花粉採取時期の検討
 

2023年3～4月に閉鎖型採種園内のエリートヒノキ9系統23個体の雄花開花時期を調査した結果、3月13日から開花及び花粉飛散が確認されたが、3月下旬以降雄花にカビが発生し、花粉飛散が確認できなくなった。また、屋外の同系統の苗木と比較した結果、閉鎖型採種園内で開花した雄花は屋外より1～2週間程度開花時期が早かった。
  - (2) 花粉採取技術の検討
 

エリートヒノキ及び少花粉の閉鎖型採種園では、3月下旬以降カビが発生し、多くの雄花から花粉採取ができなかった。これは、交配時期の閉鎖型採種園内は、昼夜における寒暖差が激しく過湿状態が続く環境であったためと示唆された。今後は、空調機器の導入等を検討する必要があると考えられた。

## IV 本年度以降の予定

- 1 雄花形成技術の検討
  - (1) 灌水・施肥方法の検討
  - (2) ジベレリン処理方法等の検討
- 2 花粉採取方法の検討
  - (1) 花粉採取時期の検討
  - (2) 花粉採取技術の検討

## V 備考

なし

研究課題	循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進
課題名	少花粉ヒノキの採種木等の育成技術に関する研究
担当者	(正) 豊嶋勲 (副) 狩場晴也
期間	2023年度～2025年度

## I 目的

本県が管理する閉鎖型採種園の採種木は、通常のミニチュア採種園とは異なり、一般的なサイズより樹体サイズが小さく、ジベレリンを使用した葉害による枯損が懸念される。このため、採種園の新しい代替木のストックを育成する必要がある。そこで、効率よく採種木の苗高や枝径の発達を促す手法について究明する。また、採種木の本数密度を維持しつつ、種子生産量を確保するための有効な剪定手法を開発する。

## II 昨年度研究内容

### 1 早期樹体サイズ増大手法の開発

(1) 温室内採種木の液肥による高成長手法の開発 (2) 屋外での固形肥料による高成長手法の開発

### 2 枝の剪定技術等の開発

(1) 種子生産を考慮した剪定技術の検討

## III 研究結果

### 1 早期樹体サイズ増大手法の開発

(1) 温室内採種木の液肥による高成長手法の開発

温室内のスギエリートツリーの成長について、従来使用のエコロング413より低コストかつ液肥の作成手間が少ないハイポネックス20-20-20での代替を目的にエコロング413 (4倍) との成長量の比較を行った。ハイポネックスは20-20-20は、エコロング413 (4倍) と同等のN量となるよう調整した。試験期間は、2023年7月～12月までとし、成長量を比較した。その結果、樹高成長量は、エコロング413 (4倍) では42cm、ハイポネックス20-20-20では36cmと樹高成長量に差はなかった (分散分析 $p=0.158$ )。このことからハイポネックスは代替肥料として有効であることが示された。

(2) 屋外での固形肥料による高成長手法の開発

2023年3月から12月まで、名賀3号、新城2号、益田5号、鰺沢4号、度合4号、2-107、2-125、2-142の8クローンについて、屋外で育成している50ℓコンテナ採種木苗の成長量を調査した。固形肥料エコロング413・180日溶出タイプの50g試験区と150g試験区での苗高成長量は、51.7cm、53.3cmと差はなかった ( $p=0.319$ )。またグルタチオン添加の有無による成長促進効果を調べた結果、添加試験区で53.2cm、添加なしで51.8cmであり、差はなかった ( $p=0.754$ )。クローン別にみると、新城2号についてのみ肥料150g試験は50g試験区より樹高成長量が有意に高かった ( $p<0.05$ )。

### 2 枝の剪定手法の開発

(1) 種子生産を考慮した剪定技術の検討

スギエリートツリーの採種木48本について、剪定形及び剪定枝の長さを変えて4条件により剪定を行った。剪定の条件は(A)円柱で枝長10cm、(B)円柱で枝長40cm、(C)円錐で上部10cm、下部40cm、(D)円錐で上部40cm、下部70cmとした。剪定は4月下旬に実施し、剪定後に新しく萌芽した枝の伸びによる評価を行った。採種木の上部、中部、下部に分けて枝の本数と平均伸長量を調べた。その結果、(A)では上部の平均本数14本で、伸びは50cm、中部の平均本数は4本で伸びは23cm、下部の本数は3本で伸びは19cmであった。(B)では上部の平均本数は10本で伸びは57cm、中部は2本で10cm、下部は、1本で11cm、(C)では上部の本数が9本で56cm、中部は2本で7cm、下部は1本で8cm、(D)では上部が9本で56cm、中部が2本で7cm、下部が1本で8cmであった。新しい枝は、上部、中部、下部ともに強度に剪定した(A)が最も多く萌芽した。

## IV 本年度以降の予定

### 1 早期樹体サイズ増大手法の開発

(1) 温室内採種木の液肥による高成長手法の開発 (2) 屋外での固形肥料による高成長手法の開発

### 2 枝の剪定技術等の開発

(1) 種子生産を考慮した剪定技術の検討

## V 備考 なし

研究課題	循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進
課題名	航空レーザ計測データを活用した渓床の安定勾配の検証
担当者	(主) 岩川昌暉 (副) 藏屋健治
期間	2021年度～2023年度

## I 目的

本県では、森林土木事業で治山ダムを設置する際、安定勾配を基にした計画勾配係数を用いて堤高を決定するが、県の基準が制定されてから年月が経過している。近年、県内各地で局所的な大雨が頻発したり、「令和2年7月豪雨」などの記録的な集中豪雨が発生しており、従来の安定勾配との差異を確認する必要がある。そこで、本研究では県内の溪流の渓床勾配について、航空レーザによる調査と現地測量による調査により評価し、現在の気象条件に適応した安定勾配に関する指標を作成する。

## II 昨年度研究内容

- 1 渓床勾配の状況調査
  - (1) 現地調査 (2) 航空レーザ計測データ解析
- 2 渓床の安定勾配の検証
  - (1) 堆砂勾配と現渓床勾配の比較 (2) 計画勾配に関する指標の作成

## III 研究結果

- 1 渓床勾配の状況調査
  - (1) 現地調査
 

治山ダムの勾配係数を把握するため、豊田市及び豊根村から領家変成岩で4溪流の調査を行った結果、集水面積5ha未満の平均値が0.03上昇した。
  - (2) 航空レーザ計測データ解析
 

治山ダム84基について県が2018年度以降に取得した航空レーザ計測データを活用して算出した平均勾配と現地測量して求めた平均勾配を比較したところ、決定係数0.89、近似式 $y=0.95x+0.82$ （x:航空レーザ計測データから求めた平均勾配、y:現地測量から求めた平均勾配）であったため、航空レーザ計測データが現地測量と同等の精度を有していると考えられた。
- 2 渓床の安定勾配の検証
  - (1) 堆砂勾配と現渓床勾配の比較
 

航空レーザ計測データを活用し、3地質区分、4集水区域、合計170基の治山ダムについて堆砂勾配と現渓床勾配を算出し、勾配係数を求めたところ、花崗岩、集水面積50ha以上の区分について現行の計画勾配係数の範囲よりも高くなる結果となった。第3紀層、領家変成岩については現行の計画勾配係数の範囲内であった。
  - (2) 計画勾配に関する指標の作成
 

2(1)より、3地質区分、4集水面積区分の計12区分について勾配係数の平均値と95%信頼区間を算出したところ、8区分について現行の計画勾配係数と差異があった。このため、新たな指標として計画勾配係数表(案)を作成した。

## 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	循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進
課題名	県産材利用拡大に向けた航空レーザ計測データを活用した林分収穫予想表の作成
担当者	(主) 星涼太 (副) 狩場晴也
期間	2022年度～2024年度

## I 目的

本県の林分収穫予想表は1983年に作成されたものを最後に更新がされていない。作成当時に比して林分の年齢構成が高齢級側に大きく偏っており、その予測精度の低下が予想される。本県では2018年度より全県規模で航空レーザによる森林の計測を実施しており、この解析結果を利用することで予測精度の高い林分収穫予想表が作成できると考えられる。

そこで、本研究では航空レーザ計測データを活用した林分収穫予想表の作成を目的とする。

## II 昨年度研究内容

### 1 新規地位指数曲線の作成

- (1) 施業履歴の収集・現地調査 (2) 樹高成長曲線・地位指数曲線の検討

## III 研究結果

### 1 新規地位指数曲線の作成

- (1) 施業履歴の収集・現地調査

全県で航空レーザ計測が実施された2018年度以降の間伐地および皆伐地を対象に、現地調査により樹高、胸高直径、立木密度、林齢、座標を計測した(スギ:70地点 ヒノキ:83地点)。

- (2) 樹高成長曲線・地位指数曲線の検討

樹高成長曲線を選定するため、調査データから樹高と林齢を抽出し、Mitscherlich式やLogistic式等の成長曲線モデル式を対象に、AIC(赤池情報量基準)によって当てはまりの良さを検討した結果、スギ、ヒノキ共にMitscherlich式が最適となった。選定した樹高成長曲線を用いて調査データの樹高を標準伐期齢時(スギは40年生時、ヒノキは45年生時)に換算し、地位指数の実数値とした。

一方、航空レーザ計測データを解析して得た標高等の23要素の地形因子から、多重共線性の検討により解析に支障をきたす因子を除外し、残った20因子を説明変数として実数値に対する推定値を重回帰分析により算出した。スギ、ヒノキそれぞれについて推定値の精度を検証したところ、スギは相関係数が0.40、ヒノキでは0.63となり、スギ・ヒノキ共に地形からおおよその地位指数の推定が可能であるとわかった。また、地位指数に寄与する因子について解析した結果、スギでは年間積雪量や日射量、ヒノキでは斜面方位や日射量との相関が高かった。しかし、調査地の地形因子は概ね正規分布となっていたが、日射量や積雪量は分布に偏りが生じたため、今後の現地調査で不足しているデータを充足することとした。

## IV 本年度以降の予定

### 1 新規地位指数曲線の作成

- (1) 施業履歴の収集・現地調査 (2) 樹高成長曲線・地位指数曲線の検討

### 2 林分収穫予想表の作成

## V 備考

なし

研究課題	循環型林業の推進のためのスマート林業及び木材利用の推進
課題名	早生樹等の生育特性及び強度性能評価に関する研究
担当者	(主) 藏屋健治 (副) 岩川昌暉
期間	2023年度～2025年度

## I 目的

再造林の際、短伐期で収穫が可能な早生樹等が注目されている。本県でも 2020 年度より早生樹であるセンダンを対象に材質調査等を行い、家具用材としての利用が可能であることが分かった。しかし、森林所有者の植栽木の選択肢を増やすためにセンダン以外の樹種についても調査を行う必要があると考える。

そこで、本研究ではセンダン以外の早生樹や成長、材質等の優れた有用広葉樹のうち、クスノキに注目し、県内での生育状況を把握するとともに、強度性能の評価を行い、その利用法を検討する。

## II 昨年度研究内容

### 1 早生樹等の生育特性の評価

- (1) クスノキの人工林調査 (2) 自生木の生育状況調査

### 2 早生樹等の強度特性の評価

- (1) 自生木の材質調査

## III 研究結果

### 1 早生樹等の生育特性の評価

#### (1) クスノキの人工林調査

センターで過去に調査をしたクスノキ人工林について、胸高直径、樹高を計測した。その結果、幸田町深溝地内 6 本で平均胸高直径  $23.2\pm 3.0$  cm、平均樹高  $16.3\pm 0.7$ m、田原市高松地内 12 本で平均胸高直径  $36.5\pm 10.6$  cm、平均樹高  $14.4\pm 4.0$ m、センター試験林内 26 本で平均胸高直径  $19.2\pm 5.1$  cm、平均樹高  $14.5\pm 2.5$ m であった。

#### (2) 自生木の生育状況調査

県内に自生しているクスノキについて、胸高直径、樹高を計測した。その結果、知多市佐布里上加世端地内 7 本で平均胸高直径  $49.4\pm 8.7$  cm、平均樹高  $21.1\pm 1.5$ m、豊橋市飯村町高山地内 3 本で平均胸高直径  $53.7\pm 8.7$  cm、平均樹高  $21.7\pm 2.9$ m であった。

### 2 早生樹等の強度特性の評価

#### (1) 自生木の材質調査

県内に生育するクスノキ 40 本について、応力波伝播速度の計測を行った。その結果、平均値  $2994.9\pm 285.6$ m/sec、最小値  $2307.9$ m/sec、最大値  $3673.8$ m/sec であった。

## IV 本年度以降の予定

### 1 早生樹等の生育特性の評価

- (1) クスノキの人工林調査 (2) 自生木の生育状況調査

### 2 早生樹等の強度特性の評価

- (1) 自生木の材質調査 (2) 強度性能評価

## V 備考

なし

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	エリートツリーの挿し木増殖技術の開発
担当者	(主) 狩場晴也 (副) 豊嶋勲
期間	2022年度～2024年度

## I 目的

本県において、成長が優れ、炭素吸収量が高いエリートツリー由来の苗木を生産していくことが求められている。また、挿し木は、母樹の優れた遺伝形質をそのままのかたちで受け継ぐことができるため、本県の環境に適したエリートツリーの挿し木苗生産は有効であると考えられる。しかしながら、本県において、特にヒノキ挿し木苗については、効率的な挿し木苗生産のための知見が蓄積されていない。そこで本研究では、エリートツリーの挿し木苗生産に向けた効率的な挿し木苗生産技術を開発する。

## II 昨年度研究内容

### 1 効率的な挿し木増殖技術の検討

(1) 採穂サイズの検討 (2) 「空中さし木法」による発根条件の検討 (3) 各系統の発根特性調査

### 2 挿し木苗の育苗方法の検討

(1) 育苗に適した施肥・灌水方法の検討

## III 研究結果

### 1 効率的な挿し木増殖技術の検討

#### (1) 採穂サイズの検討

2023年4月に(国研)林木育種センターから購入したエリートツリーの(以下、エリート)ヒノキ荒穂(40cm程度)9本について、30cm(通常サイズ)及び15cm(ミニサイズ)の挿し穂の作成可能数を調査した結果、荒穂1本あたり平均で通常サイズが1本、ミニサイズ3.4本作成可能であった。

#### (2) 「空中さし木法」による発根条件の検討

2023年4月にエリートヒノキ等15系統313本、エリートスギ3系統45本の通常サイズの挿し穂をガラス温室に異なる灌水条件(①挿し穂上部から12～13回/日、②13～16回/日、③条件①に加え挿し穂基部～12回/日灌水)で挿し付け、同年9月に発根調査を行った結果、エリートヒノキ等では全ての条件で97%の穂が生残し、灌水条件ごとの発根率は条件①～③の順に3・3・5%となった。エリートスギでは全ての条件で全ての穂が生残し、灌水条件ごとの発根率は40・33・80%となり、挿し穂基部へ灌水した条件で発根率が高くなった。

#### (3) 各系統の発根特性調査

2023年4月にエリートヒノキの通常サイズ9系統179本、ミニサイズ9系統180本の挿し穂を鹿沼土で充填したマルチキャビティコンテナへ挿し付け、9月に発根調査を行った。その結果、各系統の生残率・発根率は、通常サイズで95～100%・0～60%、ミニサイズでは95～100%・20～95%となり、ミニサイズでは9系統中4系統で発根率が80%以上と発根率が高く、特に林育2-44号、2-120号及び2-121号では平均一次根数が8本以上で他の系統より多かった。

### 2 挿し木苗の育苗方法の検討

#### (1) 育苗に適した施肥・灌水方法の検討

2022年4月に通常サイズのエリートヒノキ15系統276本の挿し穂を鹿沼土を充填したマルチキャビティコンテナへ挿し付け、同年10月にココピートオールド及び鹿沼土を充填したマルチキャビティコンテナに移植し、ハイコントロール085-360(ジェイカムアグリ社製)と神協こはる(神協産業社製)の配合割合が異なる4つの条件で施肥を行い、2023年12月に生残率及び苗高調査を行った。その結果、生残率は36～63%であり、生残した個体の肥料条件ごとの移植時からの苗高成長量は、10～15cmとなり、窒素が少ない条件で成長量が小さかったが、いずれの条件でも平均苗高は35cmを超えており、苗高成長としては良好だった。

## IV 本年度以降の予定

### 1 効率的な挿し木増殖技術の検討

(1) 採穂サイズの検討 (2) 「空中さし木法」による発根条件の検討 (3) 各系統の発根特性調査

### 2 挿し木苗の育苗方法の検討

(1) 育苗に適した施肥・灌水方法の検討

## V 備考

なし

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	早生樹の種苗生産及び育林技術に関する研究
担当者	(主) 長谷川規隆 (副) 藏屋健治
期間	2021年度～2023年度

## I 目的

近年、成長が早い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、本県における気候や立地条件に適し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、県内において自生等が多く見られ、また需要が見込めるセンダンを対象とし、本県の気候や立地条件に応じたセンダンの成長特性を明らかにするとともに、育苗及び育林技術の検討を行う。

## II 昨年度研究内容

- 1 育苗方法の検討
  - (1) 効率的な苗木生産方法の検討
  - (2) 効率的な育苗技術の検討
- 2 育林方法の検討
  - (1) 現地実証調査
  - (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

2022年12月に県内の自生木から採取し、低温湿層処理した球果を用い、ビニールハウス内で育苗箱に2023年2月に300個播種し、加温マットによる20℃の加温条件下で発芽試験を実施した。その結果、最初の発芽は38日目となり、その後92日目まで発芽し、発芽率は55%となった。

#### (2) 効率的な育苗技術の検討

1 (1) で得られた幼苗を、2023年5月にMスターコンテナ(サイズ: 48cm・32cm・16cm)及びマルチキャビティコンテナ(サイズ: 300cc・150cc)に移植し、容器1Lあたり10.0g施肥(ハイコントロール650、180日タイプ)し、成長量を調査した。その結果、2023年12月にMスターコンテナの平均苗高・平均根元径は48cmサイズで84.8cm・8.9mm、32cmサイズで89.3cm・8.1mm、16cmサイズで78.2cm・6.6mmとなった。また、マルチキャビティコンテナの平均苗高・平均根元径は、300ccで50.9cm・5.0mm、150ccで44.3cm・5.4mmとなった。このことから、コンテナの大きさに応じて、苗木の大きさをコントロールすることは可能であると考えられた。

### 2 育林方法の検討

#### (1) 現地実証調査

2021年4月に苗畑に播種して育苗した8系統の苗木を、県内の5試験地に2022年2～5月に植栽し、2023年12月まで成長量を調査した。その結果、良好に成長する条件として、弱酸性で電気伝導率(EC)が高く、水分と適度な透水性を持つ土壌であること、十分な日照を確保すること、病虫害等外的な被害がないこと、肥料を多く与えることが確認できた。

#### (2) 被害等調査

当センター試験林で、2022年にゴマダラカミキリによる樹皮への被食被害を受けた個体に、2023年3月に地際伐採し萌芽更新を図った結果、72%が再生した。また、対策として薬剤(ダントツ水溶剤、住友化学製、1000倍希釈)を2023年5月及び6月に散布したところ、この年の被害は確認されなかった。

## IV 本年度以降の予定

なし

## V 備考

終了課題につき、研究報告を参照のこと。

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	コンテナ苗の生産技術の高度化に関する研究
担当者	(正) 豊嶋勲 (副) 狩場晴也
期間	2021年度～2023年度

## I 目的

林業種苗の需要増に応えるには、生産方法の改良、効率化が急務となっている。このため、高い成長を実現し生産期間を短縮するとともに得苗率を引き上げる新たな技術開発が求められている。そこで、セルトレイ、育苗箱や温室などの既存設備や育苗資材を組み合わせたコンテナ苗生産手法を確立し、1年生苗の出荷を目指す。

## II 昨年度研究内容

### 1 コンテナ苗の育苗コスト削減手法の開発

- (1) 育苗資材等の連携による生産期間短縮 (2) 育苗過程における管理手法の検討  
(3) コンテナ苗の現地植栽後の成長評価 (4) 踏み固め土壌での成長試験

## III 研究結果

### 1 コンテナ苗の育苗コスト削減手法の開発

#### (1) 育苗資材等の連携による生産期間短縮

2023年2月と3月にヒノキ種子を育苗箱に播種し、温湿度管理が可能な恒温器で発芽させ、本葉が展開した幼苗を、2月播種の苗は3月中旬にコンテナに移植し、3月播種の幼苗は4月中旬にコンテナに移植した。2月に移植したコンテナは、温室に設置（以下：2月温室コンテナ）及び屋外に設置した（以下：2月屋外コンテナ）。3月播種の苗は、温室にのみ設置した（以下：3月温室コンテナ）。これら3条件のコンテナを12月まで育苗し、苗高の成長評価を行った。成長評価は、愛知県林業種苗協同組合の基準で苗高30cm以上を出荷できる苗としてカウントした。その結果、苗の成長について、2月温室コンテナは、12月までに31cm（得苗率55%）、2月屋外コンテナは29cm（得苗率45%）、3月温室コンテナは28cm（得苗率37%）となった。2月に早播きすることの苗高成長への効果については、2月温室コンテナは3月温室コンテナより苗高が約3cm高かったことから、苗高をより大きくする効果が認められた。

#### (2) 育苗過程における管理手法の検討

コンテナ苗の灌水間隔が苗の根量及びTR率に与える影響を調査した。灌水方法は、2023年10月～2024年3月まで午後12:00毎日灌水（根鉢の水分ロガー値：常に0.50以上）、午前12:00毎日灌水（水分ロガー値：常に0.50以上）、強い乾燥後に灌水（水分ロガー値：0.38以上）、弱い乾燥後に灌水（水分ロガー値0.43）の4つの灌水条件を設定し、10月～3月まで灌水を行った。その結果、根量は、夜間に毎日灌水するより、弱い乾燥後に灌水する方が根量が有意に大きく（ $p<0.01$ ）、TR率は有意に小さく（ $p<0.05$ ）、弱い乾燥状態になってからの灌水を続けることで根鉢の充実が図られると考えられた。

#### (3) コンテナ苗の現地植栽後の成長評価

設楽町で2020年4月に植栽したヒノキ、スギコンテナ苗（ヒノキ、スギとも2000本/ha植え）について、2023年12月に4成長期後の樹高を測定した。その結果、ノウサギによる食害を除いたヒノキの樹高は、 $245 \pm 51 \text{cm}$ （ $n=290$ ）、スギの樹高は $255 \pm 65 \text{cm}$ （ $n=277$ ）であった。

#### (4) 踏み固め土壌での成長試験

ハーベスタ等林業機械等が林地の走行を繰り返す森林施業地では、土壌の踏み固めによる植栽後の苗木の成長への影響が考えられることから、土壌の硬さが成長に与える影響を調査した。ハーベスタの転圧力を $0.7 \text{kg/cm}^2$ として、プレス機を用いて土壌を締め固めた鉢を作成した。硬さは無転圧（A） $0 \text{kg/cm}^2$ 、（B） $0.35 \text{kg/cm}^2$ 、（C） $0.70 \text{kg/cm}^2$ 、（D） $1.40 \text{kg/cm}^2$ の4パターンを作成した。令和5年3月に35cm程度のスギコンテナ苗を植栽（条件毎に5本）し、12月まで育苗後、樹高成長量を比較した。その結果、（A）の樹高の伸びは79.8cm、（B）75.9cm、（C）76.5cm、（D）73.2cmとなった。分散分析の結果、（A）と（C）の差はなかった（多重比較 分散分析  $p=0.973$ ）。（D）と（A）についても有意な差はなかった（ $p=0.894$ ）。このことから植栽後の成長量には、転圧による土の硬さの影響はないと考えられた。

## 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	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	強度間伐地における施業効果の評価
担当者	(主) 門屋健 (副) 長谷川規隆
期間	2019年度～2023年度

## I 目的

強度間伐は、コスト低減だけではなく、広葉樹が進出しやすく、針広混交林化や複層林化にとって効果的であると言われている。また、水土保全機能の向上や生物多様性の増加等の公益的機能改善への寄与も期待できる。近年、林業経営コストの低減などを期待され、強度間伐が実施されている。しかしながら、間伐後の下層植生の被覆による表面土壌の流亡や混交林化に重要な構成樹種の推移等については未解明である。また、過去の強度間伐施業地の再調査による2回目間伐の検討についても、県内では未実施である。そこで本研究では、施業地の土壌流亡の継続的な調査と既調査地の再調査により、強度間伐の施業効果を明らかに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

## III 研究結果

### 1 施業効果のモニタリング

2019年度に強度間伐施業を実施した3箇所（岡崎市、新城市、設楽町）の調査地に、土砂受け箱を各調査地4基設置し、約2か月ごとに5回、土砂流出量を調査した。採取土砂は85℃で乾燥後、リター、礫、細土に分別し秤量した。調査期間中の土砂流出量は、設楽町が最も多く、続いて岡崎市、新城市の順であった。3調査地ともリターの割合が最も多く、岡崎市（78.1%）、設楽町（69.8%）、新城市（60.0%）の順であった。2023年の各調査地の降水量データを、農研機構メッシュ農業気象データシステムからダウンロードした。その結果、岡崎市2,513mm、新城市2,666mm、設楽町2,735mmで、2023年の降水量は2022年と比較して、岡崎市、設楽町は増加、新城市は減少した。6月の降水量は、大雨（6月2日）の影響で多く、2021、2022年は7月から9月の3か月間の降水量は約60%を占めていたが、2023年は約30～40%であった。2023年の降水量と回収した土砂流出量との間には正の相関がみられ（ $r=0.798$ ）、降水量と細土についても同様に正の相関がみられた（ $r=0.762$ ）。各調査地設置の4基の土砂受箱間の2か月ごとの土砂流出量のバラツキは、1.5倍から68.6倍であった。特に岡崎市の8月（68.6倍）と6月（13.2倍）はバラツキが大きかったが、これはリターの量が多かったことが影響していた。

開空度調査の結果、開空率（平均値）は、岡崎市2.4%、新城市2.1%、設楽町3.2%で、2022年度調査と比較して低下していた。

下層植生調査の結果、植被率は2022年度と同様に5～10%と変化がなかったが、木本種の種数、個体数は、新城市の種数以外は減少した。その内、高木性樹種の種数割合は、22～47%、本数割合は51～78%であった。種の多様度を示すShannon-Wiener値（ $H'$ ）は、岡崎市では2022年度と比較して増加したが（3.04→3.39）、新城市と設楽町は減少した（新城市：2.09→1.85、設楽町：3.29→2.08）。

## 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	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	既存試験地等の継続調査
担当者	豊嶋勲
期間	2021年度～2025年度

## I 目的

当センターで実施した試験課題の中で設定した植栽地等の試験地で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とともに、無花粉スギ採穂園を整備し、成長量を調査する。

## II 昨年度研究内容

### 1 無花粉スギ試験地のモニタリング

#### (1) 遺伝資源保存林維持管理

## III 研究結果

### 1 無花粉スギ試験地のモニタリング

#### (1) 遺伝資源保存林の維持管理

2022年3月に無花粉スギの苗を71本、六本スギを3本、傘スギを7本、アオヤジロを15本、少花粉スギを24本植栽した。2023年5月に当センター試験林で無花粉スギ採穂園で植栽箇所の坪刈りを行い、生残を確認した。その結果、無花粉スギ植栽エリアでは、5本が枯損していたため、無花粉スギ苗を5本補植した。六本スギ、傘スギ、アオヤジロ植栽エリアでは、六本スギが2本、傘スギが3本、アオヤジロが11本の枯損が確認された。これは、植栽当初から根の本数、根の長さが著しく貧弱であったためと考えられる。これらの代替苗はなかったため、無花粉スギの苗16本を代わりに植栽した。その後、2023年8月に無花粉スギ植栽地の下刈りを実施した。傘スギについては、2022年10月に新城市池場で採穂した穂木を当センターでコンテナに直挿し、育苗中である。これを2023年12月に発根を確認したところ多くの苗に発根を確認した。今後、傘スギについて枯損があれば、この挿し木の苗木で補植する予定である。

## IV 本年度以降の予定

### 1 無花粉スギ試験地のモニタリング

#### (1) 試験林試験地のモニタリング

#### (2) 遺伝資源保存林維持管理

### 2 有用広葉樹、針広混交林試験地の維持管理

#### (1) 間伐

#### (2) 樹幹解析、材質等調査

### 3 里山整備林の維持管理

#### (1) 植生調査

#### (2) 除伐

## V 備考

なし

研究課題	森林の整備による多面的機能の発揮
課題名	既存試験地等の継続調査（海岸クロマツ林の調査）
担当者	長谷川規隆
期間	2021年度～2023年度

## I 目的

当センターで2018年度～2020年度に実施した試験課題の中で設定した植栽地等の試験地で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。

## II 昨年度研究内容

植栽地のモニタリング

## III 研究結果

### 1 植栽地のモニタリング

#### (1) 方法

2020年3月にクロマツコンテナ苗を植栽した試験地（植栽密度8000本/ha）において、植栽木の枯損状況、樹高及び根元径を毎年3月、6月、9月、12月に計測した。試験地は、田原市中山町岬（以下、岬）及び同市同町大松上（以下、大松上）の2か所である（図-1）。

調査区分として、植栽した1年生及び2年生のクロマツ苗に対して、菌根菌であるショウロ接種の有無、与える肥料を溶脱期間100日タイプ（マイクロロングトータル280）または700日タイプ（ハイコントロール650）の8区分を設けた。

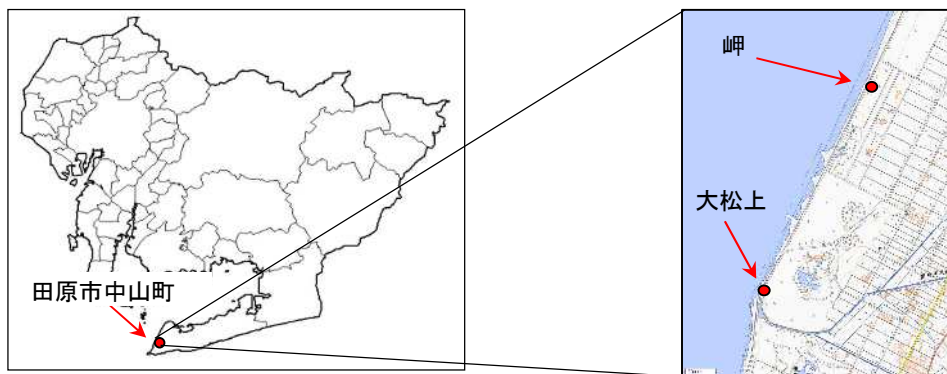


図-1 植栽試験地

#### (2) 結果と考察

クロマツ苗の樹高及び根元径の推移は、図-2及び図-3のとおりとなった。また、2023年12月の平均樹高及び平均根元径は表-1のとおりとなった。

4年間の継続調査の結果、最も良好な成長を示したものは、2年生苗・ショウロ接種有・肥料100日タイプで、次に2年生苗・ショウロ接種無・肥料100日タイプのものであった。なお、塩害によると考えられる先枯れが生じた個体も一部確認された。ショウロは、接種することによって成長が促進される傾向が見られた。また、肥料は100日タイプのものが高い成長を示した。枯損はほとんどが植栽後1年で発生したが、その後は確認されなかった（図-4及び図-5）。2023年12月の生存率は、2年生苗が1年生苗よりも高く、試験地別には岬で73%、大松上で35%であった。これらのことから、2年生苗で成長初期に溶脱期間の短い肥料を与え、早期に活着させることで、生存は維持されやすくなると考えられた。また、生存率が高い岬の方が、大松上より飛来塩分が少なく（藏屋ら 2021）、かつ成長が良好であったことから、飛来塩分がクロマツの成長にも影響していると考えられた。

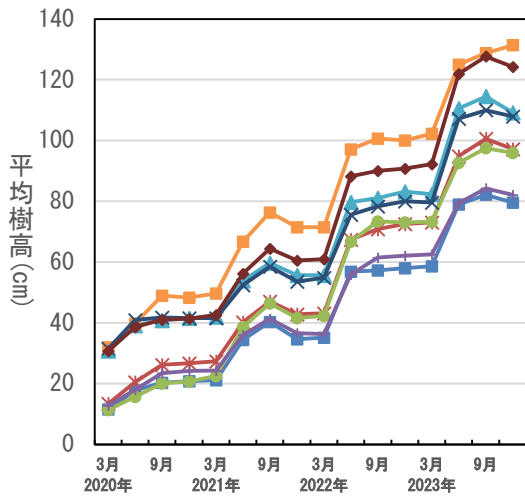


図-2 樹高の推移

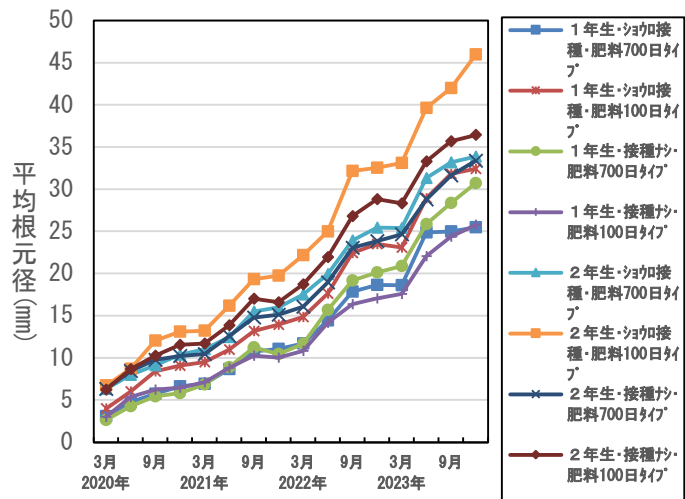


図-3 根元径の推移

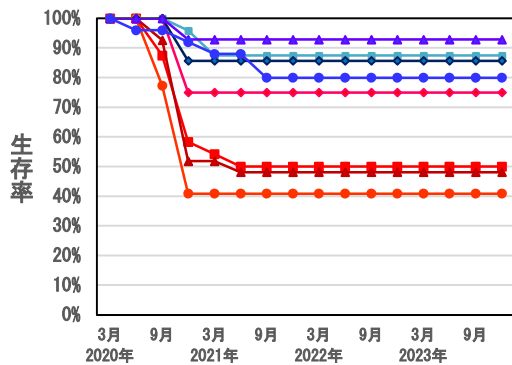


図-4 岬における生存率の推移

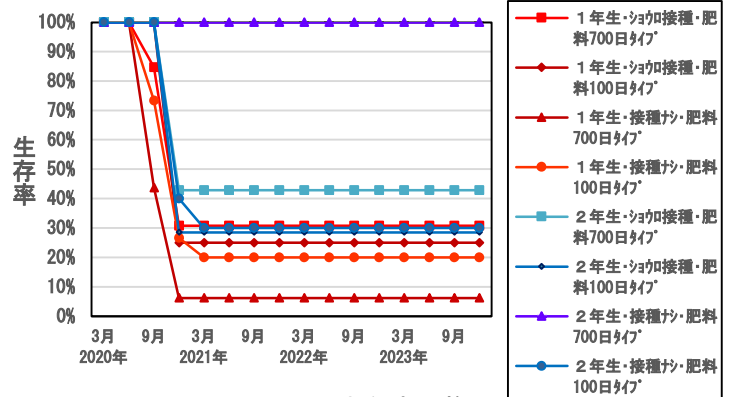


図-5 大松上における生存率の推移

表-1 成長状況

	ショウロ 接種の有無	肥料 (溶脱期間)	平均樹高 (cm)	標準偏差	平均根元径 (mm)	標準偏差
1年生苗	有	700日	79.6 (+68.1)	27.2	25.5 (+22.4)	8.5
		100日	97.2 (+83.8)	27.0	32.4 (+28.5)	9.9
	無	700日	95.9 (+84.5)	28.4	30.7 (+28.1)	11.2
		100日	82.1 (+69.4)	32.6	25.8 (+22.8)	11.3
2年生苗	有	700日	109.2 (+78.4)	31.4	33.9 (+27.8)	10.4
		100日	131.3 (+99.4)	32.7	46.0 (+39.2)	12.4
	無	700日	107.9 (+76.4)	28.5	33.4 (+27.1)	8.7
		100日	124.2 (+93.5)	29.6	36.4 (+30.2)	9.2

ただし、( )内は2020.3-2023.12の4成長期の成長量

引用文献

藏屋健治・石田朗・釜田淳志 (2021) 海岸クロマツ林の効果的な再生手法の開発. 愛知林セ報58 : 1-6

IV 本年度以降の予定

なし

V 備考

なし

# 資 料

〔資料〕－1

## 林木種子の発芽検査（2023 年度）

浅岡 郁雄・石丸 賢二

当センターが林木育種地等で採取した林木種子の2023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 (%)	1000 粒重 (g)	発芽率 (%)	1g 当 たり理論 発芽数 (本/g)	備考
スギ	2023	下山林木育種地	12 系統混合	96.07	2.601	25	92	少花粉 カメムシ防除
〃	2023	閉鎖型採種園	9 系統混合	98.36	1.690	20	113	エリートツリー カメムシ防除
ヒノキ	2021	額田林木育種地	25 系統混合	99.34	2.191	7	32	
〃	2021	額田林木育種地	25 系統混合	99.68	2.238	10	46	カメムシ防除
〃	2021	鳳来林木育種地	25 系統混合	99.17	2.248	3	13	
〃	2021	鳳来林木育種地	25 系統混合	98.92	2.296	8	36	カメムシ防除
〃	2022	額田林木育種地	25 系統混合	98.57	2.004	10	49	カメムシ防除
〃	2022	鳳来林木育種地	25 系統混合	98.93	2.110	3	12	
〃	2023	額田林木育種地	25 系統混合	99.72	2.039	23	112	
〃	2023	額田林木育種地	25 系統混合	99.92	2.199	22	98	カメムシ防除
〃	2023	閉鎖型採種園	12 系統混合	99.00	1.251	8	63	少花粉 カメムシ防除
クロマツ	2023	田原市 (普通母樹林)	—	99.45	13.67	32	23	



[資料] - 2

## 公表実績等 (2023 年度)

## 1. 成果発表

発表者	演題	発表会名	年月日	場所
岩川 昌暉	航空レーザー計測データを活用した溪床の安定勾配の検証 (第2報)	令和5年度第63回愛知県治山研究発表会	2023.8.24	アイリス愛知 (愛知県名古屋市)
岩川 昌暉 長谷川 規隆	早生樹 (センダン) の材質特性の解明と育林技術の開発	2023年度アグリビジネス創出フェア in 東海	2023.12.7	ウインクあいち (愛知県名古屋市)
豊嶋 勲*1	コンテナ苗の生産期間を短縮する技術開発	〃	〃	〃
狩場 晴也	閉鎖型採種園を活用した種子生産	〃	〃	〃

\*1 現西三河農林水産事務所

## 2. 論文・報文 (審査、査読あり)

著者	表題	発行
釜田 淳志*1 狩場 晴也	カメラトラップ法による皆伐地周辺におけるシカ撮影頻度および推定生息密度の周年変化 中部森林研究 第71号:47-52 2023.6	中部森林学会

\*1 現豊根村役場

## 3. 論文・報文 (審査、査読なし)

著者	表題	発行
岩川 昌暉	航空レーザー計測データを活用した溪床の安定勾配の検証 (第2報) 第63回愛知県治山研究発表会論文集:70-74 2024.3	愛知県農林基盤局 林務部森林保全課
豊嶋 勲*1 狩場 晴也 星 涼太 山本 勝洋*2	第4回優良種苗の普及に向けた高品質化研究会だより 森林遺伝育種 13巻1号:17-20 2024.1	森林遺伝育種学会

\*1 現西三河農林水産事務所

\*2 現公益財団法人愛知県公園協会

## 4. 学会発表（口頭発表）

発表者	演題	発表会名	年月日	場所
岩川 昌暉 藏屋 健治 上田 耕大*1	愛知県におけるセンダンの強度特性	2023年度日本木材学会中部支部大会	2023.10.12 ～13	IT ビジネスプラザ武蔵（石川県金沢市）
門屋 健 鈴木 万里子 加藤 充俊*2	食用菌類へのナノバブル水利用の試み	第13回中部森林学会大会	2023.10.14 ～15	富山県民会館（富山県富山市）
狩場 晴也 豊嶋 勲*3	閉鎖型採取園におけるヒノキエリートツリーの着花促進処理手法の検討	〃	〃	〃

\*1 現森林保全課

\*2 現東三河農林水産事務所

\*3 現西三河農林水産事務所

## 5. 学会発表（ポスター発表）

発表者	演題	発表会名	年月日	場所
門屋 健 高取 慧*1 喜多 晃平*2 近藤 和*3 鈴木 万里子 加藤 充俊*4	手作りキノコ簡易栽培キットを用いた森林体験学習 ～試験研究成果のアウトリーチの1事例～	日本きのこ学会 第26回大会	2023.8.7～8	近畿大学奈良キャンパス（奈良県奈良市）

\*1 現知多農林水産事務所

\*2 現林務課

\*3 現新城設楽農林水産事務所

\*4 現東三河農林水産事務所

## 6. 講演・研修会等

講師	演題	主催等	年月日	場所
豊嶋 勲* <sup>1</sup>	コンテナ苗の生産技術に関する研究<中間報告>	愛知県林業種苗協同組合	2023.5.23	アイリス愛知(名古屋市)
豊嶋 勲* <sup>1</sup>	令和5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)「木材流通と木材利用」	公益財団法人愛知県林業振興基金	2023.6.29	豊田市林業会館、西垣林業株式会社豊田工場(豊田市)
石丸 賢二 菊田 綾乃	令和5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	2023.7.14	森林・林業技術センター
石丸 賢二 菊田 綾乃	令和5年度林業就業支援研修	愛知県	2023.7.30 2023.11.18 2024.2.3	森林・林業技術センター
山本 勝洋* <sup>2</sup> 長谷川 規隆 狩場 晴也	令和5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	2023.8.31	森林・林業技術センター
豊嶋 勲* <sup>1</sup>	令和5年度苗木生産技術等導入研修	愛知県林業種苗協同組合	2023.10.23	カワイ製作所(新城市)
豊嶋 勲* <sup>1</sup> 長谷川 規隆	〃	〃	2023.11.6	前田樹苗園(丹羽郡大口町)
豊嶋 勲* <sup>1</sup> 菊田 綾乃 石丸 賢二 長谷川 規隆 狩場 晴也 星 涼太	スマート林業担い手育成事業における研修 「あいちのスマート林業」 「閉鎖型採種園見学」	愛知県立田口高等学校	2023.12.18	森林・林業技術センター
豊嶋 勲* <sup>1</sup> 浅岡 郁雄 石丸 賢二	令和5年度林業種苗生産事業者講習会	愛知県	2024.2.20	三の丸庁舎(名古屋市)

\*1 現西三河農林水産事務所

\*2 現公益財団法人愛知県公園協会

## 7. 森林・林業技術センター研修講師

講 師	演 題	年 月 日	場 所
加藤 充俊*1 石丸 賢二 菊田 綾乃	林業普及指導研修「新任林業普及指導員研修」	2023.4.25 2023.4.26	森林・林業技術センター
菊田 綾乃	行政一般研修「測量等基礎研修」	2023.8.8	森林・林業技術センター
菊田 綾乃	林業普及指導研修「刈払実習」	2023.8.28 2023.8.29	森林・林業技術センター
石丸 賢二 菊田 綾乃	林業普及指導研修「林業架線研修」	2023.9.28～29 2023.10.13	森林・林業技術センター
石丸 賢二 菊田 綾乃	機械集材装置運転業務の特別教育	2023.10.6～7	森林・林業技術センター
菊田 綾乃 石丸 賢二	林業普及指導研修「伐木等業務に係る特別教育」	2024.2.13～15	森林・林業技術センター
菊田 綾乃 藏屋 健治	林業普及指導研修「木材加工技術の習得」	2023.5.25～26 2023.12.20 2023.12.26 2024.1.31	森林・林業技術センター

\*1 現東三河農林水産事務所

## 8. 会議等構成員

構 成 員	会 議 名 等	主 催 等	任 期 等	備 考
山本 勝洋*1	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	2023.5.15 ～2024.3.31	令和5年度2回 (長野県長野市、 書面開催)
山本 勝洋*1	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	2023.4.1 ～2024.3.31	令和5年度3回 (名古屋市)
山本 勝洋*1	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	2023.4.1 ～2024.3.31	令和5年度2回 (新城市、書面開催)
手島 俊彦	中部森林学会理事	中部森林学会	2023.4.1 ～2024.3.31	令和5年度3回 (WEB開催)
手島 俊彦	(一社)日本木材学会中部支部評議員	(一社)日本木材学会中部支部	2023.4.1 ～2024.3.31	令和5年度1回 (石川県金沢市)
手島 俊彦	(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	2023.4.1 ～2024.3.31	令和5年度1回 (書面開催)

\*1 現公益財団法人愛知県公園協会

[資料] - 3

### 森林・林業研修実績 (2023 年度)

研修名	実施 日数 (日)	場所	参加者		地域別参加者数													
			(延人)	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			
① 基礎コース	林業就業支援研修	8	センター	108				18	45		37	8						
	林業安全技術訓練①初級	3	センター	22				8	7	2	4	1						
	刈払機取扱作業従事者安全教育	2	センター	73				5	2	36	12	13				3	2	
	伐木等の業務に係る特別教育	12	センター	405	42		9	27	48	9	36	204				3	27	
	はい作業従事者に対する安全教育	1	センター	8				2	3		3							
	機械集材装置運転特別教育	2	センター	28	2			4	4		6						12	
	走行集材機械運転業務特別教育	1	センター	19	2			2	6	2	6	1						
	簡易架線集材装置・架線集材機械運転業務特別教育	2	センター	16				3			4	7	2					
	伐木等機械運転業務特別教育	1	センター	23	2					5	3	7	6					
計	32		702	48		9	69	120	56	118	235				6	41		
② 中堅コース	林業安全技術訓練②中級	2	センター	20				3	10	2	3	2						
	現場技能者育成研修	11	センター	43				9		23		11						
	枯損木等特殊伐採技術向上研修	12	センター	99				39	31	4	13	12						
	危機管理リスクアセスメント	1	センター	5	1			2		1	1							
	伐木等の業務に係る特別教育修了者再教育	1	センター	17						2	10	2	3					
	高性能林業機械運転業務講習会(再教育)		センター															
	路網作設技能者育成研修	5	センター他	25				10			10		5					
	林業架線作業主任者養成研修		センター															
	航空レーザデータ活用技術習得研修	1	名古屋	11				2	4	1	4							
	森林施業プランナー育成研修		センター他															
計	33		220	1			65	47	51	23	33							
③ 指導者コース	伐倒技術指導者育成研修	3	センター	26				4	4		7	8	3					
	意欲と能力のある林業事業者経営者育成研修	1	岡崎市	23	1			3	6	2	3	4	4					
計	4		49	1			7	10	2	10	12	7						
④ 救命救急	野外レスキュー	2	センター他	22				14	2	6								
	計	2		22				14	2	6								
行政職員研修	一般	1	センター	5				1	1	2	1							
	計	1		5				1	1	2	1							
	市町村職員技術習得	森林・林業基礎研修	1	名古屋市	13	5	1	2	1		1	1	2					
		森林・林業業務推進研修	3	センター	9						1	3	5					
		森林管理研修	2	岡崎市他	118	15	3	16	13	20	20	12	12	3	3	1		
		地域林政アドバイザー研修	4	センター他	41				15	4	8	14						
	計	10		181	20	4	18	29	24	30	30	19	3	3	1			
	林業普及指導	林業普及指導研修	25	センター他	228	6	2	7	28	60	22	39	8	42	12	2		
		計	25		228	6	2	7	28	60	22	39	8	42	12	2		
	林政	林務行政の概要(新任者)	2	センター	14				2		8		2	2				
林務行政の課題(課長補佐・主査級)		2	センター	24			1	3	2	1	2	2	13					
森林・林業基礎研修		1	名古屋市	14	2			2	1	4	1	1	3					
計	5		52	2		1	7	3	13	3	5	18						
その他	センター所長が必要と認めた研修	20	センター	178	10			48	41	28	27	3	12	5			4	
合計	132		1637	88	6	35	268	308	210	251	315	82	20	9		45		

[資料] - 4

## 森林・林業関係相談等実績 (2023年度)

## 1 手段別

内 容	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
来 訪	21	33	25.6	34.7	
電 話	60	61	73.2	64.2	
文 書	0	0	0.0	0.0	
現 地	0	0	0.0	0.0	
そ の 他	1	1	1.2	1.1	
計	82	95	100.0	100.0	

## 2 利用目的別

内 容	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
視 察	3	7	3.7	7.4	
取 材	5	5	6.1	5.3	
実 習	1	1	1.2	1.1	
現 地 指 導	1	1	1.2	1.1	
調 査	4	4	4.9	4.2	
同 定	6	6	7.3	6.3	
技 術	16	19	19.5	20.0	
資 料 提 供	15	16	18.3	16.8	
執 筆 依 頼	1	1	1.2	1.1	
講 演・講 義	0	0	0.0	0.0	
そ の 他	30	35	36.6	36.8	
計	82	95	100.0	100.0	

## 3 利用者別

利 用 者	件数	人数	件数(%)	人数(%)	備 考
一 般	18	19	22.0	20.0	
林業・林産業者	15	21	18.3	22.1	
林業関係団体	8	10	9.8	10.5	
農 協	0	0	0.0	0.0	
市 町 村	4	4	4.9	4.2	
県・国関係機関	17	17	20.7	17.9	
試験・研究機関	5	7	6.1	7.4	
学 校 関 係	5	7	6.1	7.4	
報 道 関 係	6	6	7.3	6.3	
そ の 他	4	4	4.9	4.2	
計	82	95	100.0	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	19	27.9	30	38.0	2	14.3	3	18.8	21	33
電 話・文 書	48	70.6	48	60.8	12	85.7	13	81.3	60	61
そ の 他	1	1.5	1	1.3	0	0.0	0	0.0	1	1
計	68	100.0	79	100.0	14	100.0	16	100.0	82	95

[資料] - 5 学会発表 (口頭・ポスター) 要旨

## 愛知県におけるセンダンの強度特性

岩川 昌暉、藏屋 健治、上田 耕大\*1

2023 年度日本木材学会中部支部大会 2023. 10. 12~13 IT ビジネスプラザ武蔵 (石川県金沢市)

1

### 背景と目的

**背景**

- 短伐期で早く収穫が見込める早生樹が注目されている
- 愛知県ではセンダンへの関心が高まっている
- 県内のセンダンの強度特性について知見が少ない

**目的**

- 短伐期で利用可能なセンダンの強度特性を解明し、その利用法を検討する

2

### ②強度特性の解明

#### 曲げ強さと曲げヤング率の関係

強い正の相関 ( $r=0.79$ ) がみられた

3

### ②強度特性の解明

#### 応力波伝播速度と曲げ強さ、曲げヤング率の関係

応力波伝播速度と曲げ強さ、曲げヤング率にはそれぞれ正の相関がみられた ( $r=0.71$ ,  $r=0.52$ )

4

### ②強度特性の解明

#### 密度と表面硬さの関係

5

### ②強度特性の解明 (利用法の検討)

強度調査の結果を基に試作品を検討し、板目材、柾目材を天板に用いたダイニングテーブル2脚、ダイニングチェア8脚を製作

製作したダイニングテーブル、ダイニングチェア (左: 板目材 右: 柾目材)

6

### まとめ

- 伐採したセンダンについて曲げヤング率から曲げ強さが推定可能
- 伐採しなくても立木段階で応力波伝播速度を測定することで曲げ強さ、曲げヤング率が推定可能
- 密度が高くなるほど表面硬さ値も大きくなる傾向がみられた
- センダンは家具材として利用が十分期待できる

\*1 現森林保全課



## 食用菌類へのナノバブル水利用の試み

門屋 健、鈴木 万里子、加藤 充俊\*1

第13回中部森林学会大会 2023.10.14~15 富山県民会館（富山県富山市）

§ 背景と目的 1

◎ナノバブル水の1次産業への利用


- ・農業分野・・・トマト、レタス、小松菜などの生育促進
- ・水産業分野・・・養殖魚の成長促進、養殖場の水質浄化、出荷養殖魚の鮮度保持効果

※林業(特用林産分野)で、効果があるかどうか？

食用キノコ類の培養、栽培工程での利用の効果について試験を実施した。

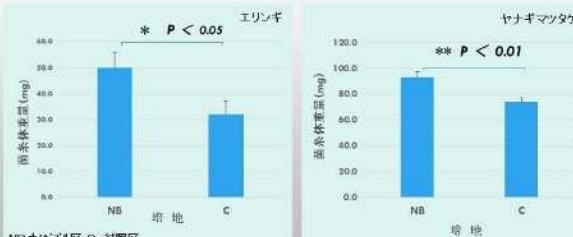
【試験方法】 各種食用キノコ類の液体培養試験 2

- 液体培地での培養  
7菌株について、PDA平板培地で培養した菌糸を、5mmのコルクボーラーで打ち抜き、高圧滅菌した液体培地に無菌下で接種した。
- 培養条件、菌糸体成長量測定  
25℃で一定期間静置培養後、培地中の菌糸体をナイロンメッシュにより濾別し、得られた菌糸体を恒温器で一昼夜乾燥し絶乾重を測定した(供試本数:各試験区7本)。



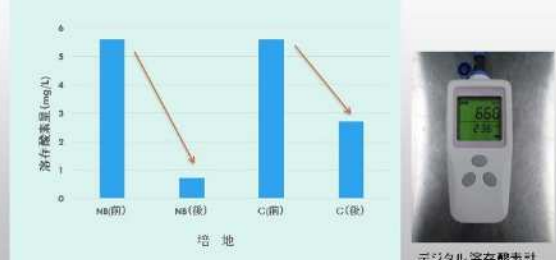
①菌糸片を移植 ②液体培地中で培養 ③菌糸体濾別

【試験結果】 ①各種食用キノコ類の液体培養試験1 3  
(エリンギ、ヤナギマツタケ)



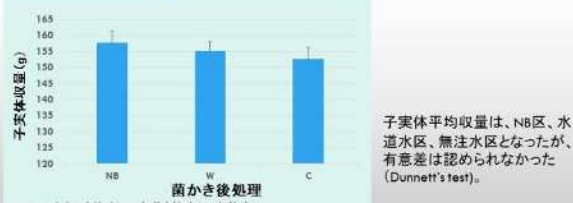
エリンギ、ヤナギマツタケについては、ナノバブル区が対照区と比較して有意に成長量の増加が認められた(検定)。

【試験結果】 ①各種食用キノコ類の液体培養試験1 4  
(ハタケシメジ培地中の溶存酸素測定試験)




ナノバブル区の方が、対照区と比較して、培養後の液体培地中の溶存酸素の減少が大きかった。

【試験結果】 ③エリンギ栽培工程へのNB水の利用 5



子実体平均収量は、NB区、水道水区、無注水区となったが、有意差は認められなかった(Dunnett's test)。



NB:ナノバブル水注水、W:水道水注水、C:無注水

◎結果及びまとめ 6

- ・食用菌7種類について、菌糸成長へのナノバブル水の効果を液体培地試験で検討した結果、エリンギ、ヤナギマツタケ、ヌメリシメジ、ハタケシメジについて、**成長促進効果が有意に認められた。**
- ・ヤナギマツタケについて、通常より低濃度(3/4、1/2)の液体培養を試験した結果、成長量に差がなく、**省資源・低コスト化の可能性及びナノバブル水の効果が伺えた。**
- ・エリンギ栽培試験では、菌かき後の注水でのナノバブル水利用を試験した結果、**有意なプラス効果は認められなかった。**これは、ナノバブル水と菌糸の接触時間が液体培養と比較して短時間であったことも考えられるため、栽培工程において接触時間を長くする処理方法を今後検討する必要があると考えられた。

\*1 現東三河農林水産事務所


# 閉鎖型採種園におけるヒノキエリートツリーの着花促進処理手法の検討

狩場 晴也、豊嶋 勲\*1

第13回中部森林学会大会 2023.10.14~15 富山県民会館（富山県富山市）

2023.10.14  
中部森林学会大会

## 閉鎖型採種園におけるヒノキエリートツリーの着花促進処理手法の検討



愛知県森林・林業技術センター  
技術開発部 狩場 晴也  
豊嶋 勲

### 目的

ヒノキエリートツリー閉鎖型採種園における早期からの種子生産に向けて

幼齡の採種木に適した着花促進処理手法を明らかにする

- ・ 灌水・肥料構成の検討
- ・ ジベレリンベースの包埋処理

2

### 方法 一試験区の設定一

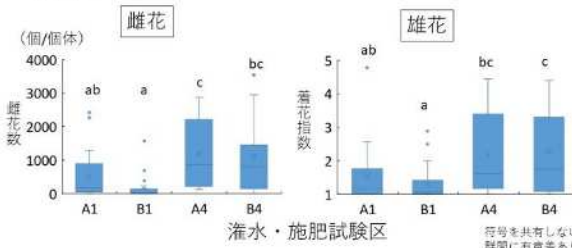
灌水間隔・肥料構成の異なる4試験区を設定  
(2022年6月1日~8月23日)  
→雄花の指数評価及び雌花数を調査(2022年12月~2023年1月)

試験区	灌水間隔	肥料構成・濃度等
A1 【対照区】	毎日	(A) N:P:K=14:11:13 (42:33:39) 2021年の3倍相当の濃度
B1	毎日	(B) N:P:K=6:20:13 (18:60:39) N少なめ、P多め (A)とK量を合わせる
A4	4日毎	(A) N:P:K=14:11:13 (42:33:39)
B4	4日毎	(B) N:P:K=6:20:13 (18:60:39)

試験期間以外は全てA1条件で管理

4

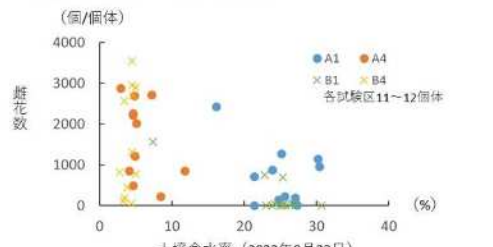
### 結果



灌水間隔4日の試験区で毎日灌水よりも  
・ 雌花数が約3.2倍に増加  
・ 雄花着花指数が約0.8上昇 → **灌水間隔 > 肥料構成**

6

### 土壌含水率と雌花数



- ・ 灌水間隔4日の試験区で土壌含水率が低下  
→ **水分ストレスで着花促進が可能**
- ・ 一部着花量の少ない個体が存在

7

### まとめ

ヒノキエリートツリーの閉鎖型採種園において幼齡の採種木での着花促進処理手法について検討

- ・ 夏期の期間において灌水間隔を4日にすることで雌花数が約3.2倍に増加
- ・ 雄花着花指数が平均0.8上昇
- **水分ストレスで着花促進可能**
- ・ 系統によって雌花及び雄花の着生量が異なる

今後、水分ストレスによる次年以降の影響や系統間の差について継続して調査

※この試験研究の一部は、森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター委託事業「花粉症対策品種の円滑な生産支援事業のための調査委託業務」の中で実施しました

11

\*1 現西三河農林水産事務所

# 手作りキノコ簡易栽培キットを用いた森林体験学習 ～試験研究成果のアウトリーチの1事例～

門屋 健、高取 慧\*1、喜多 晃平\*2、近藤 和\*3、鈴木 万里子、加藤 充俊\*4  
第13回中部森林学会大会 2023.10.14～15 富山県民会館（富山県富山市）

## 手作りキノコ簡易栽培キットを用いた森林・林業体験学習 ～試験研究成果のアウトリーチの1事例～

◎門屋健<sup>1</sup>、高取慧<sup>2</sup>、喜多晃平<sup>2</sup>、近藤和<sup>2</sup>、鈴木万里子<sup>1</sup>、加藤充俊<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>愛知県森林・林業技術センター <sup>2</sup>愛知県新城設楽農林水産事務所

✉ takeshi\_1\_kadoya@pref.aichi.lg.jp

連絡先

### まとめ

キノコの原基形成から子実体発生までの過程をリアルタイムで手軽に観察でき、キノコに対する理解が深まった！

### 目的

児童に体験学習を通して、キノコについて理解・関心を深めてもらう！

### まとめ

キノコの原基形成から子実体発生までの過程をリアルタイムで手軽に観察でき、キノコに対する理解が深まった！

●はじめに

#### 食用キノコの栽培体験学習

原木シタケの植菌栽培体験が一般的



→①学校現場での管理が難しい。  
 ②キノコ発生までの期間が長く、年度またぎになり、成長過程が見られない。

◎これらの課題を解決したい！？

ペットボトルを利用した簡易な手作り栽培キットを材料にした森林・林業体験学習を試みた！

#### ●材料と方法（キノコ簡易栽培キットの作成手順）

1. 材料  
 供試菌・・・ヤナギマツタケ (*Agrocybe cylindrica* (DC.)Fr/Maire)  
 小型培養器・・・植物培養用プラントボックス  
 ペットボトル・・・市販の2リットルPETボトル  
 スポンジ・・・台所食器洗淨用等格・・・綿絨、ティッシュ、キッチンペーパー等

2. 方法  
 ①培地の調製  
 コナラおが粉：スギおが粉：フスマ＝5：5：3(容積比)  
 含水率約65%

②栽培容器に充填  
 プラントボックス（300ml）に培地100gを充填

③加圧滅菌  
 121℃、30分

④接種  
 菌培養したおが粉培地を無菌下で接種

⑤培養・発出し  
 23℃、21日間培養後、固かき

⑥発生管理・収穫  
 ペットボトルのキットに設置。子実体が成長し、傘の破損検断後に収穫する。



1. ペットボトルの加工（上下2つに切断）  
 2. 小型菌床のセット（常温で管理）  
 3. キットでの発生

#### ●森林・林業体験学習（新城市立鳳来東小：児童数10名）

1. 座学（①森林林業について ②キノコについて、くわしくなろう！）



農林水産事務所・林業普及指導員の授業 森林・林業技術センター職員の授業

2. キノコ簡易栽培キット作成&収穫体験と観察



栽培キットの作成1 栽培キットからの収穫 収穫したキノコ胞子等の顕微鏡観察

3. アンケート結果と今後の取組み

(1) アンケート結果1（択一式）

Q1: 授業前キノコが好きでしたか？

Q1: 0 2 4 6 8 10  
 ●好きだった ●あまり好きではなかった  
 ●好きだった ●どちらでもなかった

Q2: 授業の感想を聞かせてください？

Q2: 0 2 4 6 8 10  
 ●とても良かった ●良かった  
 ●まあまあ良かった ●つまらなかった  
 ●どちらでもなかった

Q3: キノコについて、理解できましたか？

Q3: 0 2 4 6 8 10  
 ●よくわかった ●少しわかった ●ちょっと悪かった  
 ●とても悪かった ●その他

Q4: キノコについて、もっと知りたくなりましたか？

Q4: 0 2 4 6 8 10  
 ●とても知りたくなりました ●知りたくなりました  
 ●少し知りたくなりました ●あまり知りたくなかった

(2) アンケート結果2（自由記述等）※一部

- キノコの種ごころが覚えてよかった。
- キノコがとても早く伸びた。
- またやってみたいと思った。
- 最初に出てきた小さなキノコが可愛かった。
- 焼いたら平気だった。

(3) 結果まとめと統計解析

- 授業前に好きだった児童は少数だったが、授業を楽しく受けることで好きになった。
- キノコについて、理解が深まり、学習意欲が高まった。
- Q1、Q2、Q4について、男女間、高学年・低学年間には差はなかった（カイ2乗検定）。
- コレスポネンス分析の結果（図-1）  
 各データの関係が分かりやすく表示され、1年生の女子2人とその他がグループ分けされた。



図-1 コレスポネンス分析の結果

(4) 今後の取組み  
 各種森林・林業関係体験イベントや教育現場での利用を進めていきたい。

\*1 現知多農林水産事務所 \*2 現林務課 \*3 現新城設楽農林水産事務所  
 \*4 現東三河農林水産事務所

- 68 -

## 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
  - 要旨題・大見出し：ゴシック体、10ポイント
  - 要旨文・本文：明朝体（欧文・算用数字はTimes New Roman）、10ポイント
  - 図・表の表題：ゴシック体、10ポイント（欧文・算用数字を含む）
  - 図・表中の文字：ゴシック体（欧文・算用数字を含む）
  - その他：明朝体、10ポイント
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、學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**は本文中に配置し、図として表記する。

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 昨年度研究内容、III 研究結果、IV 本年度以降の予定、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。

(2021. 3. 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.61

発 行 令和 6 年 4 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/