

技術開発委員会説明資料

【課題名】

クマ剥ぎ被害箇所でのヒノキアスナロの
樹下植栽後の複層林への誘導

担当部署

下越森林管理署

1

課題の設定にかかる経緯について

■クマ剥ぎ被害の回避方策としてヒノキアスナロの樹下植栽を実施することとした経緯

- ① 試験地を設定している林分は、技術開発課題の検討当時の伐採前の調査で約半数の立木がクマ剥ぎ被害が見られ、クマ剥ぎ被害が深刻な状況であった。
- ② 林況としては、クマ剥ぎの被害がなければ、保育状況、生育状況は良好な林分である一方、天然生林分の配置状況及び下層植生の状況から高木性有用広葉樹の侵入を望むことは困難な状況であった。
- ③ スギ長伐期施業群やスギ分散伐区施業群に設定されていたことから複層林施業について検討を行うこととした。
- ④ 当時の他地域の視察などによる調査・検討の過程において、ヒノキアスナロについて、署管内で過去に植林され伐採の実績があること、近隣にクマ剥ぎが発生していない林分があること、青森県林試よりスギに比べヒノキアスナロの被害が少ないとの情報を得たこと、耐陰性があること、新潟県においてヒノキアスナロの需要の掘り起こしを検討していること、苗木の調達が可能であること等の情報を得た。
- ⑤ 「ヒノキアスナロによる複層林化が成功するとは限らないが、対策を講じずに放置するのではなく、考えうる対策を実行してその情報を発信していくことが重要である。」との検討当時の課題解決に向けた積極的な姿勢により、クマ剥ぎ被害を受けにくい林分への転換に向けた技術開発課題として取り組むこととした。
- ⑥ ヒノキアスナロ複層林への転換がクマ剥ぎ対策として効果があるのか否かは、今後検証していくべき課題であると考えている。

2

課題設定について

■技術開発課題としての位置付け

現状のスギ林分のままではクマ剥ぎ被害を回避できない状況において、当時の経験や調査結果を元に模索し、「ヒノキアスナロが代替樹種として可能性があるかどうか」の検討を行うとともに、異なる樹種を植栽することにより木質資源の多様性の確保を図る一方策として試行するものであり、技術開発課題として妥当性がある取組である。

■課題設定の考え方

- ① 本課題の試験地が所在する地域では、ヒノキアスナロはスギに比べてクマ剥ぎ被害に遭いにくいと考えられる(ヒノキアスナロがクマ剥ぎに遭わないわけではない)。
- ② 本課題の試験地が所在する林分は、スギ長伐期施業群(207る1、る2)やスギ分散伐区施業群(210お12(R1年度までは210お1))に設定されていたことから、皆伐、再造林ではなく、被害木を中心に伐採し、複層林として人工林施業を行うこととした。
- ③ 林況調査の結果、天然生林分の配置状況、下層植生の状況から高木性有用広葉樹の侵入を望むことも困難な状況であったこと、複層林施業で垂直・同種(上層スギ、下層スギ)の施業については問題点が多いと指摘されていることから、他県でも実績がある垂直・異種(上層:スギ、下層:ヒノキアスナロ)の複層林施業を試験的に行うこととした。
- ④ 上層のスギは将来的には伐採しヒノキアスナロの一斉林に近づけていく。

3

クマ剥ぎ被害箇所でのヒノキアスナロの 樹下植栽後の複層林への誘導 概要

場所:下越森林管理署管内
東蒲原郡阿賀町
古岐山国有林
207る1林小班
及び207る2林小班の一部
210お12林小班

期間:令和元年度～令和5年度

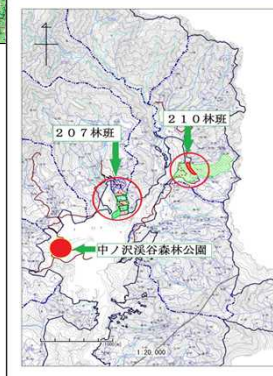
概要:

いくつかの事例から、ヒノキアスナロは比較的クマ剥ぎに遭いにくい樹種であると考えられる。

本課題では、クマ剥ぎ被害木を択伐したスギ造林地にヒノキアスナロを樹下植栽し、複層林(上層:スギ、下層:ヒノキアスナロ)への誘導手法を検証する。
※ヒノキアスナロについてもクマ剥ぎ被害が発生している地域もあり、「ヒノキアスナロ複層林への転換がクマ剥ぎ対策として効果があるのか否かは、今後検証していくべき課題」と考えている。



試験地位置図(広域)



背景と課題

■背景

新潟県下越地方はクマ剥ぎの被害が深刻である。特に、下越森林管理署管内の阿賀町と新発田市赤谷地区にまたがる地域は激害地となっている。

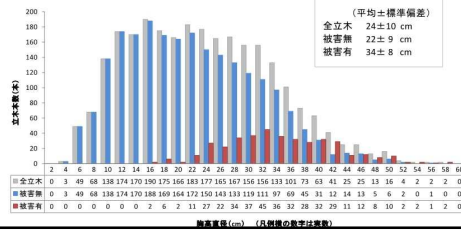
■課題

スギ造林木にはテープ巻き等のクマ剥ぎ防除対策を施しているものの、対症療法的な防除には限界があり、根本的な対策が望まれる。その一案として、クマ剥ぎを受けにくい林分への転換を試みる。

なお、県内のクマ剥ぎが見られるスギ造林地内にて、1小班だけヒノキアスナロが植えてあり、そこは無被害となっている事例がある。このことから、ヒノキアスナロは比較的クマ剥ぎに遭いにくい樹種である可能性が考えられる。

そこで本試験では、クマ剥ぎ被害を受け被害木を択伐したスギ林分にヒノキアスナロを樹下植栽し、成長量調査(苗高(樹幹長)、根元直径)と魚眼レンズを用いた全天空写真による光環境との結果から相関を評価することにより、ヒノキアスナロの初期成長に係る「適正な開空度(空隙率)」を見つけ出し、次の間伐時期等の検討に資することを目的とする。

○立木被害状況別 胸高直径階分布(率)



※H30年被害状況の毎木調査結果より作成

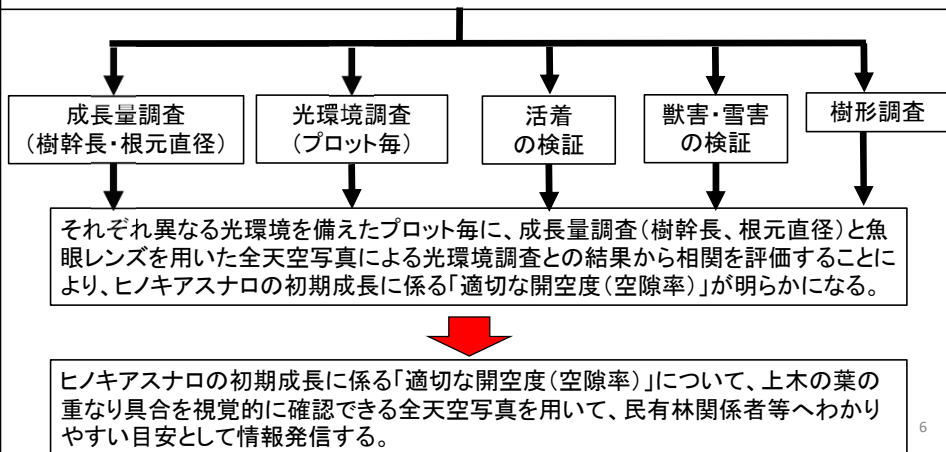
5

開発目的

クマ剥ぎ被害を受けにくい林分への転換

樹下植栽時における、ヒノキアスナロ苗木の初期成長の特性を検証

上層:スギ・下層:ヒノキアスナロから成る複層林への誘導手法の確立に資するため、ヒノキアスナロの初期成長に係る「適切な開空度(空隙率)」を見つけ出し、次の上木の間伐時期等の検討に資する。



6

調査設計の変更について

■経緯

- 当初の調査設計では、各プロットの中央の1か所に全天空写真撮影点を設け、光環境の変化を観察することとしていた。
- 一方、樹下植栽については、上木の密度や枝張りの状態が一様ではなく、各プロットの中央の1か所のみでは、苗木と光環境との相関を明らかにすることはできないと考えられた。
- このため、森林総合研究所の樋間氏の協力を得て、5月13日～14日に現地指導をいただき、各プロットの中央1か所に替えて、中央付近の苗木と合わせて10か所程度の全天空写真撮影点（苗木の成長点）を設定し、苗木と光環境との相関を観察可能な設計に変更することとした。
- その他、光環境の差がヒノキアスナロの樹形に影響を与えることを想定し、樹形についても観察することとした。

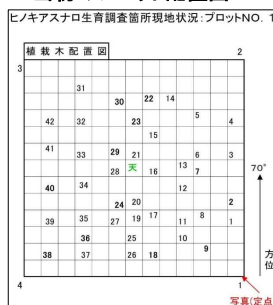
■調査方法の変更

- 調査時期：雪解け後（5月中旬頃）※現行どおり
- 調査本数の見直し：全数→全天空写真撮影地点を増やし1プロット10本（スギ上木がないプロット6、7は5本）を抽出
※ 成長量については最終年度（R5年度）は全本数調査
- 樹形（枯死、薄いお椀型、厚いお椀型、ドーム型、円錐型）に分ける。伏状があれば記録する。
- R1当初から撮影している定点写真、全天空写真（各プロットの中央1か所は中央付近の苗木で代替）は、今後も継続（カメラ、レンズ変更）

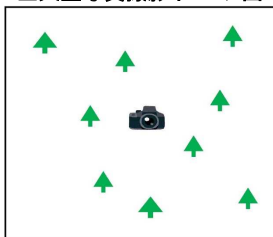
7

【参考】調査方法の変更（参考図）

当初のプロット配置図



全天空写真撮影イメージ図

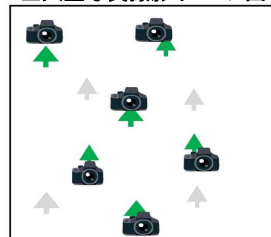


従来（R1,R2）
プロット内を全数調査
全天空写真は中央1箇所

R3年度からのプロット配置図



全天空写真撮影イメージ図



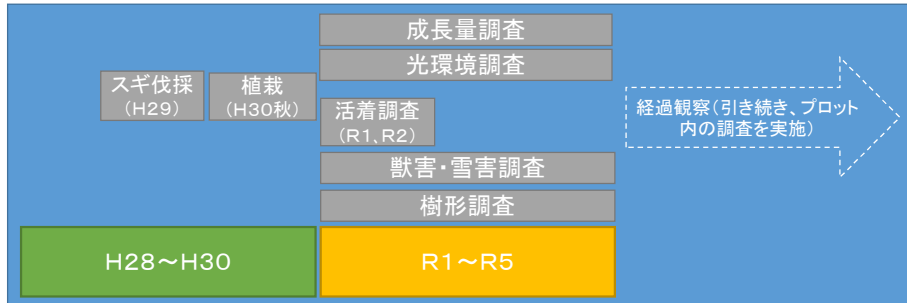
改良後（R1,R2）
標本を定め抽出調査
標本木の上で全天空写真

8

開発のロードマップ

開発期間(R1～5年)において、成長量調査(苗高、根元直径)と魚眼レンズを用いた全天空写真による光環境との結果から相関を評価することにより、ヒノキアスナロの初期成長に係る「適正な開空度(空隙率)」を見つけ出し、次回の間伐時期等の検討に資することを目的として、下表のとおり調査を行う。

表1 開発期間(H28～H30年度及びR1～R5年度)における調査設計



※当地のスギ上木へのクマ剥ぎは胸高直径16cm未満の立木には発生していないため、開発初期段階ではヒノキアスナロの樹下植栽による複層林化に向けて、樹下植栽したヒノキアスナロの成育特性の把握に重点を置く。また、ここで言う獣害とは、苗木に対するウサギやネズミの食害、イノシシの掘り返し等を想定している。

なお、ヒノキアスナロについてもクマ剥ぎ被害が発生している地域もあり、本技術開発課題においても、「ヒノキアスナロ複層林への転換がクマ剥ぎ対策として効果があるのか否かは、今後検証していくべき課題」と考えている。

開発設計

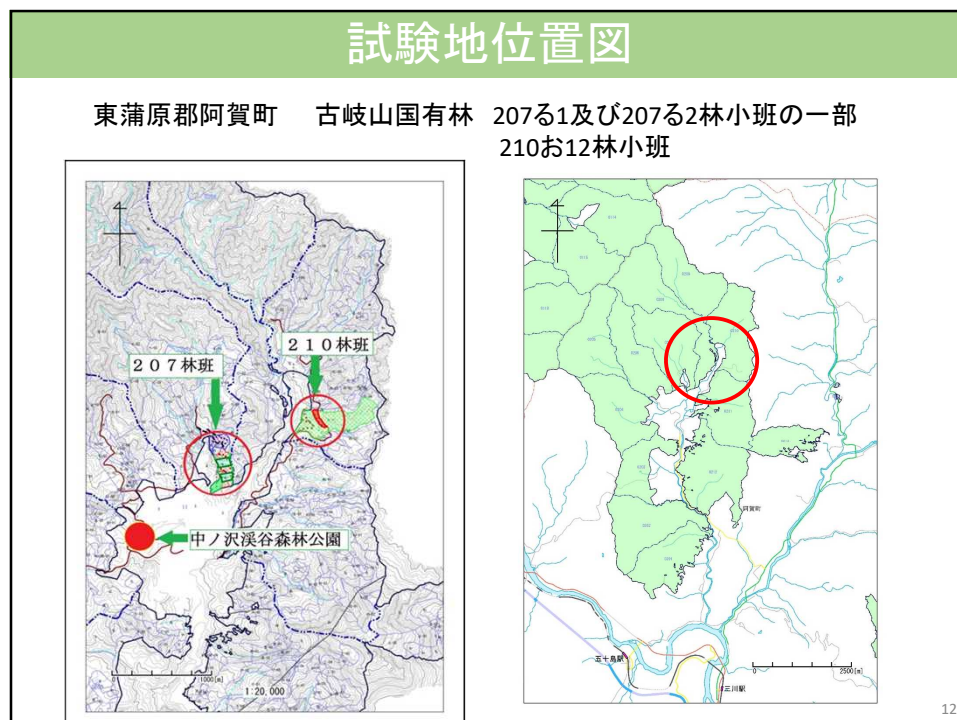
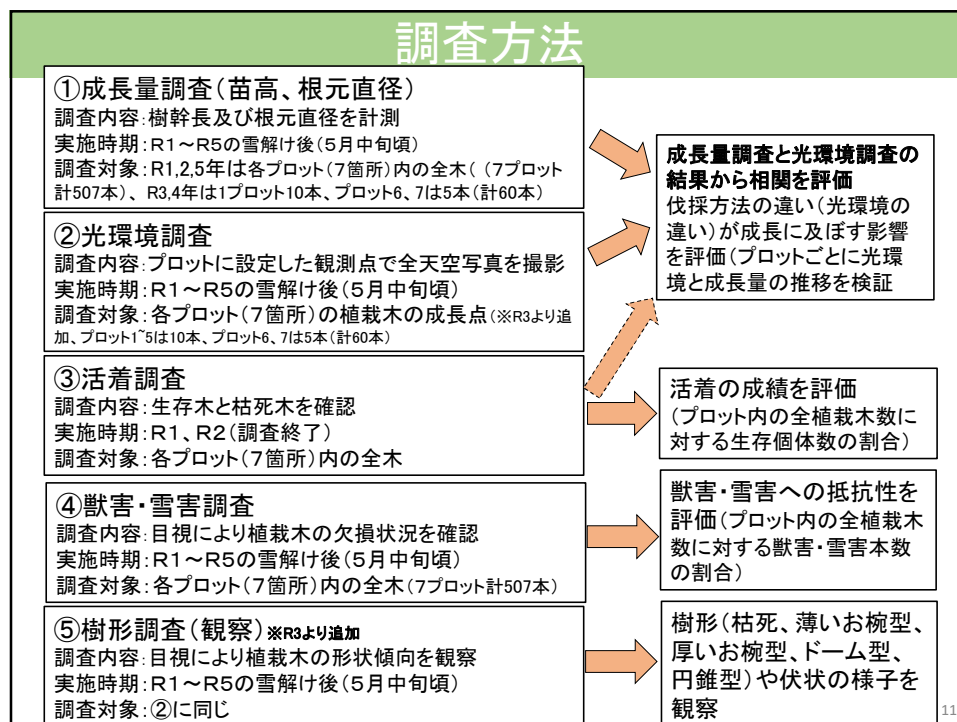
表2 開発期間(R1～R5年度)における調査設計と調査年度

(※R3年度より、プロット面積を縮小、調査木を10本程度とした。また、光環境調査については、各プロット中心の観測点のほかに調査木10本の成長点からの観測と樹形の観測を追加した。)

		調査目的		
		伐採方法の違い(光環境の違い)が成育状況に及ぼす影響	活着	獣害・雪害への抵抗性
調査項目	①成長量調査(樹幹長、根元直径)	R1～R5	—	—
	②光環境調査	R1～R5	—	—
	③活着調査(調査終了)	R1, R2	R1, R2	—
	④獣害・雪害調査	R1～R5	—	R1～R5
	⑤樹形調査(観察)	R1～R5	—	—

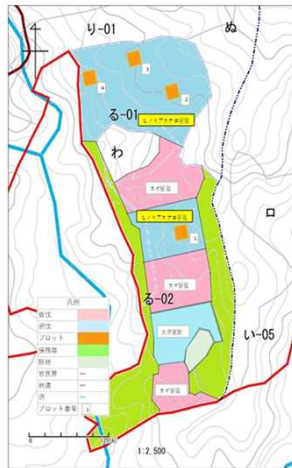
調査実施箇所・時期

- ①・③・④・⑤: 雪解け後(5月中旬頃)、7つのプロット毎に抽出した苗木を毎木調査。
ノギス、コンベックス及び目視により実施。
(①: ただし、最終年度は、R1、2の調査と同様にプロット内の植栽木(7プロット計507本)を対象に全数調査を実施。)
- ②: 雪解け後(5月中旬以降)の曇天の日を狙い、各プロットの中心に設定した観測点及び各プロット毎に抽出した苗木の成長点の直上において、全天空写真を撮影。
空隙率を算定し、個々の光環境と成長量について相関をみる。
- ⑤: 樹形(枯死、薄いお椀型、厚いお椀型、ドーム型、円錐型)や伏状の様子を観察。



調査プロットの設定(7箇所)

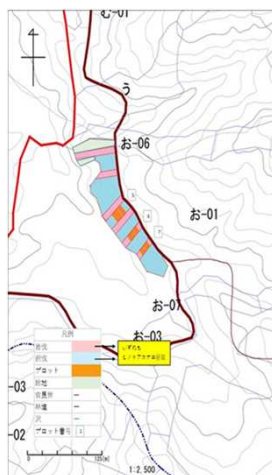
古岐山国有林207る1及び207る2林小班の一部 (プロット1～4)



13

調査プロットの設定(7箇所)

古岐山国有林210お12林小班 (プロット5～7)



14

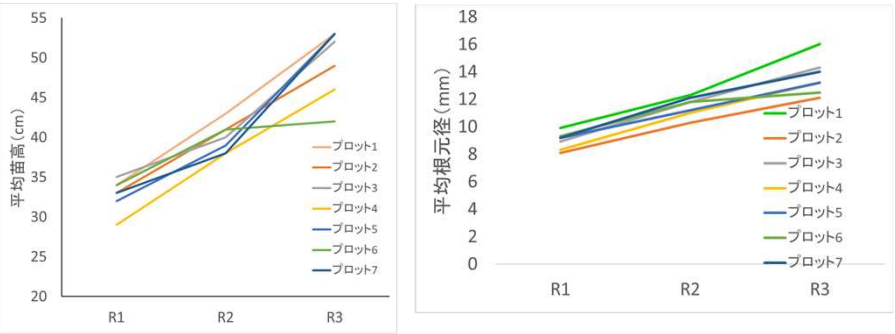
結果 ①・②・③成長量調査(樹幹長、根元径、空隙率、活着率) プロットごとの成長量

ヒノキアスナロ試験地調査プロット一覧表															
プロット 番号	林小班	伐採方法	プロット面積	プロット内 植栽本数	プロット内 調査本数 (R1、R2)	プロット内 調査本数 (R3)	活着率		空隙率			計測値 (平均±SD) 根元径 樹高			成長量 (R1→R3)
							(R1)	(R2)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	
プロット1	207お2	択伐50%	400㎡ (20m×20m)	42本	42本	10本	100%	95%	20.7%	16.4%	15.5%	根: 10.7±1.5mm 苗: 37±3.4cm	根: 13.0±2.0mm 苗: 44±5.1cm	根: 16.0±2.7mm 苗: 53±14.9cm	根元径: 5.3mm 苗 高: 16cm
プロット2	207お1	択伐50%	400㎡ (20m×20m)	60本	60本	10本	100%	97%	13.6%	11.4%	8.5%	根: 8.3±1.4mm 苗: 33±5.6cm	根: 10.9±1.9mm 苗: 41±5.7cm	根: 12.1±1.8mm 苗: 49±11.1cm	根元径: 3.8mm 苗 高: 16cm
プロット3	207お1	択伐50%	400㎡ (20m×20m)	98本	98本	10本	100%	88%	21.4%	24.9%	13.7%	根: 9.8±1.4mm 苗: 37±5.2cm	根: 12.7±1.6mm 苗: 42±5.8cm	根: 14.3±1.9mm 苗: 52±7.3cm	根元径: 4.5mm 苗 高: 15m
プロット4	207お1	択伐50%	400㎡ (20m×20m)	74本	74本	10本	99%	96%	14.0%	11.9%	9.0%	根: 8.2±1.7mm 苗: 31±7.5cm	根: 11.2±1.6mm 苗: 39±6.9cm	根: 13.2±1.6mm 苗: 46±10.5cm	根元径: 5.0mm 苗 高: 15cm
プロット5	210お12	択伐50%	400㎡ (20m×20m)	112本	112本	10本	100%	95%	21.4%	17.7%	14.3%	根: 9.9±1.5mm 苗: 34±3.5cm	根: 12.0±1.8mm 苗: 44±4.8cm	根: 13.2±3.1mm 苗: 53±6.4cm	根元径: 3.3mm 苗 高: 19cm
プロット6	210お12	皆 伐	200㎡ (10m×20m)	60本	60本	5本	100%	90%	35.0%	33.7%	20.8%	根: 10.2±2.4mm 苗: 30±7.5cm	根: 12.0±3.7mm 苗: 44±10.1cm	根: 12.5±1.5mm 苗: 42±4.1cm	根元径: 2.3mm 苗 高: 12cm
プロット7	210お12	皆 伐	200㎡ (10m×20m)	61本	61本	5本	100%	95%	33.6%	30.8%	20.7%	根: 9.1±0.8mm 苗: 35±5.8cm	根: 12.3±1.5mm 苗: 38±7.9cm	根: 14.0±2.4mm 苗: 53±5.5cm	根元径: 4.9mm 苗 高: 18cm
平均				507本	100% (507本)	60本	99% (504本)	93% (473本)				根元径: 9.5mm 苗 高: 34cm	根元径: 12.0mm 苗 高: 42cm	根元径: 13.6mm 苗 高: 50cm	根元径: 4.2mm 苗 高: 16cm

※苗高は樹幹長を計測
 ※R3よりプロット内調査本数を全数調査から抽出調査に変更した
 ※210お12林小班は、R1年度までは210お1林小班
 ※活着率は、R2年度までプロット内の全数を調査した
 ※空隙率のR1年度、R2年度は、調査プロット内の中央位置地点【参考:P8調査方法の変更(プロット図)】
 ※空隙率のR3年度の値は、R1年度、R2年度の調査位置地点に近い調査木の値を代替した。【参考:P8調査方法の変更(プロット図)】
 ※苗木平均値は、R3年度に抽出した調査木の平均値

15

結果 ①成長量調査(根元直径、樹幹長)



R1年度とR3年度とを比較すると、苗の高さ、根元径のいずれもプロット6で成長量が悪い傾向がみられた。

- ・苗高はプロット5が19cmの伸びで最も成長がよかった。ただし、調査時、根元の曲がりなどにより誤差が生じている可能性がある。
- ・根元直径はプロット1で5.3mmと最も成長がよかった。

16

結果 ②光環境調査(空隙率)

・空隙率は年度が経過するにつれて低下する傾向がみられた。

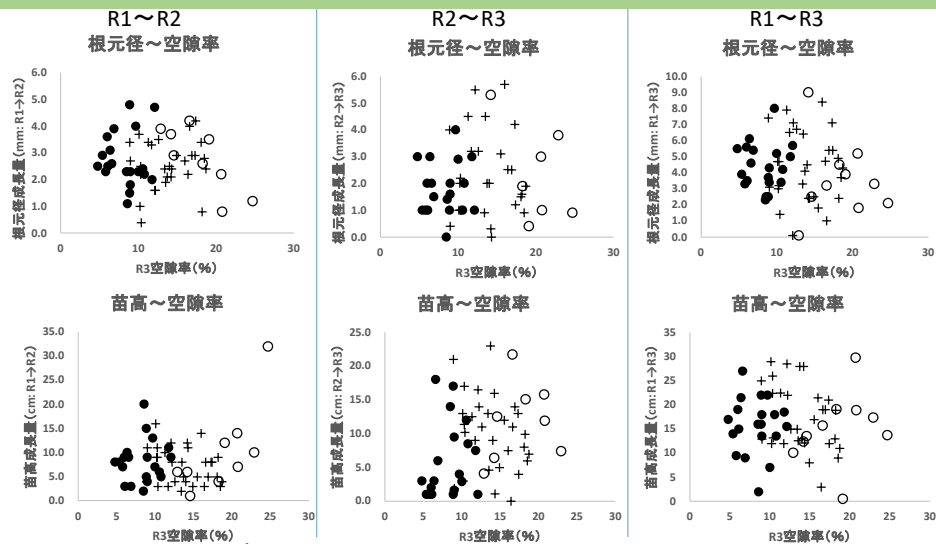
・プロット3の空隙率はR2年度で上がっているが、プロット3は樹下植栽箇所であり間伐等は行われていないことから、全天空写真の撮影環境が影響している可能性がある。

・空隙率の変化からみると、
①皆伐
②明るい樹下植栽
③暗い樹下植栽
の3グループに分かれた。

※P15「ヒノキスナロ試験地調査プロット一覧表」の空隙率と同じ。

17

結果 ②光環境調査(空隙率)

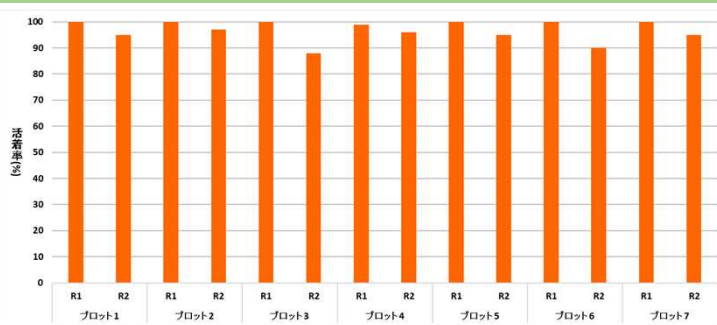


※R1、R2年度の空隙率はプロット中心部のみの計測であったため、R3年度の値を使用
※当年度の値と前年度の値の差分を成長量とした際に負の値となったデータは除いて作成
凡例 ○: 皆伐(プロット6,7) +: 明るい樹下植栽(プロット1,3,5) ●: 暗い樹下植栽(プロット2,4)

・根元径成長と空隙率および苗高成長と空隙率の相関関係は、現時点で見られない。

18

結果 ③光環境調査(活着率)



- ・活着率はR1、R2年度に全数を調査した。
- ・プロット全体の活着率は93%(507本中34本枯れ)となった。
- ・枯死木は、枝性が残った形状等からみると、R1年度調査後(H30年度秋植栽)間もなく枯れたものと思われる。



枝性が残る枯死木

19

結果 ④獣害・雪害調査

■R1・R2・R3年度の獣害・雪害調査結果

- ①獣害・雪害は、特にみられなかった。
(ここでいう獣害とは、苗木に対するウサギやネズミの食害、イノシシの掘り返し等を想定)
- ②R1・R2・R3年度とも全てのプロットで雪害はみられなかった。
なお、R1・R2年度は、いずれの年も暖冬で少雪であった。
R3年度は、多雪であった。

20

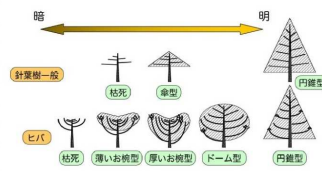
結果 ⑤樹形調査(観察)

■R3年度の樹形調査(観察)結果

プロット番号	観察本数	樹形区分				
		①枯死	②薄いお椀型	③厚いお椀型	④ドーム型	⑤円錐型
プロット1	10本		5本	3本	2本	
プロット2	10本		4本	2本	4本	
プロット3	10本		6本	2本	2本	
プロット4	10本		10本			
プロット5	10本		10本			
プロット6	5本		5本			
プロット7	5本		2本	1本	2本	
計	60本 100%		42本 70%	8本 13%	10本 17%	

※樹形は、①～⑤に区分した。(森林総合研究所の榎間氏の指導による。)

光強度に対するヒバ稚樹の樹形の応答



※森林総合研究所の榎間氏の発表資料より転写

②薄いお椀型(プロット4No.482より)

③厚いお椀型(プロット1No.509より)

④ドーム型(プロット2No.476より)



- ・プロット全体で「②薄いお椀型」が最も多かった。
- ・樹形区分「①枯死」及び「⑤円錐型」は、みられなかった。

21

令和3年度までのまとめ

①成長量の検証

- ・樹幹長
- ・根元直径

②光環境の検証

③活着の検証(R1、R2)

・成長量調査では、R1年度とR3年度とを比較すると、苗の高さ、根元径のいずれもプロット6で成長量が悪い傾向がみられた。

・光環境調査では、年数が経過するにつれて空隙率が低下する傾向が確認できた。

・活着調査の結果では、プロット3・6は、他のプロットと比べてわずかながら活着率が低かった。

④獣害・雪害の検証

・獣害については、全てのプロットで被害はみられなかった。
②R1・R2・R3年度とも全てのプロットで雪害はみられなかった。

⑤樹形調査(観察)

・樹形区分①から⑤では、「②薄いお椀型」が70%を占めていた。

・植栽後3年目の結果であるため、各プロットに大きな差はみられない。引き続き調査を継続し結果を踏まえて検証を行う必要がある。

22

今後の取組及び完了報告の方向性

■今後の取組

1. 成長量調査(樹幹長、根元直径)
各プロット毎に抽出した調査木
2. 光環境調査
 - ①プロット中央
 - ②各プロット毎に抽出した調査木(成長点)直上
3. 獣害・雪害調査
4. 樹形調査(観察)

■完了報告の方向性

- 異なった光環境下での成長差を明らかにし、ヒノキアスナロの初期成長に係る「適切な開空度(空隙率)」を考察する。
- また、ヒノキアスナロの初期成長に係る「適正な開空度(空隙率)」を見つけ出し、次の間伐時期等の検討に資する。

23

【参考】形状比及び相対照度

プロット 番号	プロット 形状	R1					R2					R3				
		樹幹長 [cm]	根元直径 [cm]	樹形比 [cm]	樹形比 [cm]	樹形比 [cm]	樹幹長 [cm]	根元直径 [cm]	樹形比 [cm]	樹形比 [cm]	樹形比 [cm]	樹幹長 [cm]	根元直径 [cm]	樹形比 [cm]	樹形比 [cm]	樹形比 [cm]
プロット 番号	プロット 形状	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415
		416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430
		431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445
		446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460
		461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475
		476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490
		491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505
		506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520
		521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535
		536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550
プロット 番号	プロット 形状	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565
		566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580
		581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595
		596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610
		611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625
		626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640
		641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655
		656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670
		671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685
		686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700
プロット 番号	プロット 形状	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715
		716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730
		731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745
		746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760
		761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775
		776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790
		791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805
		806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820
		821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835
		836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850

※相対照度は、抽出調査を開始したR3年度について、空隙率の算出時に
自動解析される「SOC」の値を表記
※R1、R2年度は空隙率はプロット中心部のみの計測であったため空隙率
計測地点の値のみを表記

・各プロット植栽木の形状比と光環境との相関は、現時点ではみられない。

24