

No.63

September, 2021

ISSN 2187-2708

ANNUAL REPORT
OF
OITA PREFECTURAL AGRICULTURE,
FORESTRY AND FISHERIES RESEARCH CENTER
FORESTRY RESEARCH DIVISION
Arita, Hita, Oita, Japan

令和2年度
林業研究部年報
第63号

大分県農林水産研究指導センター林業研究部

大分県日田市大字有田字佐寺原35

目 次

I 試験研究

〔育種・育林の技術開発〕

疎植造林による育林施業体系の開発	-----	2
スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究（Ⅱ） - 採穂台木の品種別樹形誘導試験 -	-----	8

〔環境を守る森林整備〕

再造林に欠かせないシカ害防除技術の確立	-----	14
---------------------	-------	----

〔県産材の需要拡大〕

県産スギ大径材の有効利用技術の開発 - 9本採材した正角材の強度と乾燥試験 -	-----	20
長大スパンに対応する接着重ね材の開発	-----	28
寸法安定性の高い高品質乾燥材生産技術の開発	-----	33
非住宅分野の木造化に対応する大断面製材品の強度性能評価 - 乾燥方法別、寸法別の平角材縦圧縮強度性能 -	-----	40

II 関連事業

スギ花粉発生源地域推定事業（受託）	-----	50
空中さし木法における穂木の腐敗対策手法の検討 （イノベーション創出強化研究推進事業）	-----	52
成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発 （戦略的プロジェクト研究推進事業） - スギ特定母樹等の初期成長特性の把握 -	-----	58
エリートツリーの原種増産技術の開発事業のための調査等委託業務（受託）	-----	61
種子発芽鑑定調査事業（受託）	-----	63
県営採種園・採穂園管理事業	-----	65
標本見本園並びに構内維持管理事業	-----	65

Ⅲ 研究成果の公表	-----	66
1. 学会等での発表及び投稿		
2. 研究発表会の開催		
3. 刊行物等の発行		
Ⅳ 研修・普及等	-----	67
1. 研修会の開催		
2. 講師派遣		
3. 視察受け入れ		
4. 講座の開催		
Ⅴ 技術指導・支援等の活動	-----	70
1. 林家等への技術指導		
2. 研究成果の主要な現地移転		
3. 企業支援		
Ⅵ 予算	-----	71
Ⅶ 職員配置	-----	72

和暦				西暦
平成	30	年	—	2018年
平成	31	年	—	2019年
令和	元	年	—	〃
令和	2	年	—	2020年
令和	3	年	—	2021年

I 試験研究

疎植造林による育林施業体系の開発

令和2年度～令和6年度
森林チーム 河津 温子、高宮 立身

1. 目的

再造林が増加する中、造林や育林の低コスト・省力化が求められている。このため、本県でも、平成22年から2,000本/haの植栽を進めているが、さらに低密度の植栽についても検討している。

しかしながら、2,000本/ha以下の造林（以下、疎植造林と記す）に関し、樹冠閉鎖の遅れによる下刈作業の労力増大や「うらごけ」の発生等が懸念されていることなど、疎植造林による育林施業体系が確立されていないのが現状である。

本研究では、植栽本数の低密度化が成長や形質、下刈、除間伐の時期、回数等を検証することを目的として、①特定母樹等を密度別（1,000、1,500、2,000本/ha）に植栽したモデル林（以下、超疎植モデル林と記す）と②2,000本/ha以下の既存林分（以下、既存林分と記す）調査を行っている。本報告は初年度の調査結果について報告する。

2. 調査地及び方法

1) 超疎植モデル林

杵築市大字船部の県有林（東部38林班）の一角に0.77haの超疎植モデル林を設定した。ヒノキの皆伐跡地で、標高350m、別府湾～由布岳を展望できる南～西に向いた山腹上部緩斜面に位置し、土壌型は適潤性褐色森林土（偏乾亜型）である。未風化の巨石を伴う大中角礫が土壌中に多数混在する。

このモデル林の中に0.51haの試験地を設け、令和2年2月25日、スギ（特定母樹やエリートツリー等18クローン）とヒノキ（さし木3クローン）を、図-1に示すA～Dに、表-1に示す苗木を植栽した。各ブロックに植栽したクローン名は表-3に示すとおりである。

調査は植栽木の樹高及び根元径とし、期首は令和2年2月25日（一部は4月14日）に、期末は同年11月26日に実施した。なお、活着調査を同年6月と11月に実施した。

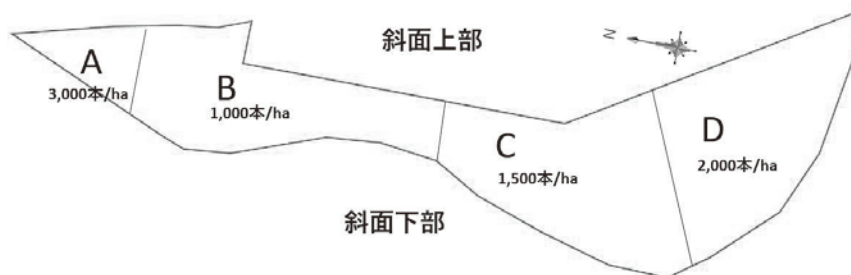


図-1 試験地配置図

表-1 試験地概要

ブロック	面積 (ha)	植栽密度 (本/ha)	植栽間隔 (m)	苗木(クローン数)
A	0.03	3,000	1.7×2.0	ヒノキサシ木苗(3)
B	0.14	1,000	2.5×3.2	スギサシ木苗(20)
C	0.17	1,500	2.5×2.7	スギサシ木苗(20)、ヒノキサシ木苗(3)
D	0.17	2,000	2.5×2.0	スギサシ木苗(20)、ヒノキサシ木苗(3)

2) 既存林分調査

造林のデータベースから2,000本/haの造林地を抽出し、その中から17箇所を選定し調査した(表-2)。

プロットサイズは20×20mを基準として設定し、地形等の調査地情報の記載、毎木調査(樹高、胸高直径、枝下高、樹冠幅、つる・獣被害の有無)を行った。また、開空度解析のための全天空写真撮影のほか、照度の測定、ドローンを用いた空撮を一部調査地で行った。

全天空写真は、Nikon COOLPIXに魚眼レンズ(Nikon Fisheye Converter FC-E8(株式会社ニコン製))を取り付け、可能な限り縦横に植栽木が成育する場所3~5箇所撮影し、フリーソフトCanop0n2で画像解析して、林内の隙間の度合いを示す開空度を求めた。照度は、ミノルタデジタル照度計T-1H(ミノルタ株式会社製)とTOPCON IM-3(株式会社トプコンテクノハウス製)の2機種を用いて計測し、相対照度(林内/林外)を算定した。ドローンはPhantom 4 Pro(DJI社製)を用い、得られた画像からオルソ化した。

表-2 調査地一覧

No.	所在地	面積 (ha)	植栽 年度	林齢 (年)	植栽密度 本/ha
1	杵築市大田 小野	0.84	H25	8	1,800
2	臼杵市 中尾	0.22	H21	7	2,000
3	佐伯市宇目 南田原	0.72	H11	22	2,000
4	佐伯市宇目 南田原	4.17	H22	11	2,000
5	佐伯市佐伯 木立	1.48	H23	10	2,000
6	佐伯市直川 赤木	3.71	H25	8	2,000
7	佐伯市宇目 塩見園	0.41	H29	4	2,000
8	佐伯市直川 上直見	1.38	H26	7	2,000
9	豊後大野市緒方 小原	1.36	H23	10	2,100
10	竹田市久住 栢木	0.05	H28	5	2,000
11	日田市前津江町 大野	0.12	H22	11	2,000
12	日田市前津江町 大野	0.14	H22	11	2,000
13	日田市前津江町 大野	0.75	H25	8	2,000
14	日田市前津江町 大野	0.91	H25	8	2,000
15	日田市前津江町 柚木	1.5	H30	3	2,000
16	九重町 湯坪	1.29	H25	8	2,000
17	中津市山国町 宇曾	2.2	H24	9	2,000

3. 結果及び考察

1) 超疎植モデル林

表-3に調査結果を示す。植栽後に乾燥が続いたことなどから、枯死（半枯れを含む）した個体が調査木全体の14%を占め、高崎署1号など特定の品種に集中していた。植栽本数がもともと少ないエリートツリーの中にはブロック内の調査対象木が全て枯死したクローンも発生した。

表-3 各クローンのブロック別樹高成長

樹種	クローン名	単位:cm, %																備考
		Aブロック 3,000本/ha				Bブロック 1,000本/ha				Cブロック 1,500本/ha				Dブロック 2,000本/ha				
		期首	期末	成長量	成長率*	期首	期末	成長量	成長率	期首	期末	成長量	成長率	期首	期末	成長量	成長率	
ヒノキ	ナンゴウヒ	44.0	73.8	29.8	68					48.2	67.6	19.4	40	51.3	86.2	34.9	68	
	大林2号	56.1	82.6	26.5	47					60.4	95	34.6	57	68.9	105.8	36.9	54	
	神光	51.1	87.1	36.0	70					54.7	87.7	33.0	60	52	99.9	47.9	92	
スギ	県高岡署1号					46.1	79.6	33.5	73	38.6	48.7	10.1	26	40.1	58	17.9	45	特定母樹,コンテナ苗
	県日田15号					40.6	84.5	43.9	108	37.7	80.3	42.6	113	33.6	80.8	47.2	140	特定母樹,コンテナ苗
	県西臼杵4号					39.9	96	56.1	141	38.8	89.1	50.3	130	41.1	110.8	69.7	170	特定母樹,コンテナ苗
	県佐伯13号					47.9	65	17.1	36	49.4	67	17.6	36	47.5	69.2	21.7	46	特定母樹,コンテナ苗
	県佐伯6号					42.8	84.1	41.3	96	42.9	68.7	25.8	60	42.4	86.1	43.7	103	特定母樹,コンテナ苗
	九育2-136					36	64.2	28.2	78	38.2	63.9	25.7	67	38.8	68.8	30.0	77	特定母樹,コンテナ苗
	九育2-103					28.3	81.3	53.0	187	25.4	30	4.6	18	30.5	69.2	38.7	127	エリートツリー,コンテナ苗
	九育2-122					21	44	23.0	110	37.7	53.3	15.6	41	25.3	58.3	33.0	130	エリートツリー,コンテナ苗
	九育2-161					32.3	91.3	59.0	183	38.7	78.1	39.4	102	35.1	92	56.9	162	特定母樹,エリートツリー,コンテナ苗
	九育2-203					28	67	39.0	139	30	62	32.0	107	25.5	62.5	37.0	145	エリートツリー,コンテナ苗
	九育2-186					34	68	34.0	100	36	79	43.0	119					特定母樹,エリートツリー,コンテナ苗
	九育2-132					30	86	56.0	187	27			0					エリートツリー,コンテナ苗
	九育2-177					35			0	41.2			0	38.8	58	19.2	49	特定母樹,エリートツリー
	アオシマアラカワ					50.4	83.2	32.8	65	49.9	86.9	37.0	74	49.8	89.1	39.3	79	宮崎県認定低花粉
	タノアカ					34.5	84.1	49.6	144	37.5	89.3	51.8	138	34.6	96	61.4	177	県推奨品種,コンテナ苗
	タノアカ					72	88	16.0	22	68.1	84.4	16.3	24	68.1	97.8	29.7	44	県推奨品種,中苗**,コンテナ苗
シヤカイン					43.4	65.1	21.7	50	42.9	63.8	20.9	49	39.6	70	30.4	77	県推奨品種,コンテナ苗	
県藤津14号					43.9	57.6	13.7	31	50	62.7	12.7	25	44.5	60.5	16.0	36	小花粉,コンテナ苗	
スギ平均					35.5	75.9	40.3	111	37.0	65.5	27.9	63	36.2	74.0	37.7	109		
ヒノキ平均					50.4	81.2	30.8	61.8	54.4	83.4	29.0	53	57.4	97.3	39.9	71		

* :成長量/期首×100
** :中苗の苗高70cm以上

スギとヒノキで成長量を比較すると、ヒノキよりスギの成長が上回り、ブロック間ではCブロックの成長量が劣っていた。凸地形の影響を受けたものと思われる。クローン間の成長量は、スギ特定母樹、スギエリートツリー、その他スギ、ヒノキについて比較検討した。

(1) スギ特定母樹の成長

本数が少ない九育2-132、177、186、203、は外し、高岡署1号、県日田15号、県西臼杵4号、県佐伯13号、県佐伯6号、九育2-136の6クローンの樹高成長率を図-2に示す。県西臼杵4号が最も成長が良く、県日田15号がこれに続いた。

一方、県佐伯13号や高岡署1号は不良であった。このうち高岡署1号は各ブロックとも枯死率が高く5割を超えていたことから、水ストレスが成長に影響したのではないかと考えられる。

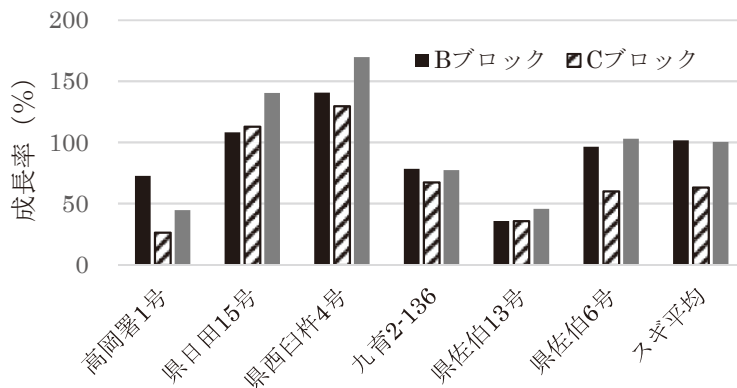


図-2 特定母樹6クローンの樹高成長率

(2) スギエリートツリーの成長

8 クローンの内、生存本数が少ないクローンは外し、特定母樹に指定されている九育 2-136 と九育 2-103、九育 2-122、九育 2-161 の 4 クローンで比較した (図-3)。九育 2-161 は各ブロックとも良好な成長を示した。九育 2-103 と九育 2-122 は B、D ブロックでスギ平均を上回ったが、C ブロックでは不良であった。立地の影響なのか、品種特性なのかなど判然としないが、他のクローンとは異なる傾向を示した。

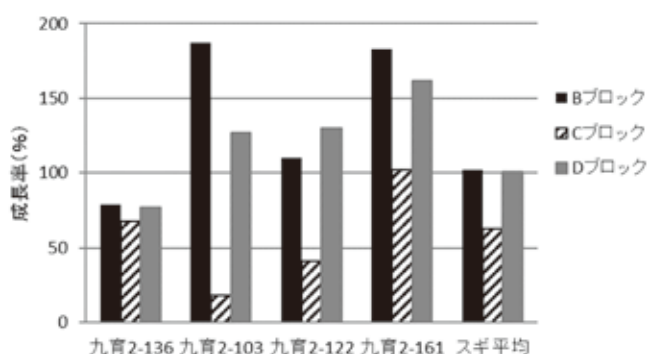


図-3 エリートツリー 4 クローンの樹高成長率

(3) 上記以外 (アオシマアラカワ、県藤津 14 号、タノアカ、シャカイン) の成長

図-4 に結果を示す。ここに示すクローンはいずれも活着が良かった (枯死率 0 ~ 2%)。樹高成長量はタノアカが良好で、アオシマアラカワはスギ平均をやや下回った。シャカイン、県藤津 14 号はスギ平均より低く、タノアカ中苗の成長はタノアカより著しく不良であった。いずれも容量 300cc のマルチキャビティコンテナで育苗した苗である。成長不良は、コンテナ容量に対し中苗サイズは適寸ではなく、活着までに時間を要したのかもしれない。

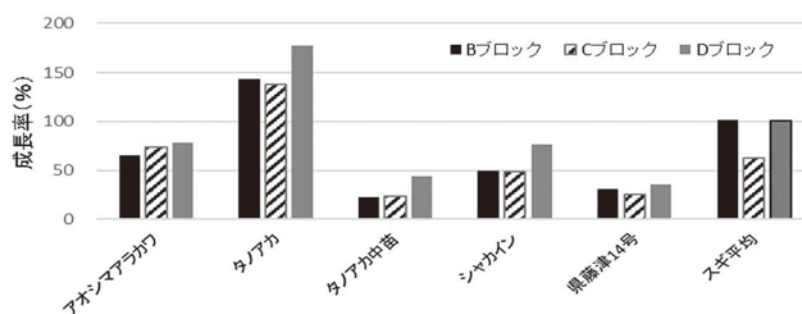


図-4 タノアカ等 4 クローンと中苗の樹高成長率

(4) ヒノキの成長

図-5 に結果を示す。A ブロックの枯死率が 42% と高かった。6 月 5 日の活着調査では発生し

ていなかったため、他の要因が影響したのではないかと思われる。Aブロックの微地形は他のブロックとは違い凹地形であり、チヂミザサ等草本類が優占し、ヒノキを覆っていた。枯死原因はおそらく被圧ではないかと思われた。

樹高成長はCブロックで悪い傾向を示した。品種別には神光が優れていた。当該試験地はヒノキの適地と考えられるが、植栽当年の成長量はスギが上回っていた。

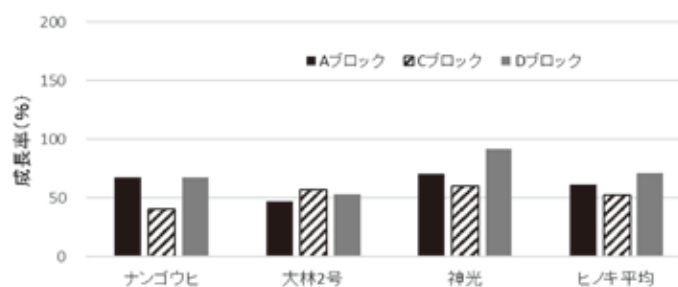


図-5 ヒノキの樹高成長率

(5)まとめ

植栽当年は、根切りの影響やしっかり活着するまでは気象の影響を受けやすいなど、一般的に成長が劣るため、各クローン等の成長特性は2年目以降の調査結果を待ちたい。

また、エリートツリーや中苗は倒伏したものが散見された。原因究明と対策が必要である。

2) 既存林分調査

調査状況を写真-1及び写真-2に、17箇所の調査結果を表-4に示す。また、ドローンで撮影した画像を写真-3に示す。本年度は1年目の調査であり、来年度も引き続き調査を実施し、データを蓄積する。特に、樹冠が閉鎖し始める時期を分析するため、林齢11~20年生を対象にha当たり2,000本以下の林分を選定して調査を行う計画である。このため、疎植林分の樹冠閉鎖時期や初回間伐時期の予測は、来年度以降の調査結果により解析する。



写真-1 調査風景 (No. 6)



写真-2 樹冠距離 (No. 8)

表-4 既存林分調査結果一覧

No.	林齢 (年)	調査日	樹高 (m)	直径 (cm)	枝下高 (m)	相対幹距比 (%)	開空度 (%)	相対照度 (%)	主な植生
1	8	7月20日	4.9	10.1	-	53	18	91	ススキ
2	7	9月9日	3.7	2.4	0.3	59	35	-	タケニグサ、ヒサカキ
3	22	8月24日	18.0	26.8	4.7	12	11	8	コシダ、ウラジロ ほか
4	11	8月3日	6.8	6.1	0.7	30	17	-	ススキ、クロキ
5	10	8月25日	6.7	11.4	0.6	32	14	44	ススキ、クサギ
6	8	7月21日	5.4	8.4	0.6	36	17	41	ススキ
7	4	8月24日	2.6	2.8	0.3	84	59	-	ススキ、ヤマフジ
8	7	8月25日	4.6	7.5	0.6	54	34	67	ススキ、カエデコロ
9	10	8月20日	4.2	6.6	0.8	53	19	50	ススキ、クズ
10	5	8月21日	2.5	2.0	0.3	88	-	-	ネザサ、ヤマノイモ
11	11	7月30日	7.0	9.0	1.9	29	8	-	ススキ
12	11	7月30日	7.4	10.8	0.7	30	7	-	コアカソ、ツワブキ
13	8	10月9日	3.5	3.0	0.6	63	28	-	アカメガシワ、サンショウほか
14	8	9月15日	3.4	3.3	0.5	64	-	-	アカメガシワ、ススキ、ツタ
15	3	9月15日	1.9	0.7	0.2	133	-	-	アカメガシワ、ススキ、ノドウ、クズ
16	8	10月2日	5.2	8.8	0.7	43	17	-	ススキ
17	9	8月7日	3.6	4.4	0.6	57	21	55	ススキ、ヤマフジ

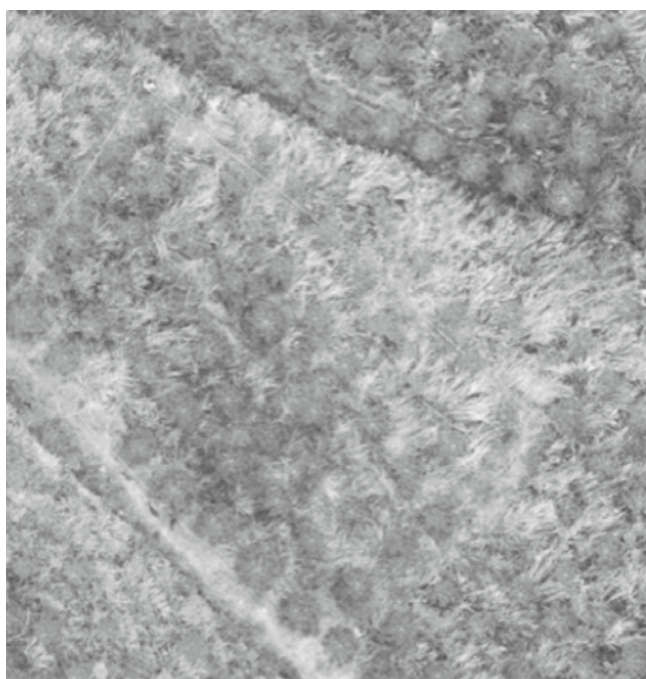


写真-3 ドローン撮影写真 (No. 8)

謝辞

既存林分調査では、県農林水産部林務管理課及び各振興局農山（漁）村振興部の林業普及指導員の皆様方には、調査にご協力いただきました。ここに深謝いたします。

スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究 (Ⅱ)

- 採穂台木の品種別樹形誘導試験 -

平成 30 年度～令和 2 年度

森林チーム 姫野 早和

1. 目 的

大分県では、森林資源の充実により主伐・再造林が増加し、スギさし木苗の需要が急増している。しかしながら、県内での苗木自給率は約 60%にとどまり、今後も慢性的な苗木の供給不足が懸念されている。

一方、さし木苗生産のための穂木を採取する採穂台木の樹形には、慣行的に主軸の高さごとに低台仕立て、中台仕立て、高台仕立て(以下、低台、中台、高台と記す)に分けられ、さらに側枝の剪定方法により円筒型や丸刈型と呼ばれるものに分けられる。比較的温暖で植物の成長が早い九州地方では、採穂台木についても高台仕立てが適当と考えられ¹⁾、一般的に用いられてきた。しかし、近年では生産者の高齢化も一因となり、背丈の高い台木からの採穂やその管理については労力も大きく、不便な点も見受けられる。

また、スギの在来品種の分類には、樹形や萌芽の出方、成長型や発根特性等、さまざまな特性が用いられており²⁾、これらの異なる特徴を持つスギを採穂台木として管理し、恒常的に形質の優れた穂木を採取していくためには、それぞれの特性に合った樹形に誘導する必要があると考えられる¹⁾。

以上より、本研究では、県推奨品種であるシャカイン、タノアカ、ヤマグチ、及び日田地方で盛んに植栽されているアヤスギの 4 品種について、主軸の高さ別に 3 種類の樹形に誘導し、樹形完成後の採穂量を比較することで、品種に適した採穂台木の樹形を検討することとした。

2. 試験方法

1) 台木の植栽と樹形誘導方法

上記の 4 品種について、品種ごとに 18 本の苗木を、平成 26 年 3 月、1.5m×1.5mの間隔で当研究部の圃場内に植栽した。植栽 2 年目以降、以下の方法で各系統 6 本ずつを 3 種類の樹形に誘導した。樹形誘導の剪定イメージ、及び植栽 7 年目における実際の様子を図-1 に示した。

(1) 低台

植栽から 2 年目の春、主軸を地上から 20cm の高さに断幹した。その後 3・4 年目は中心部に発生した萌芽枝を 30cm の高さで芯止めし、5 年目以降は立ち上がってきた横枝も含め、全ての枝を地上から 60cm の高さに揃える形で採穂・剪定した。

(2) 中台

植栽から 2 年目の春、主軸を地上から 40cm の高さに断幹した。その後中心部に発生した萌芽枝を、3 年目には 40cm、4 年目には 60cm の高さで芯止めした。5 年目には、中心部から発生し、特に大きく上長成長した 2～4 本の萌芽枝を 120cm の高さで断幹し、主軸とした。主軸の周囲の枝は 60cm 程度の長さで剪定し、これも採穂拠点となるよう誘導した。6・7 年目は、前年の形状を維持する形で剪定を行った。なお、中台については、当初は丸刈型の樹形に仕立てる予定だったが、途中から主軸を複数本仕

立てる形に誘導方法を変更した。

(3) 高台

高台においては、植栽後2～3年目には樹形誘導を行わず、4年目に主軸を160cmの高さで断幹した。その際、横枝については、頂端付近のものは20cm程度、下部のものは60cm程度となるよう、なだらかな形に剪定した。5～7年目は4年目の形状を維持する形で剪定を行った。

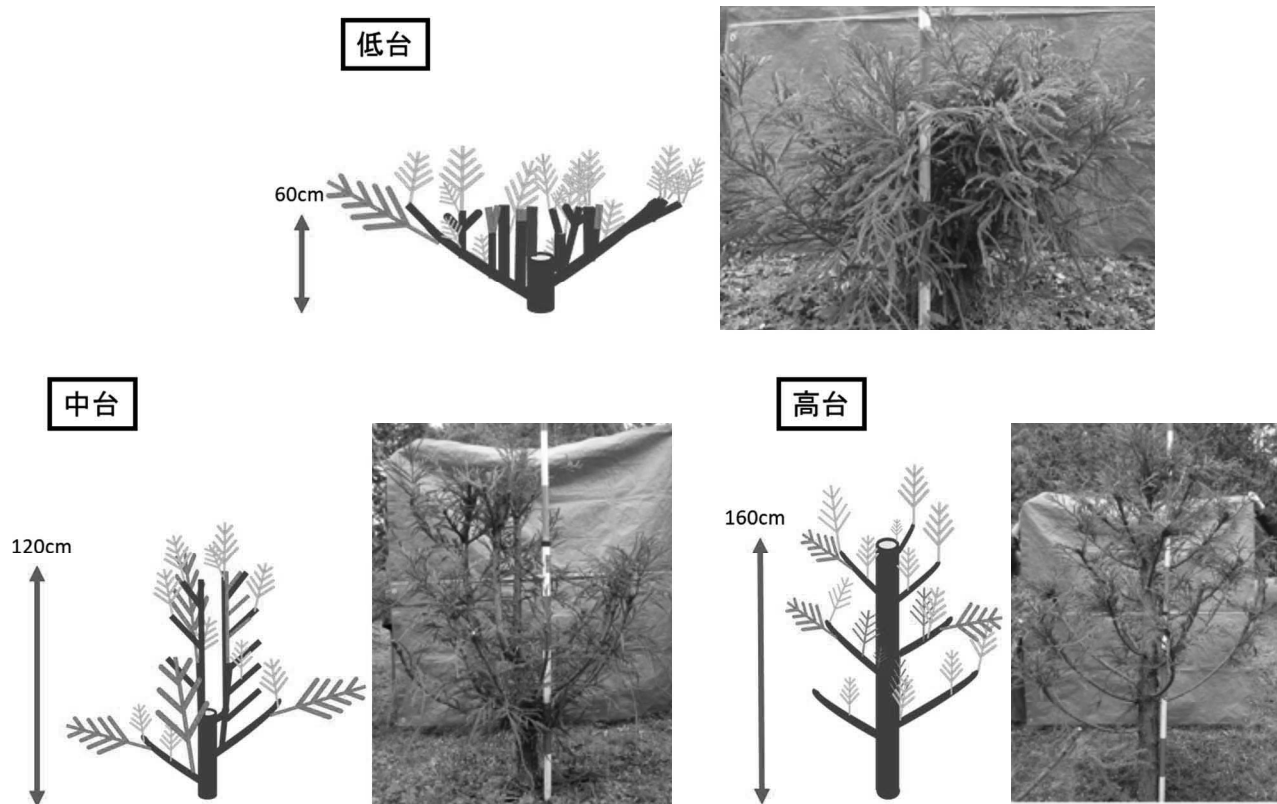


図-1 各樹形の剪定イメージ及び植栽7年目の様子（写真）
（品種：シャカイン）

上記の剪定の他に、極端に成長した徒長枝や、萌芽枝の成長を阻害する位置に着生した枝は夏期に剪定した。途中、枯損した個体は補植を行ったものの、さらに枯損する個体があったため、最終的な残存数は1品種1樹形につき3～6個体となった。

2) 採穂量及び採穂・剪定に係る労務量の調査

平成31年の3月（植栽6年目）、令和2年の2月（植栽7年目）、及び同年11月に採穂量調査を行った。都合上、3回目の調査は冬期となったが、11月以降は成長休止期に入るため、この結果は翌年の令和3年春期（植栽8年目）の採穂量と見なすものとした。各採穂台木より、普通穂（40cm穂、45cm以上の萌芽枝又は栄養枝から採穂）及びミニ穂（20cm穂、25cm以上の萌芽枝又は栄養枝から採穂）の採穂を行い、それぞれの本数を計測した。

3回目の調査においては、採穂・剪定作業に係る労務量について調査するため、採穂量調査に加え、その発生量が多いほど、剪定の手間がかかるとされる¹⁾徒長枝について、各品種・樹形別に数を計測した。ここでの徒長枝は、穂木の先端から20cmの部分に、5cm以上の葉が5枚以上着生していないものと定義した。また、シャカイン及びタノアカの2品種について、各樹形から任意の台木を3本選び、この台木の採穂量及び徒長枝量（以下、採穂・剪定量）の調査の際には、その作業時間を記録した。

これらの調査結果の統計解析には、統計用ソフト R ver 3.4.3 (R Core Team, 2017) を使用した。

3. 結果及び考察

1) 各品種における樹形別の採穂量の変動について

3年間の採穂量の変動を図-2に、3回目の採穂量の結果を表-1に示した。ミニ穂と普通穂の合計採穂量は、タノアカの高台を除き、いずれの品種・樹形においても、3回の調査を通して増加する傾向が見られた。調査1年目時点ではまだ樹形が完成しておらず、その後、採穂や剪定により採穂拠点が増えたことで、萌芽枝の発生量も増え、台木が充実したことで、採穂量も増加したと思われる。なお、採穂量については、植栽後8~10年目で一定量になると考えられており³⁾、本調査においては、調査3年目が植栽8年目に当たるので、今後の採穂量は安定してくることが予測される。

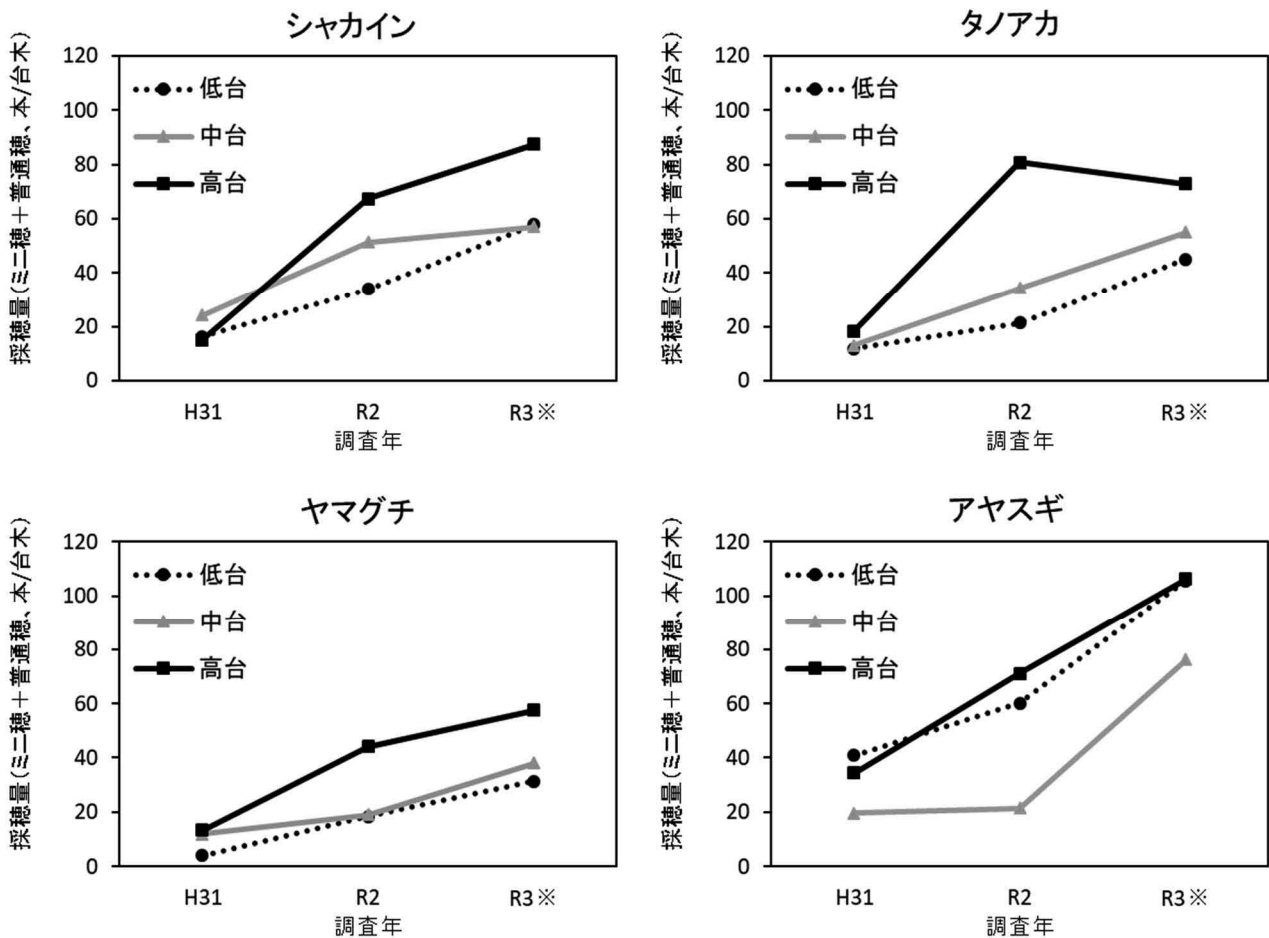


図-2 樹形別合計採穂量（普通穂＋ミニ穂）の変動

※令和3年調査分は令和2年冬期に調査した結果

表-1 令和3年^{*}樹形別採穂量調査結果

品種	樹形	普通穂(本)	ミニ穂(本)	合計(本)	
シャカイン	低台	24.3 ± 7.3	33.5 ± 15.4	57.8 ± 22.6	a
	中台	16.4 ± 3.8	40.6 ± 8.2	57.0 ± 10.6	a
	高台	17.8 ± 8.3	69.6 ± 18.8	87.4 ± 20.4	a
タノアカ	低台	19.0 ± 4.5	26.0 ± 5.9	45.0 ± 7.2	b
	中台	23.0 ± 3.6	32.0 ± 5.4	55.0 ± 8.3	b
	高台	26.3 ± 4.1	46.5 ± 12.4	72.8 ± 12.6	a
ヤマグチ	低台	19.0 ± 2.4	12.3 ± 1.7	31.3 ± 0.9	a
	中台	13.8 ± 3.2	24.2 ± 2.6	38.0 ± 5.7	a
	高台	25.0 ± 9.7	32.6 ± 5.3	57.6 ± 14.2	a
アヤスギ	低台	56.0 ± 11.2	49.5 ± 13.1	105.5 ± 22.9	a
	中台	33.2 ± 2.7	43.0 ± 6.4	76.2 ± 6.0	b
	高台	44.8 ± 4.6	61.3 ± 11.3	106.2 ± 15.0	a

※令和3年調査分は令和2年冬期に調査した結果

表中の異なるアルファベットについては、同一品種内での各樹形ごとの多重比較において、5%水準で有意差が認められたことを示す。

4品種とも、1回目の調査時には樹形別の採穂量に大きな差は見られなかったものの、3回目の調査では、品種により、樹形別の採穂量に差が見られた。シャカイン、タノアカ、ヤマグチでは、高台の採穂量が中台や低台の採穂量よりも多く、アヤスギでは、高台と低台の採穂量がほぼ等しく、中台の採穂量よりも多くなっており、各品種、採穂量の多い樹形と少ない樹形で、26~30本の差が生じていた(表-1)。

採穂量については、品種や樹齢、仕立て方により異なるが³⁾、一般的に、主軸の高さが大きいほど、多くなるとされている¹⁾。これは、台木を大きく仕立てるほど、採穂拠点を多く作ることができるためと考えられるが、今回の試験では、低台や中台についても、採穂量を多くできるよう、採穂拠点の作り方を工夫した。その仕立て方は、先に記述した通りだが、低台については、中台・高台と異なり、採穂拠点を作るときに、枝量を調整する剪定は行わず、樹幹下部に着生する枝、又はそこから発生した萌芽枝を一定の高さに揃え、採穂拠点とした。中台については、一般的な丸刈型ではなく、台木の中心に主軸を複数本仕立て、また下部にも採穂拠点を形成する独自の手法で樹形を形成した。しかし、中台については、途中で目標となる樹形を変更したことや、その樹形の複雑さから、他の2つと比べ、樹形の完成が遅れていたと考えられる。したがって、今回の中台の採穂量調査の結果は、本来の特性を十分に発揮できていないものと考えられるため、今後も調査を行いたい。

今回供試した4品種について、高台に並んで低台の採穂量が多かったのはアヤスギのみであった。この理由について、アヤスギは幼時より枝条が密生するため⁴⁾、低台の樹幹に着生した枝、又は樹幹から発生した萌芽枝の量が特に多く、低台でも高台と同程度の採穂拠点を作ることができたためと考えられる。他の3品種についても、枝の着生密度については中庸~密との知見があるが²⁾、アヤスギほど密生しないため、低台よりも高台で採穂拠点多く、採穂量が多くなったと考えられる。

また、特に上長成長の大きな品種については、九州のような温暖な地域では、萌芽枝の伸長が旺盛であるため、台木の樹形を低いまま安定させることが難しく、高台が適当と考えられてきた¹⁾⁴⁾。4品種

の成長型に着目すると、シャカイン、タノアカ、ヤマグチは、中生～早生型である一方で、アヤスギは晩成型であると報告されている²⁾⁵⁾。このような特性からも、シャカイン、タノアカ、ヤマグチは高台が適当であり、アヤスギでは、高台に加えて、低台での管理も可能と考えられる。

2) 採穂・剪定に係る樹形別の労務量について

徒長枝の量については、タノアカ及びアヤスギにおいて、低台・中台よりも高台で多く、シャカイン及びヤマグチで、樹形別でほとんど差がみられなかった。その量は、シャカインでは7.8～8.3本、タノアカでは9.3～13.7本、ヤマグチでは11.8～13.6本、アヤスギでは5.7～11.2本と、最大でも5～6本程度の差であり、品種ごとに、樹形別の徒長枝量の多重比較検定を行った結果、有意差は確認されなかった。台木を低く仕立てるほど、徒長枝の発生が増え、剪定の回数が多く必要となるという知見もあるが¹⁾、今回の3つの樹形ではそのような傾向はみられず、徒長枝の剪定の手間については、いずれも同等であると考えられる。しかし、本試験の樹形と近い、低台と高台の樹形の台木において、採穂量調査を行った報告⁶⁾によると、剪定除去された枝葉(さし穂含む)の総量は、低台よりも高台で明らかに多かったことが示されている。このことから、徒長枝以外の枝葉の剪定の手間は、低台よりも高台で多くなることが考えられる。

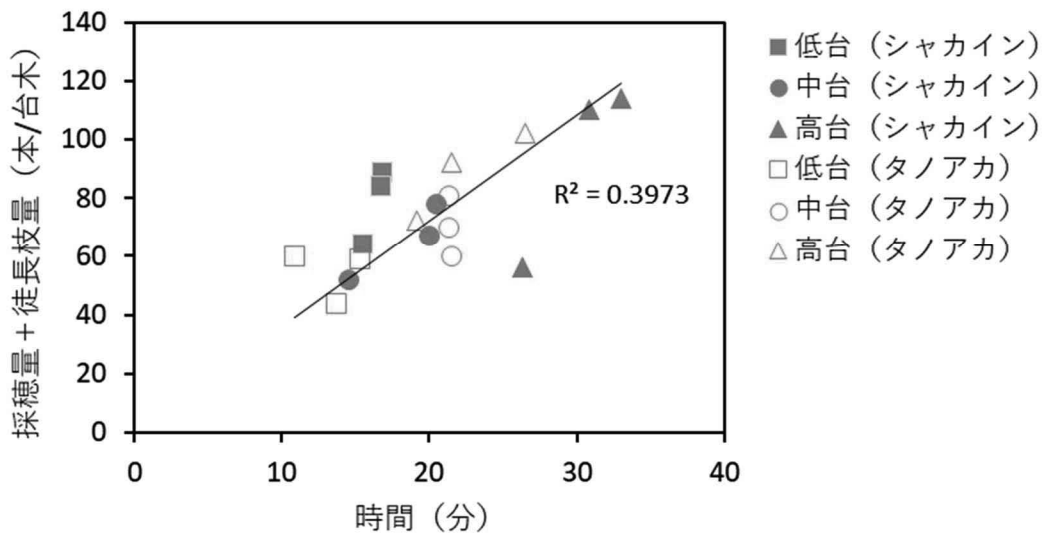


図-3 採穂・剪定量と作業時間の関係

また、採穂及び徒長枝の剪定に要した時間については、台木あたりの採穂・剪定量と正の相関関係が認められた(図-3、 $p < 0.01$)。樹形別の作業時間は、シャカイン・タノアカの2品種平均で、低台で14.8分、中台で19.9分、高台で26.2分であった。実際の採穂・剪定量に対し、作業にあまり時間を要しなかった場合は、作業効率の良い樹形であったと考えることができたが、今回の結果では、採穂・剪定量が多い樹形には、順当に時間がかかることが示された。ただし、今回の調査では、シャカインとタノアカのみを対象とし、低台と高台の採穂量が同等であったアヤスギについては調査を行わなかったため、今後、さらなる検証が必要である。なお、今回示した時間は、調査のための採穂・剪定に要した時間で

あり、採取する穂木の選定等を注意深く行ったため、実際の生産現場での作業時間より長くなっているのが実情である。

3)まとめ

台木当たりの採穂量については、シャカイン、タノアカ、ヤマグチにおいて、低台や中台よりも高台で多く、高台が適当であることが示された。一方で、アヤスギについては、台木当たりの採穂量は高台と同程度に低台でも多く、労務を考慮すると、低台が品種に適した樹形と考えられる。また、中台については、今後も経過観察が必要である。

参考文献

- 1)百瀬行男：採種・採穂園の管理とスギのさし木，163pp(昭和44年)
- 2)宮島寛：九州のスギとヒノキ，275pp(平成元年)
- 3)森下義郎，大山浪雄：さし木の理論と実際，367pp(昭和47年)
- 4)宮崎榊，佐藤亨：苗木の育て方(増補版)，258pp(昭和34年)
- 5)森康浩ほか：福岡県森林林業技術センター研究報告，1，4，5，9p(平成23年)
- 6)戸田忠雄，立仙雄彦：九州林木育種場昭和49年度年報(昭和50年)

再造林に欠かせないシカ害防除技術の確立

平成 30 年度～令和 2 年度
森林チーム 青田 勝

1. 目的

植栽地のシカ被害は依然として多く発生しており、克服すべき課題である。シカ被害対策は、造林地内への侵入を防止するシカネットの設置が有効である。しかしながら、設置後に生じた破れやたるみからシカが侵入するケースもあり、当初の張り方や設置後の管理が非常に重要である。

一方、コスト面から普及の進まなかったツリーシェルター（以下、シェルターと記す）などの単木防除についても、疎植造林の普及や下刈低減の効果が期待できるなどの点から再評価する動きがある。そこで、シカネットやシェルターなどのシカ被害防除技術について、どのような基準で選択すればよいかを整理、検討する必要がある。

昨年度は、平成 30 年度植栽時と 1 年後の植栽木の樹高と根元径を測定して成長量を比較した。また、シェルター内部の温湿度環境が成長に与える影響を把握するために、温湿度記録計を使ってシェルター内部の温度と湿度の測定を行った¹⁾。今年度も、昨年度に引き続き、成長量の調査と温湿度の測定を行い、最適なシェルターの設置について検討した。

加えて、ICT 技術を使ったシカネットの管理について、ドローンを用いてシカネットの点検方法を検討したので報告する。

2. 試験方法

1) 成長量測定

平成 30 年に設定した大分県農林水産研究指導センター林業研究部内のシェルター試験地（以下、試験地と記す）で植栽木の成長量測定を実施した。使用したシェルターの一覧を表-1 に示す。シェルターは形状、高さ、材質などの違いで異なるものを 4 社 12 種類使用した。図-1 に試験地の配置図を示す。シェルター区 72 本（1 種類 6 本×12 種類）、対照区（シカネット区）12 本、対照区（無処理区）12 本で合計 96 本植栽した。測定は植栽時（平成 30 年 9 月 19 日～21 日）、植栽 1 年後（令和元年 9 月 17 日）、植栽 2 年後（令和 2 年 9 月 23 日）に実施した。測定項目は植栽木の樹高径とした。測定結果はシェルターの種類ごとにとりまとめて比較した。なお、下刈は測定直前のみ実施した。

表-1 シェルターの一覧

メーカー	本体形状	材質	高さ	筒の太さ	支柱数
①	A社	ポリプロピレン	1.4m	φ10cm	2本
②		バイオマス プラスチック			
③		生分解性 プラスチック			
④		ポリプロピレン			
⑤		バイオマス プラスチック			
⑥		生分解性 プラスチック			
⑦	筒型・六角形	ポリプロピレン	1.7m	対角12cm	2本
⑧		ポリプロピレン		対角15cm	
⑨	B社	ネット型	1.4m	φ約18cm	1本
⑩	C社	ネット型		φ約27cm	
⑪		(ミカン袋)	ポリプロピレン		
⑫	D社	筒型・円形		φ12cm	

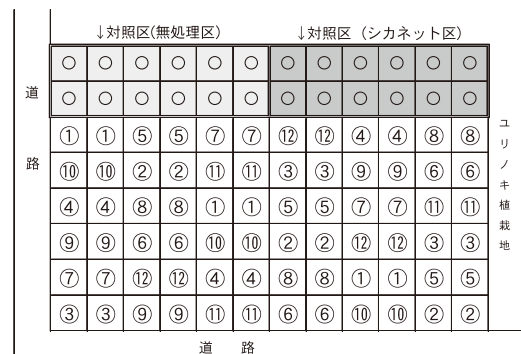


図-1 試験地の配置

2) 温湿度測定

シェルター内部の温度及び湿度（相対湿度）を測定した。測定はハイグロクロン温湿度ロガー（株）KN ラボラトリー社製（写真-1）を使用した。設置は写真-2 に示すとおり、雨水を避けるための円筒型プラスチックケースをかぶせたうえ、シェルター内部に地上から 40～50cm の位置に上部開口部からぶら下げる形で設置した。測定したシェルターは、(1)③A社筒型 1.4m、(2)④A社筒型 1.7m、(3)B社⑨ネット型、(4)C社⑩ネット型、(5)D社⑫筒型の 5 種類で、(6)対照（屋外）を加えた 6 箇所測定を実施した。測定間隔は 1 時間毎に設定した。今回は令和 2 年 2 月から令和 3 年 1 月までの測定結果をとりまとめた。

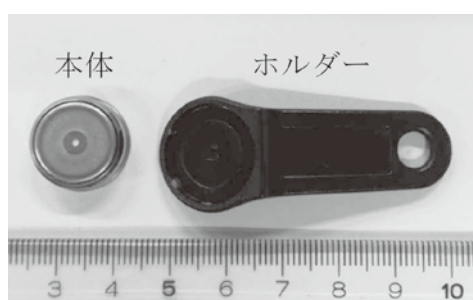


写真-1 ハイグロクロン温湿度ロガー

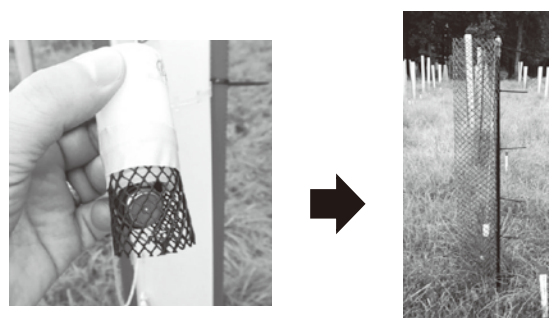


写真-2 設置状況

3) シェルター及び植栽木に対する被害状況

植栽から 2 年経過した成長量測定時のシェルターおよび植栽木の被害状況を調べた。調査項目は (1)シェルターの傾き（本体の 30° 以上の傾き）の有無および損傷（変形、割れ等）の有無、(2)植栽木のシカによる食害痕の有無、(3)苗木の状況（健全、枯死）とした。

4) ドローンを用いたシカネットの点検方法の検討

ドローンは Phantom 4 Pro (DJI 社製)、モニター用タブレット iPad mini 4 (Apple 社製) に飛行アプリ DJI GO 4 (DJI 社製) を用いて、別府市東山の植栽地に設置されているシカネットを上空から撮影し、点検を行った。

3. 結果及び考察

1) 成長量測定結果

12 種類のシェルターと対照区（シカネットと防護柵無し）の植栽から 2 年後の成長量測定結果を表-2、図-2 に示す。2 年後の平均樹高は対照区（シカネット）と比較して、シェルター区はすべて上回った。また、平均根元径は対照区（シカネット）と比較して、③、⑨、⑩以外は対照区（シカネット）を下回った。以上のことから、シェルター区は対照区（シカネット）と比較して形状比が高くなっていた。

なお、シェルターごとの有意差はなかったが、シェルターを設置する場所によって有意差があった。道路沿いに設置した方の成長量が大きい傾向が見られたので、局所的な環境に左右されたと考えられた。

表-2 成長量測定結果

シエルターの種類	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	
樹高 (cm)	植栽時	43.5 (±5.24)	43.7 (±5.75)	43.8 (±6.74)	48.8 (±3.54)	47.0 (±5.66)	45.3 (±6.56)	44.7 (±3.61)
	1年後	75.5 (±8.85)	78.5 (±18.10)	89.3 (±22.84)	74.7 (±21.97)	79.8 (±7.68)	72.5 (±15.35)	81.7 (±10.82)
	2年後	130.2 (±21.05)	131.7 (±34.36)	159.5 (±49.03)	135.0 (±51.43)	122.5 (±12.03)	133.0 (±43.27)	150.8 (±37.18)
根元径 (mm)	植栽時	6.2 (±0.70)	5.7 (±0.56)	6.2 (±0.31)	6.2 (±0.35)	6.2 (±0.50)	5.7 (±0.62)	6.2 (±0.99)
	1年後	7.9 (±0.99)	7.4 (±1.18)	8.7 (±1.50)	8.1 (±1.19)	7.8 (±0.45)	7.8 (±0.98)	8.1 (±1.17)
	2年後	11.9 (±1.42)	12.0 (±2.92)	15.1 (±6.12)	12.4 (±3.94)	11.2 (±1.17)	12.1 (±3.69)	13.6 (±3.53)

シエルターの種類	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	対照区 (シカネット)	対照区 (防護柵無し)	
樹高 (cm)	植栽時	44.2 (±2.92)	43.8 (±3.37)	42.2 (±2.04)	45.0 (±2.61)	44.3 (±3.20)	49.8 (±5.84)	49.2 (±5.02)
	1年後	71.5 (±6.25)	71.7 (±13.14)	68.8 (±9.99)	67.8 (±10.03)	82.3 (±8.19)	61.9 (±12.69)	54.1 (±3.42)
	2年後	120.2 (±21.42)	156.9 (±37.68)	150.7 (±20.64)	111.7 (±22.21)	144.8 (±14.03)	105.7 (±32.9)	52.9 (±5.31)
根元径 (mm)	植栽時	5.8 (±0.69)	6.4 (±0.56)	6.4 (±0.57)	6.0 (±0.74)	5.8 (±0.73)	5.7 (±0.61)	5.5 (±0.49)
	1年後	7.3 (±0.62)	8.1 (±1.01)	7.9 (±0.57)	8.0 (±1.80)	7.6 (±0.67)	7.7 (±1.40)	7.9 (±0.81)
	2年後	10.3 (±1.62)	16.2 (±3.48)	15.7 (±1.95)	12.9 (±3.52)	12.3 (±0.88)	14.2 (±4.02)	9.3 (±1.14)

※値は平均値(±標準偏差)

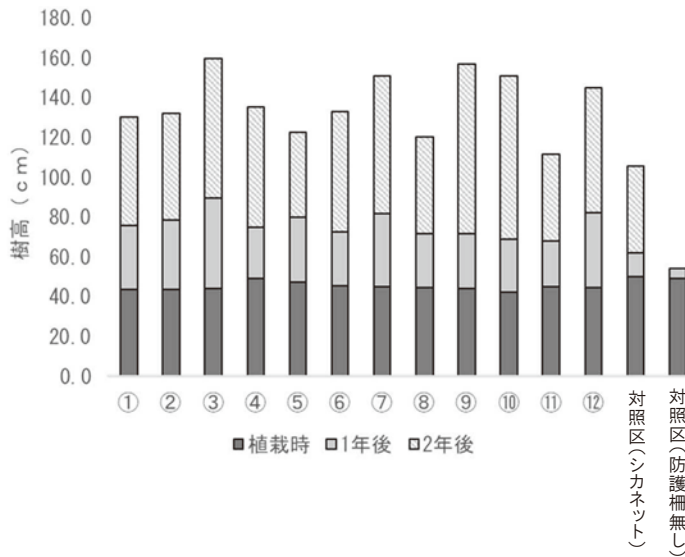


図-2 成長量の比較 (樹高)

2) 温湿度測定結果

表-3に期間中の温度及び湿度測定結果を示す。測定期間中の平均温度が最も高かったのは、(2)④A社筒型 1.7m で 17.2℃、以下(1)③A社筒型 1.4m が 16.9℃、(5)⑫D社筒型が 16.6℃、(4)⑩C社ネット型が 16.4℃、(3)⑨B社ネット型が 16.2℃の順で、最も低かったのが(6)対照(屋外)で 15.7℃となった。シエルター内の平均温度は、すべてのシエルターで対照(屋外)よりも高くなった。

表-3 温度及び湿度測定結果

(測定番号) シェルターの種類	(1) ③A社筒型 1.4m	(2) ④A社筒型 1.7m	(3) ⑨B社ネット型 1.4m	(4) ⑩C社ネット型 1.4m	(5) ⑫D社筒型 1.4m	(6) シェルター外 (対照)	
平均値(±標準偏差)	16.9(±11.5)	17.2(±11.4)	16.2(±10.9)	16.4(±10.8)	16.6(±11.2)	15.7(±10.1)	
温度(°C)	最大値	52.5	48.0	48.0	47.0	43.0	
	最小値	-7.0	-7.5	-7.5	-8.0	-8.0	-7.5
平均値(±標準偏差)	86.6(±15.6)	84.9(±17.1)	82.0(±20.7)	80.8(±22.6)	77.5(±17.5)	80.2(±18.3)	
湿度(%RH)	最大値	100.0	100.0	100.0	100.0	96.8	100.0
	最小値	24.2	27.4	14.9	11.1	13.9	14.2

(測定期間)R2.2.1~R3.1.27

また、測定期間中の平均湿度が最も高かったのは、(1)③A社筒型 1.4m で 86.6%RH、以下(2)④A社筒型 1.7m が 84.9%RH、(3)⑨B社ネット型が 82.0%RH、(4)⑩C社ネット型で 80.8%RH、(6)対照(屋外)が 80.2%RH、最も低かった(5)⑫D社筒型が 77.5%RH の順となった。湿度は(5)⑫D社ネット型以外のシェルターで対照(屋外)よりも高くなった。

次に平均温度の最も高かった(2)④A社筒型 1.7m、(4)⑩C社ネット型及び(6)対照(屋外)の3箇所について、図-3に月別の平均温度、図-4に平均湿度の推移を示す。月別平均温度は、令和2年2月から令和3年1月の全期間を通じて、(2)④A社筒型 1.7m と(4)⑩C社ネット型のどちらも(6)対照(屋外)より高い傾向が見られた。また、平均湿度は(2)④A社筒型 1.7m は(6)対照(屋外)より高く、(4)⑩C社ネット型は(6)対照(屋外)より夏場は高い傾向を示した。

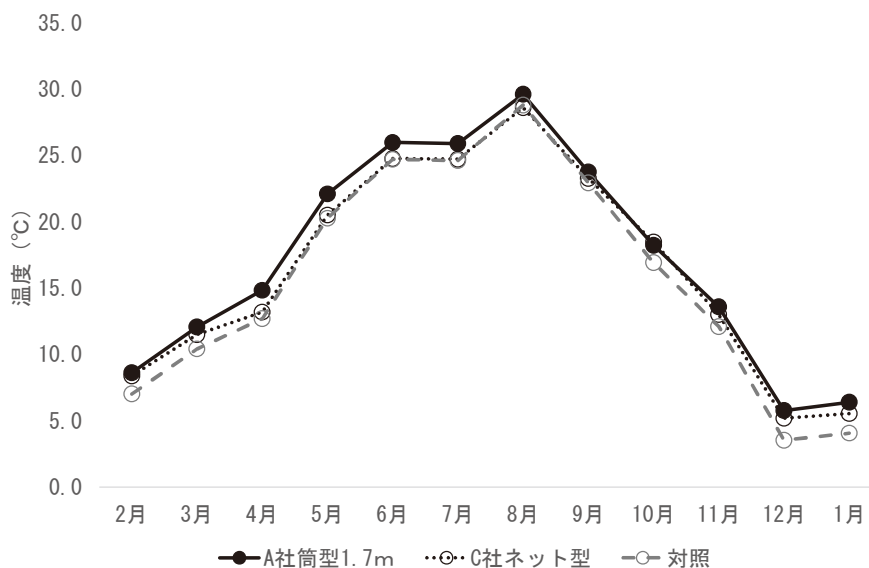


図-3 月別の平均温度

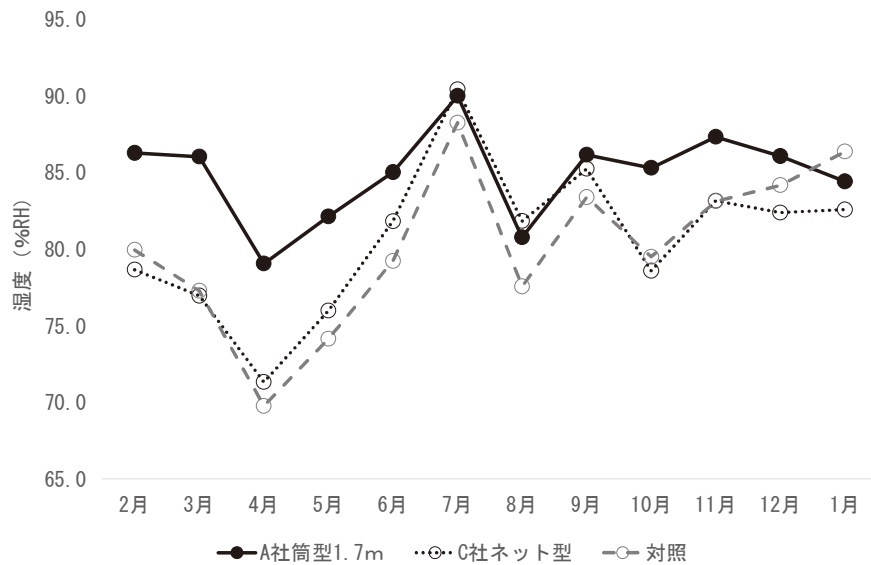


図-4 月別の平均湿度

以上の結果から、筒型、ネット型いずれのシェルターも一定の保温効果を持っていることが分かった。一方、湿度は筒型が屋外より高くなったが、ネット型は筒型よりは低く、夏場は屋外より高いことが分かった。

3) シェルター及び植栽木に対する被害状況

(1) シェルターの傾斜、損傷

試験地のシェルターに傾斜は認められず、損傷は下刈り時にC社ネット型で2本見られた。

(2) シカの食害および枯死

シェルター区 72本のうち1本枯死、対照区（シカネット）12本のうち1本枯死し、シカ食害はなかった。対照区（防護柵無し）は12本全部が食害を受け、うち1本が枯死していた。

また、すべてにおいてシェルター内部に他の植生の侵入が見られた。侵入植生は秋までにすべて枯れ、一時期はシェルター内部で植栽木より大きく成長して植栽木を被圧する影響が懸念されたが、枯死するには至らなかった。

4) ドローンを用いたシカネットの点検方法の検討

植栽地に設置してあるシカネットを地上から80m程度の上空から撮影した場合、シカネットの傾斜や破損状況は確認出来なかった。そこで、上空30m程度から撮影した場合、80mの時よりもシカネットを把握しやすかったが、傾斜や破損状況までの確認は困難であった。

写真-3にシカネットがたるんでいる箇所を、ドローンから撮影して拡大した写真と地上から撮影した写真を比較したものを示す。ドローンから撮影した写真でも、それを拡大すれば、シカネットのたるみの状況を確認できることが分かった。

仮に飛行中に確認できない場合でも、シカネットが設置されている箇所を目視出来る範囲で撮影し、撮影後にパソコン等に写真データを取り込み、写真を拡大することでシカネットの状態を確認することができる。

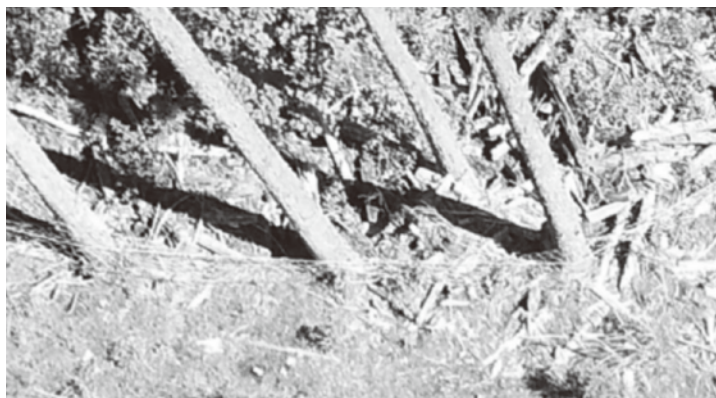


写真-3 シカネットのたるみ箇所 (左: ドローンから撮影して拡大した写真 右: 地上撮影写真)

4. まとめ

成長量測定の結果から、シェルター区と対照区は樹高成長量に差があることが分かった。また、温湿度測定の結果から、シェルターの内と外で温湿度環境が異なることが分かった。さらに、シェルター内の温度は夏場に 50℃ 近くになるが、枯死するものはなく、温度に影響しなかった。

現段階では、どのシェルターを用いてもシカ等の食害は発生しておらず、食害を防止する上で、どのシェルターでも効果的であると考えられる。そこで、シェルターの選択について考えた場合、選択する上で条件となりうる施工時間を比較したものを表-4 に示す。

表-4 シェルターごとの施工時間の比較

シェルター	本体形状	材質	高さ(m)	筒の太さ	支柱数	施工時間(分)
①	筒型・円形	ポリプロピレン	1.4	φ10cm	2	4.0
②		バイオマス プラスチック				
③		生分解性 プラスチック				
④		ポリプロピレン	1.7			5.8
⑤		バイオマス プラスチック				
⑥		生分解性 プラスチック				
⑦	筒型・正六角形	ポリプロピレン		対角12cm		3.8
⑧				対角15cm		4.1
⑨	ネット	ポリエチレン		φ約18cm		4.8
⑩	ネット(ミカン袋)	生分解性 プラスチック	1.4	φ27cm	1	3.4
⑪		ポリプロピレン				
⑫	筒型・円形	生分解性 プラスチック		φ12cm		4.5

それらを考慮した結果、シェルター⑩と⑪が施工時間で有利であった。しかし、これは当研究部内で設置した結果であり、平地で下刈も測定前まで実施しなかったため、シェルターの高さが 1.4m でも被害は発生しなかった。実際の現地でシェルターを設置する場合には、環境条件(斜面傾斜、風の強さ)、作業員数やそれらの熟練度等を考慮し、最適なシェルターを設置することが望ましい。

なお、植栽から5年間、成長量及びシェルターの劣化と被害発生状況の調査を行う予定である。

また、ドローンでシカネットをより効率よく点検するためには、ドローンをなるべく低空で自動飛行させ、かつ障害物等を回避できる機能が必要である。

参考文献

- 1) 豆田俊治：大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報 No. 62, 16-20 (令和元年)