

4 4 植栽本数密度による林分構造変化及び材質試験

開発目的

開発期間：平成14年度～令和14年度（2002年度～2032年度）

植栽本数密度による林分構造変化（成長量・形質）の比較検討を行うとともに、低コスト化に向けた森林造成技術の確立を図る。

調査方法

- 昭和47～48年度に、大苗の疎植による地拵、植付、下刈工程の省力化の検討のために設置された試験地（当初の試験は終了）。スギ(S47植栽)、ヒノキ(S48植栽)を、それぞれ1,000本/ha（大苗）、1,500本/ha（大苗）、2,000本/ha（大苗）、3,000本/ha（普通苗）で植栽。
- 平成13年度までに、下刈、除伐、つる切り、枝打ち、保育間伐（H11年度、材積率20%、1,000本区を除く）を実施。
- 平成26年度に、列状間伐（1伐3残）を実施。

<調査事項>

- ① 10年毎に、標準地の林分調査（立木密度、胸高直径、樹高等）
- ② 5年毎に、標準地の下層植生調査（植生種、被度）
- ③ 5年毎に、標準地の林内相対照度調査
- ④ 開発期間終了前年に、樹幹解析（追加的に、平成26年度も実施）
- ⑤ 追加調査として、平成26年度に、応力波伝播速度を測定（立木状態での強度調査）

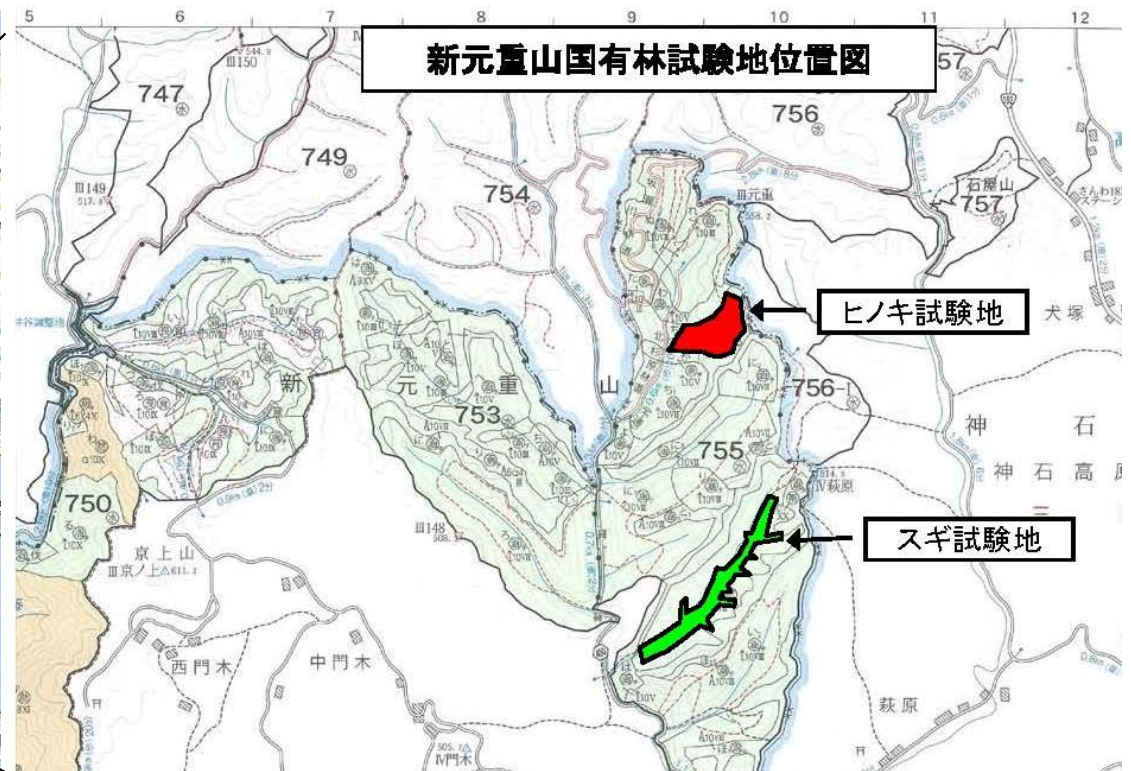
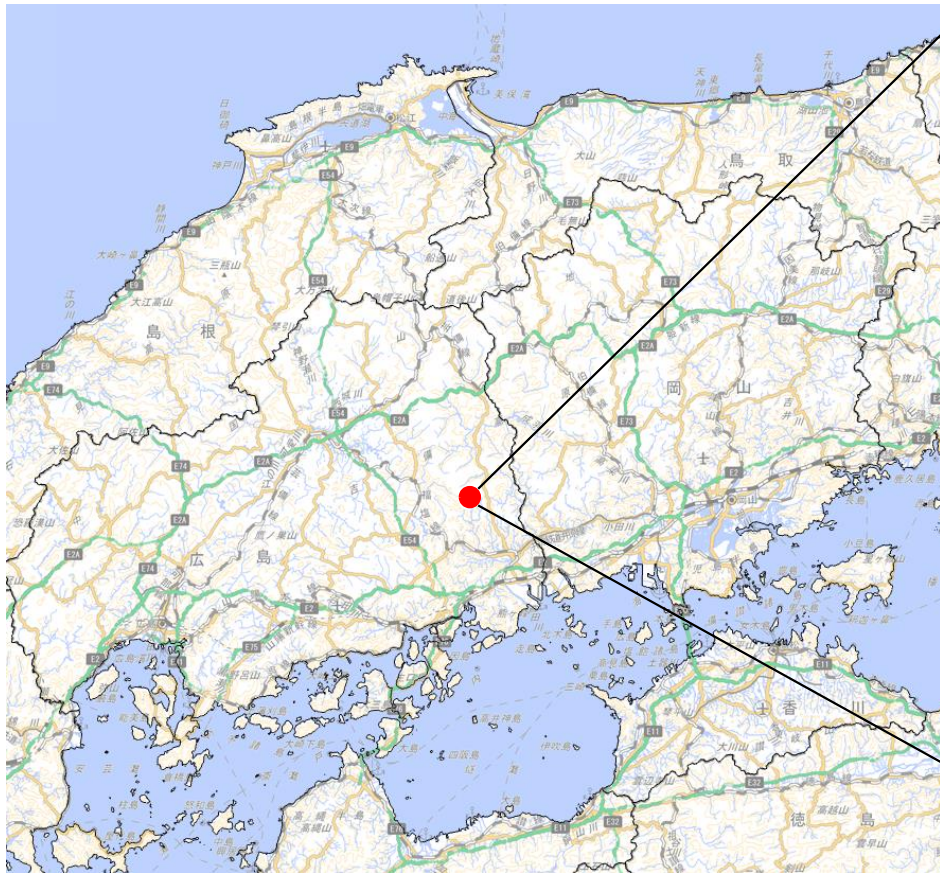
広島森林管理署管内
新元重山国有林（広島県福山市）
＜森林総合研究所関西支所、広島県林業技術センターとの共同試験＞



(1)試験地概要

ア 場所

広島県福山市 新元重山国有林 755林班ち2、ろ小班



(1)試験地概要

イ 地形、林況

項目	スギ試験地 755ろ林小班	ヒノキ試験地 755ち2林小班
面積	3.25ha	2.38ha
標高	400～470m	470～500m
方位	SE NW	NS
地質	古生層粗粒砂岩	古生層粗粒砂岩
土壌型	BD (d)	BD (d)
傾斜	中	中
前生樹	明治42年スギ、ヒノキ新植	明治42年スギ、ヒノキ新植
伐採	昭和46年皆伐	昭和48年皆伐
新植	昭和48年3月	昭和49年3月
現林齢	51年生	50年生

昭和47年度、大苗の疎植による「地拵、植付、下刈工程の省力化の検討」のために設置された試験地（昭和56年度に試験終了）。

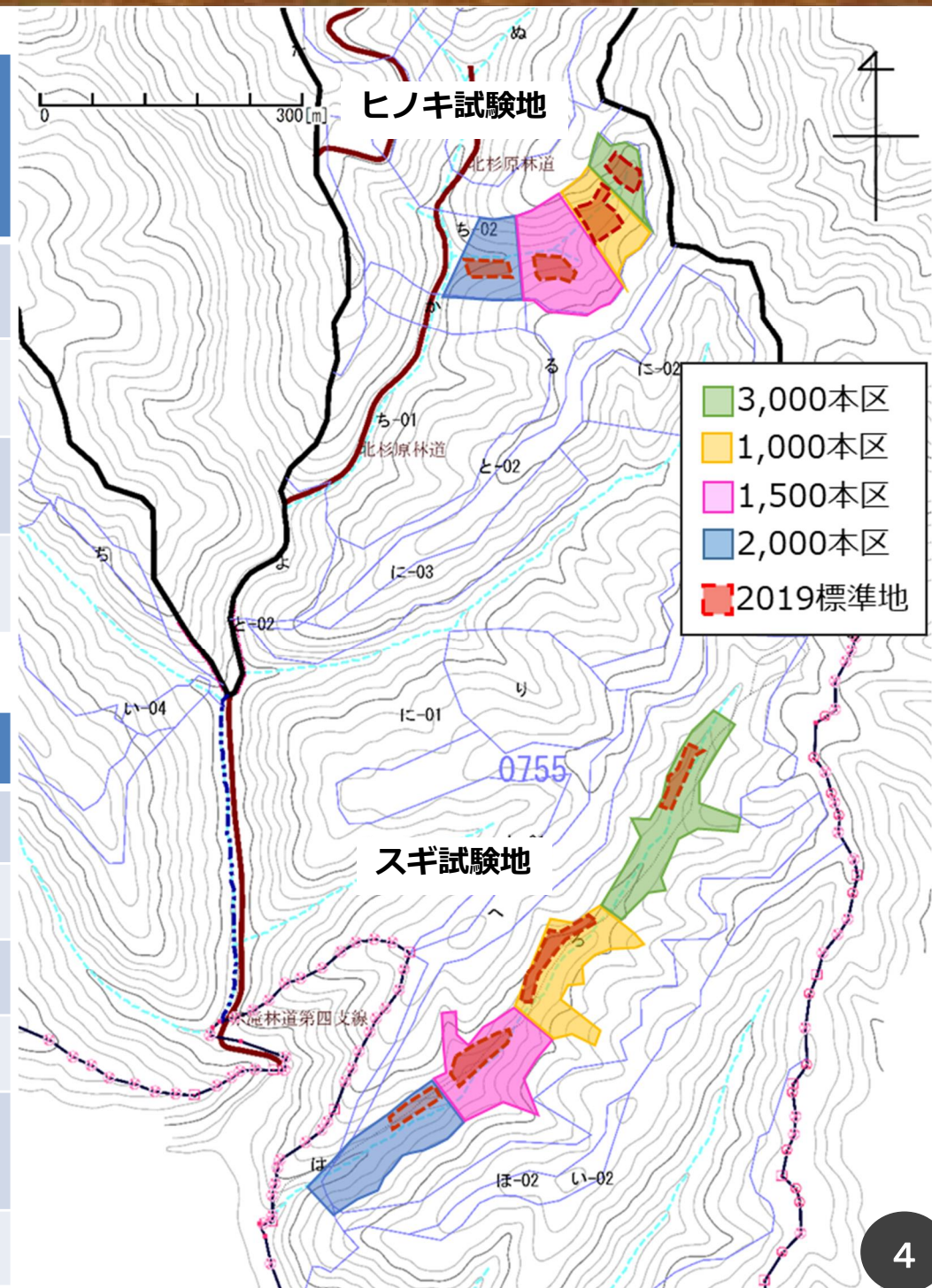
(1)試験地概要

ウ 試験区

植栽本 数密度 (本/ha)	植栽間隔 (m)	スギ 試験区 (ha)	ヒノキ 試験区 (ha)
1,000	3.3	0.80	0.58
1,500	2.5	0.83	0.90
2,000	2.2	0.85	0.62
3,000	1.8	0.77	0.28

エ 施業履歴

	スギ	ヒノキ
下刈	4回	5回
つる切	12回	3回
枝打	—	1回
除伐	2回	3回
保育間伐	H10(千本区除く) 材積率20%	H11(千本区除く) 材積率20%
列状間伐	H26、1伐3残	H26、1伐3残



(2) 令和5年度の実施報告

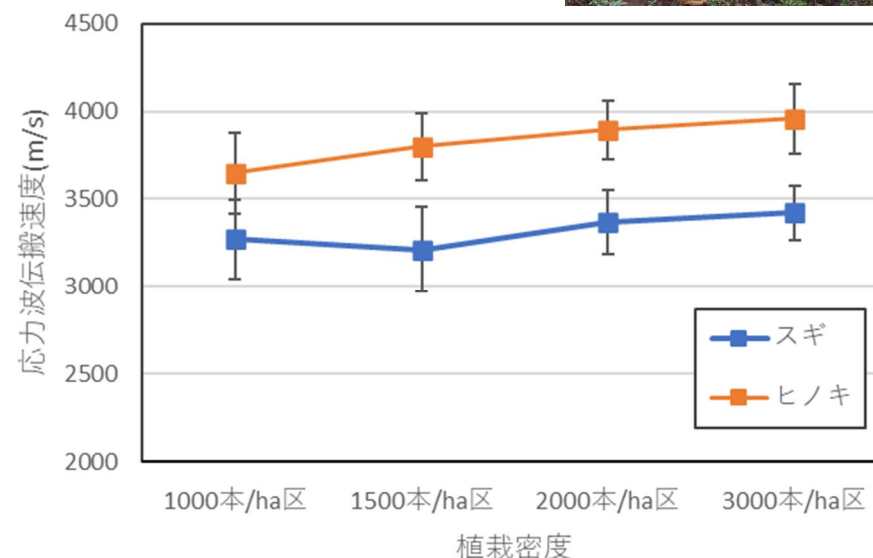
ア FAKOPP調査（広島県林業技術センター）

1 調査方法

- 各試験区の中で胸高直径が平均値に近いもの20本ずつ合計160本を応力波速度測定器（FAKOPP）により測定。

2 調査結果

- ヒノキの方がスギより応力波伝搬速度が速い結果
- 植栽密度が低くなるほど応力波伝搬速度が低くなる傾向（相対的に強度が低くなる傾向）
- この結果は、過去に局で実施したFAKOPP調査と同様の結果（H27森林・林業交流研究発表会で発表）。



イ 材質調査のための試験木伐採

- ・ スギ、ヒノキ毎に、1,000本区、1,500本区、2,000本区、3,000本区からそれぞれ3本伐採（FAKOPP調査数値で平均値に近い木を選木）
- ・ 伐採木からヤング係数測定用と節確認用の丸太、含水率と樹幹解析用の円盤を採取
- ・ 広島県林業技術センターでの丸太の縦振動法による動的ヤング係数の測定（取りまとめ中）

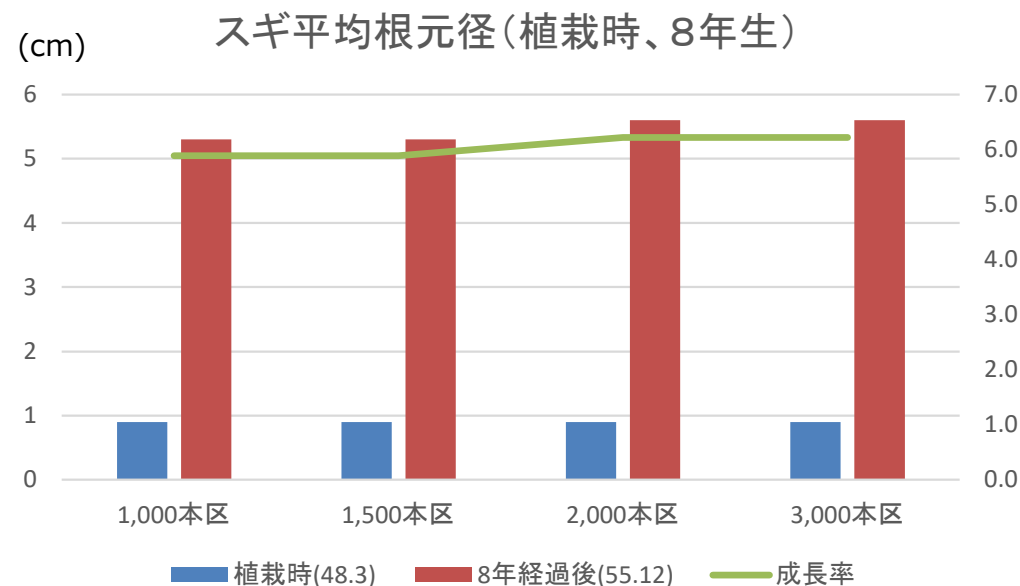
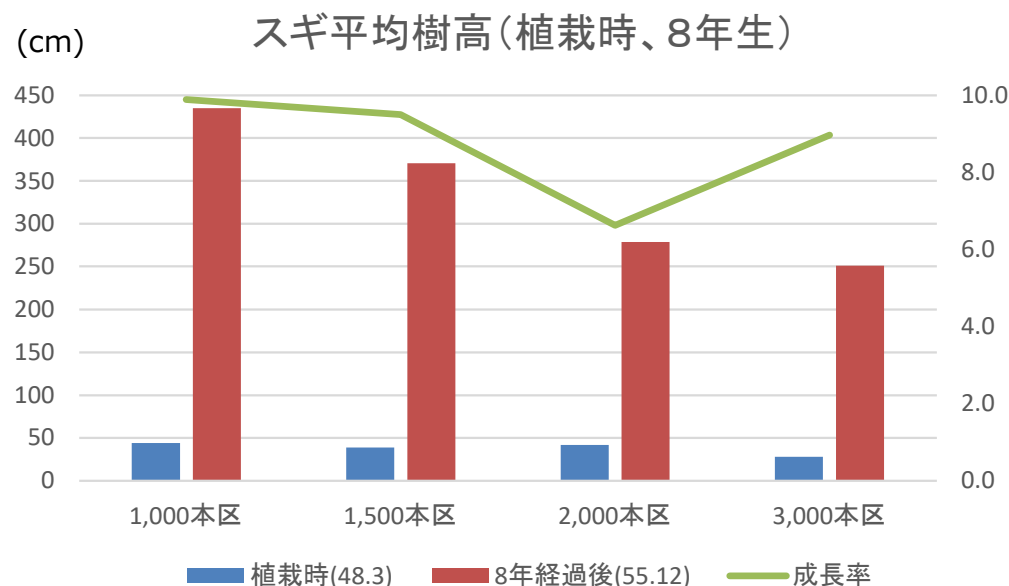


(参考) これまでの調査結果

1 初期成長

ア スギ

- 樹高は、2,000本区の成長が低位、1,000本区が良い傾向。
- 根元径は、2,000本区と3,000本区の成長が少し良いが、ほとんど変わらない傾向。

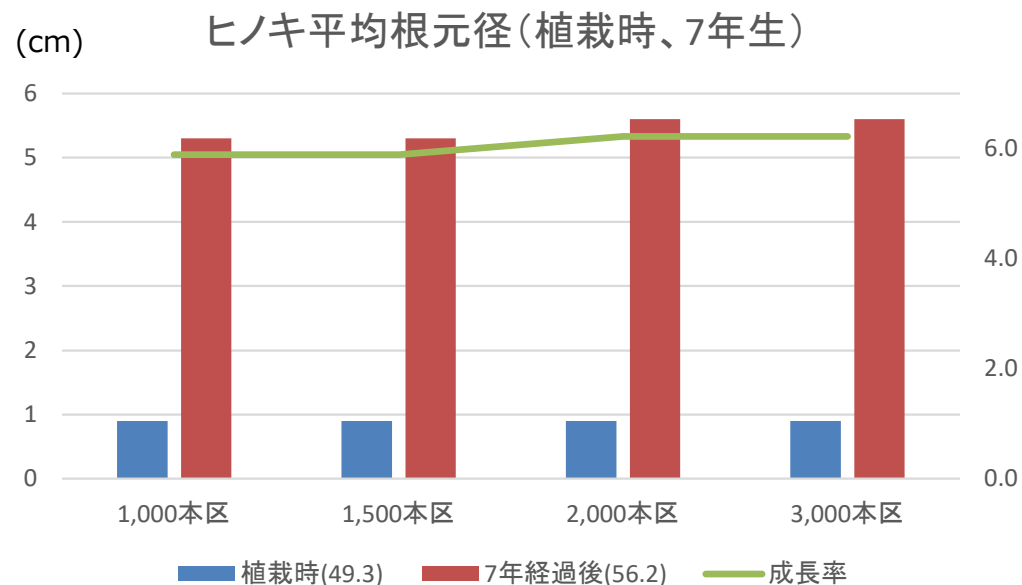
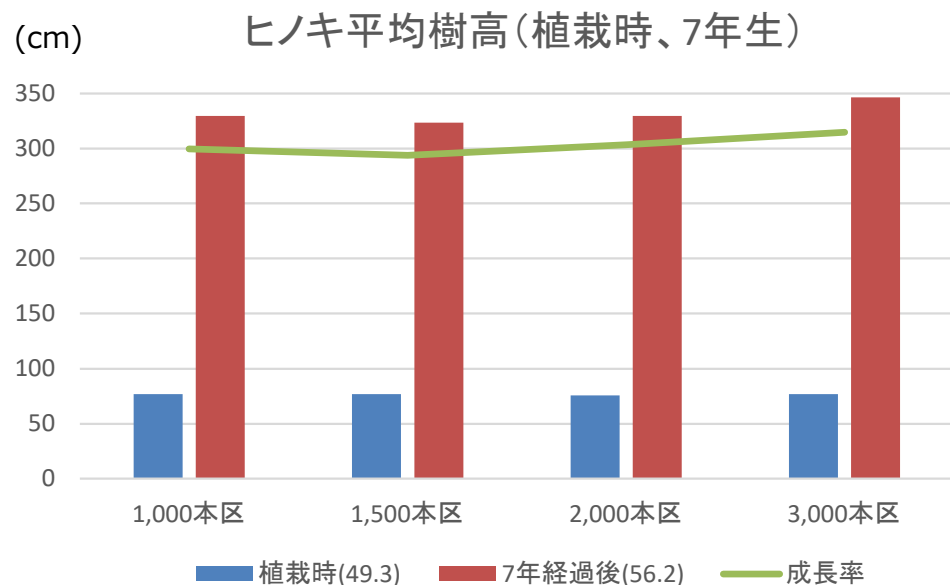


※ 3,000本区は28cmの普通苗、
それ以外は39~44cmの苗を植栽

1 初期成長

イ ヒノキ

- 樹高は、3,000本区の成長が少し良いが、ほとんど変わらない傾向。
- 根元径は、2,000本区と3,000本区の成長が少し良いが、ほとんど変わらない傾向。



※ 全ての植栽区で76～77cmの苗を植栽

2 直近（令和元年度時点）の林分状況

スギ：49年生時
ヒノキ：48年生時

<スギ>

1,000本区



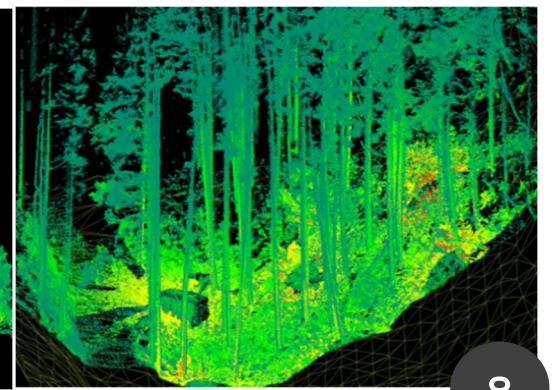
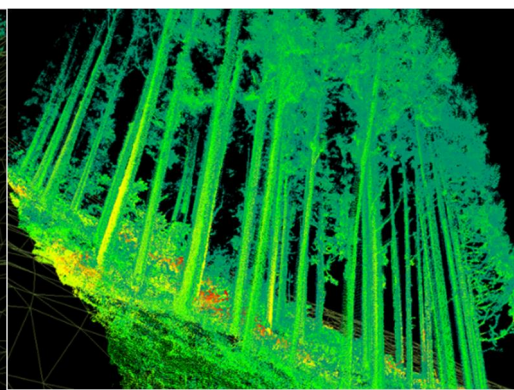
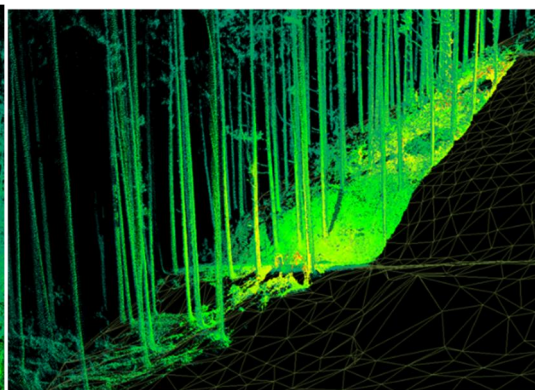
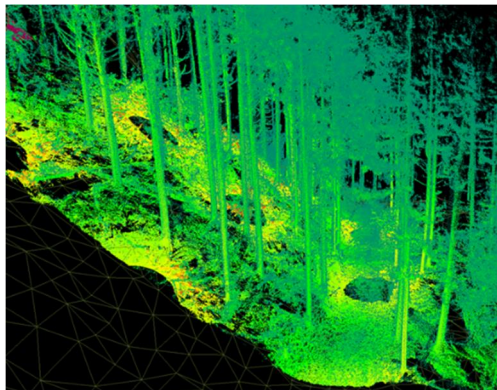
1,500本区



2,000本区



3,000本区



2 直近（令和元年度時点）の林分状況

<ヒノキ>

1,000本区



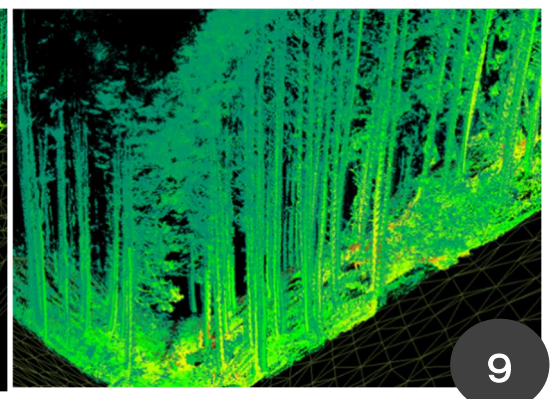
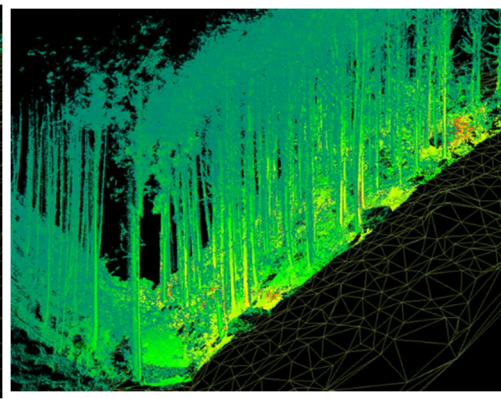
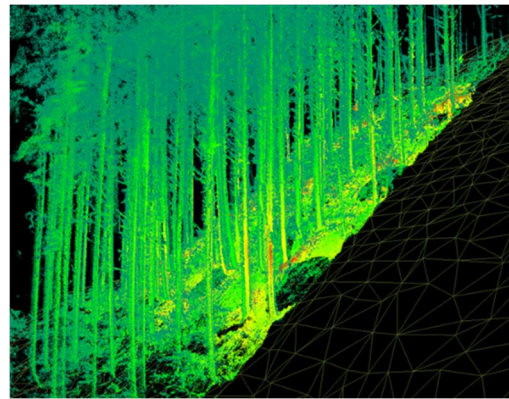
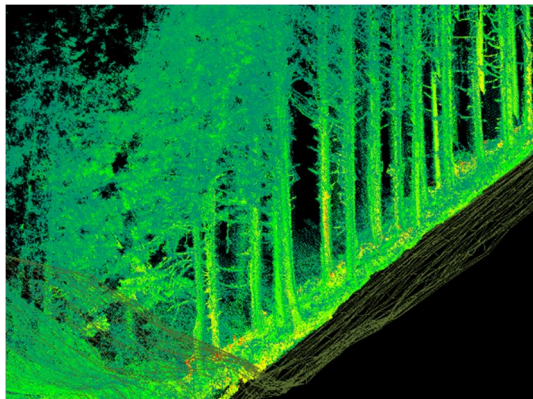
1,500本区



2,000本区

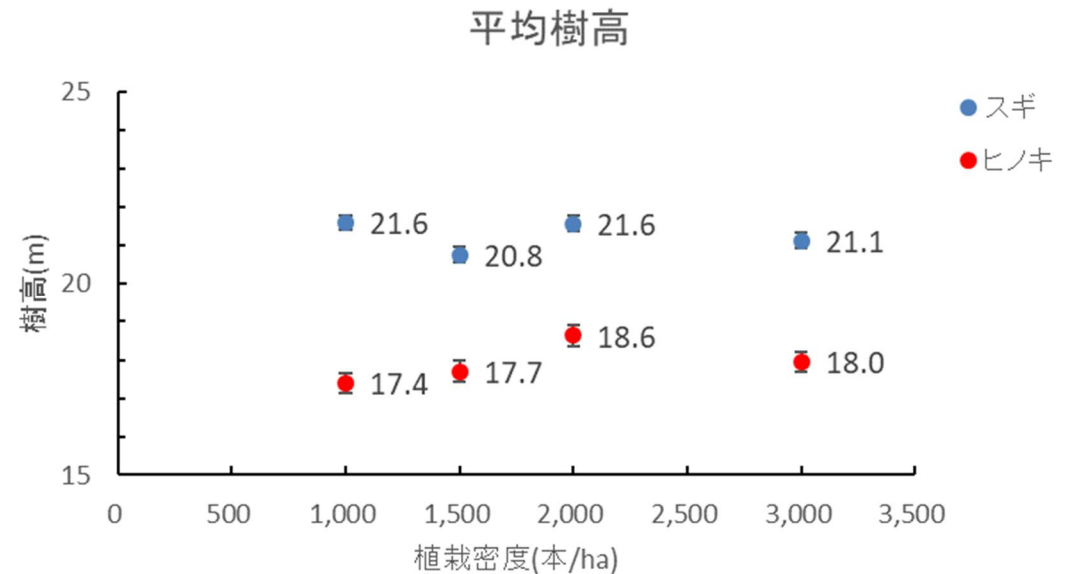
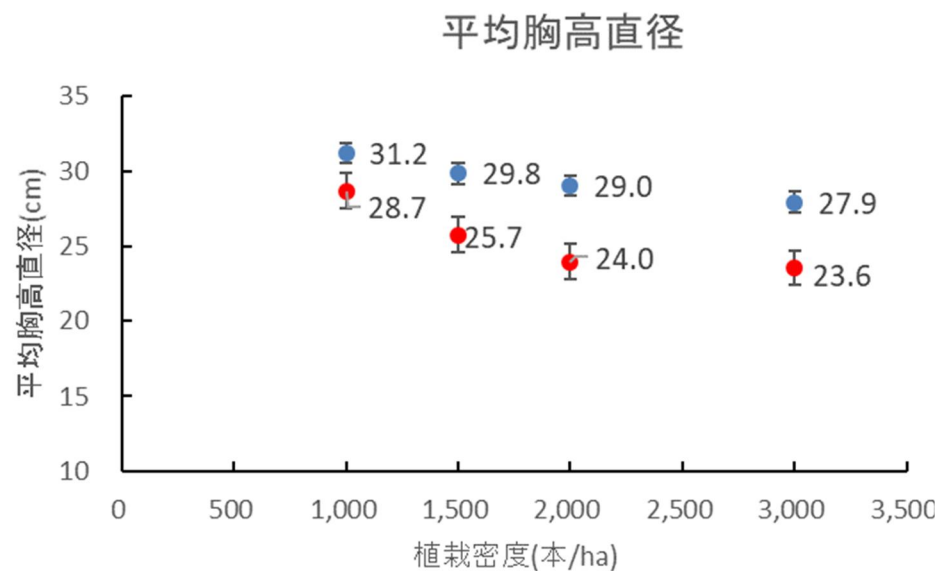


3,000本区



2 直近（令和元年度時点）の林分状況

- ①平均胸高直径：植栽密度が大きくなるにつれて、小さくなる傾向。
- ②平均樹高：いずれの試験区でも、1等地(スギ19.7m以上、ヒノキ16.3m以上)に該当。ヒノキで試験区間に差あり。



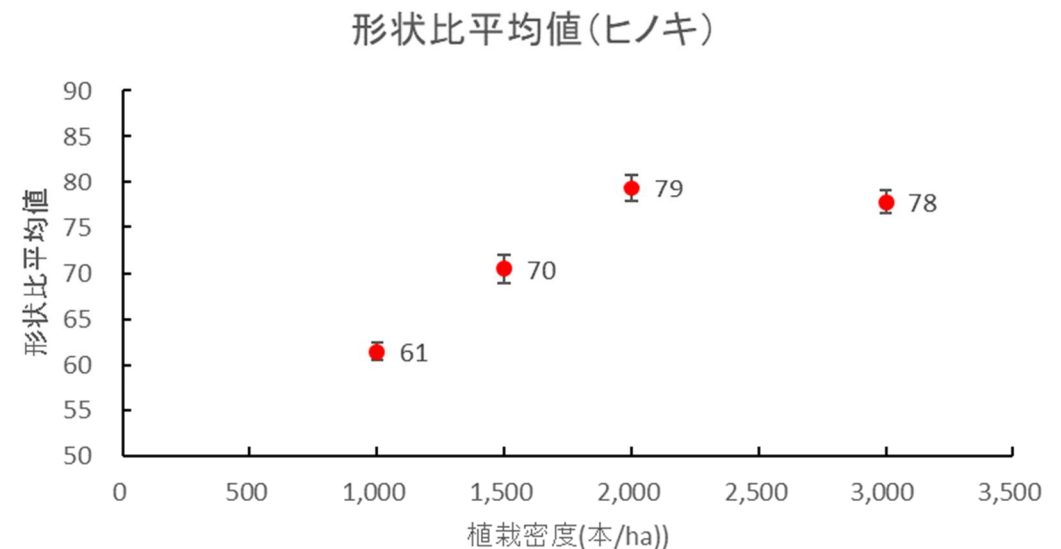
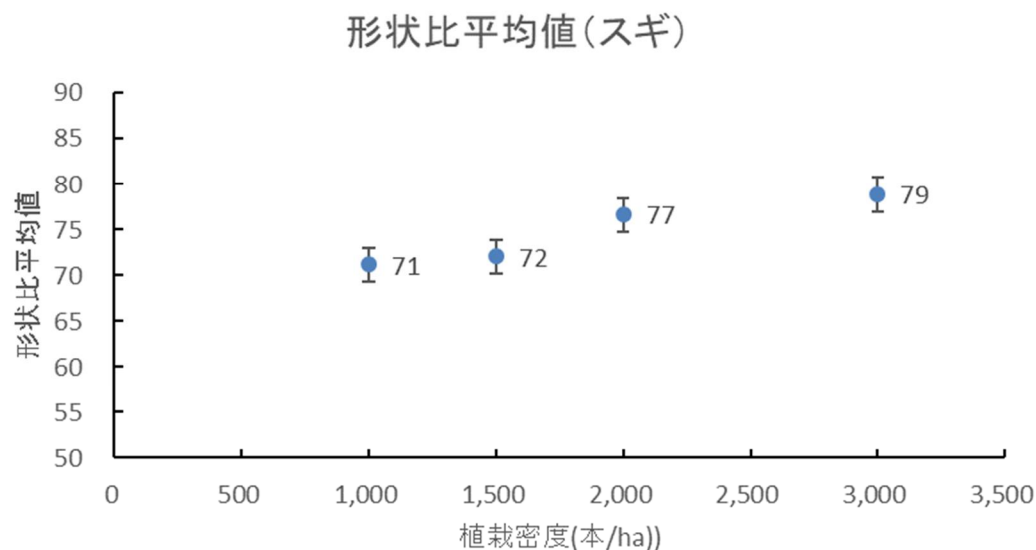
Tukey-Kramer法による多重比較				
	平均胸高直径		平均樹高	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
1,000本区	a	a	a	b
1,500本区	a	b	a	ab
2,000本区	a	b	a	a
3,000本区	a	b	a	ab

※異なる樹種での異なるアルファベットは、試験区間の平均値に有意差（5%水準）があることを示す。

- ①平均胸高直径
スギ：有意差なし
ヒノキ：1,000本区とそれ以外の試験区間との間で有意差あり
- ②平均樹高
スギ：有意差なし
ヒノキ：1,000本区と2,000本区との間で有意差あり

2 直近（令和元年度時点）の林分状況

③形状比の平均値：スギ、ヒノキいずれの試験区でも植栽密度が大きくなるにつれて、大きくなる傾向。
2,000本区及び3,000本区では、80近い値。



Tukey-Kramer法による多重比較

	形状比平均	
	スギ	ヒノキ
1,000本区	b	c
1,500本区	b	b
2,000本区	ab	a
3,000本区	a	a

③形状比の平均値

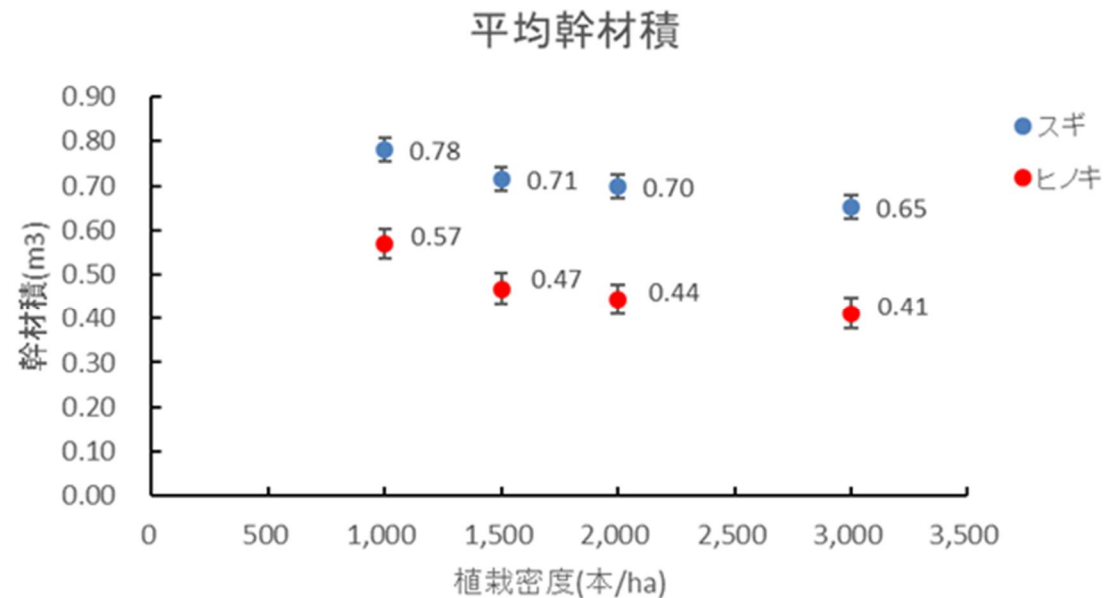
スギ：3,000本区と1,000本区及び1,500本区との間で、
有意差あり

ヒノキ：2,000本区と3,000本区との間以外で有意差あり

※異なる樹種での異なるアルファベットは、試験区間の平均値に有意差（5%水準）があることを示す。

2 直近（令和元年度時点）の林分状況

④平均幹材積：スギ、ヒノキいずれの試験区でも植栽密度が大きくなるにつれて、小さくなる傾向。



Tukey-Kramer法による多重比較

	平均幹材積	
	スギ	ヒノキ
1,000本区	a	a
1,500本区	a	b
2,000本区	a	b
3,000本区	a	b

④平均幹材積

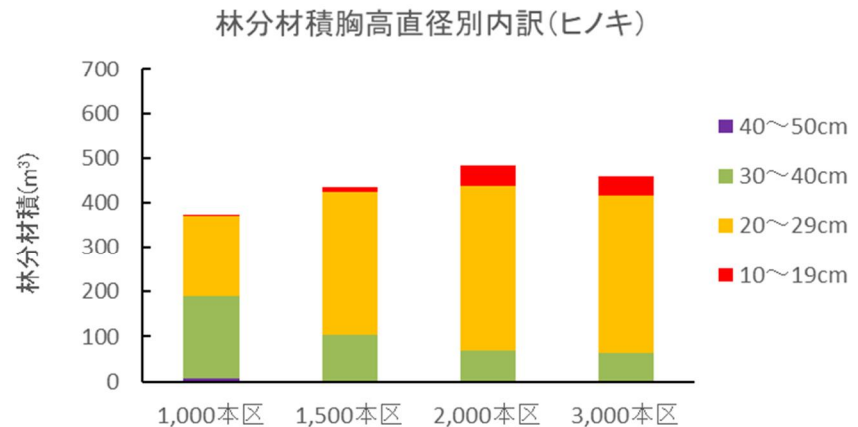
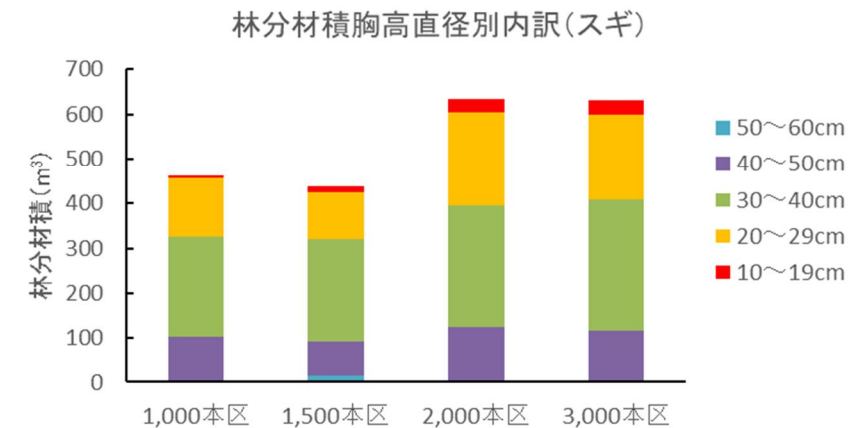
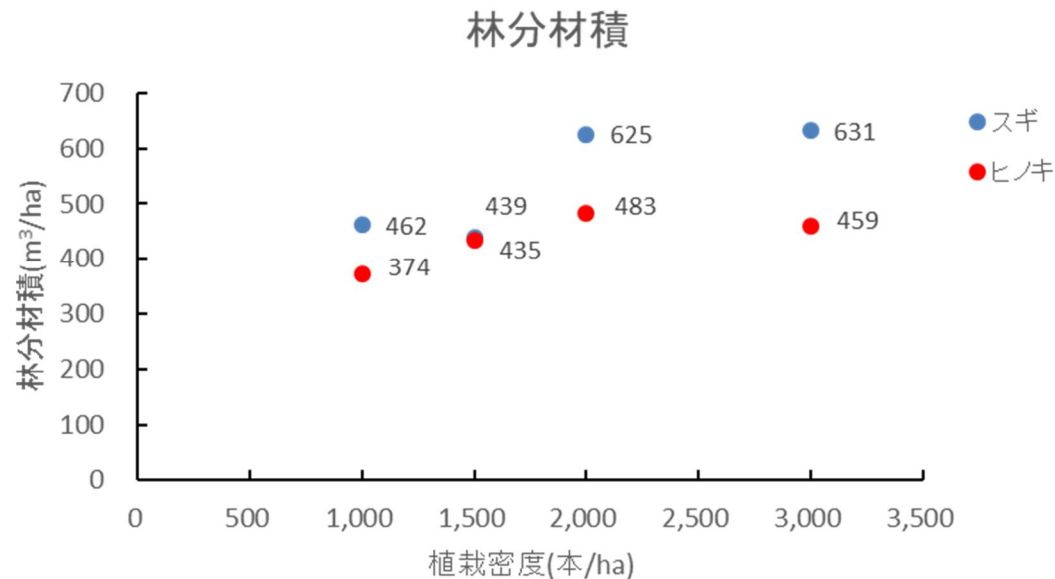
スギ：有意差なし

ヒノキ：1,000本区とそれ以外の区との間で有意差あり

※異なる樹種での異なるアルファベットは、試験区間の平均値に有意差（5%水準）があることを示す。

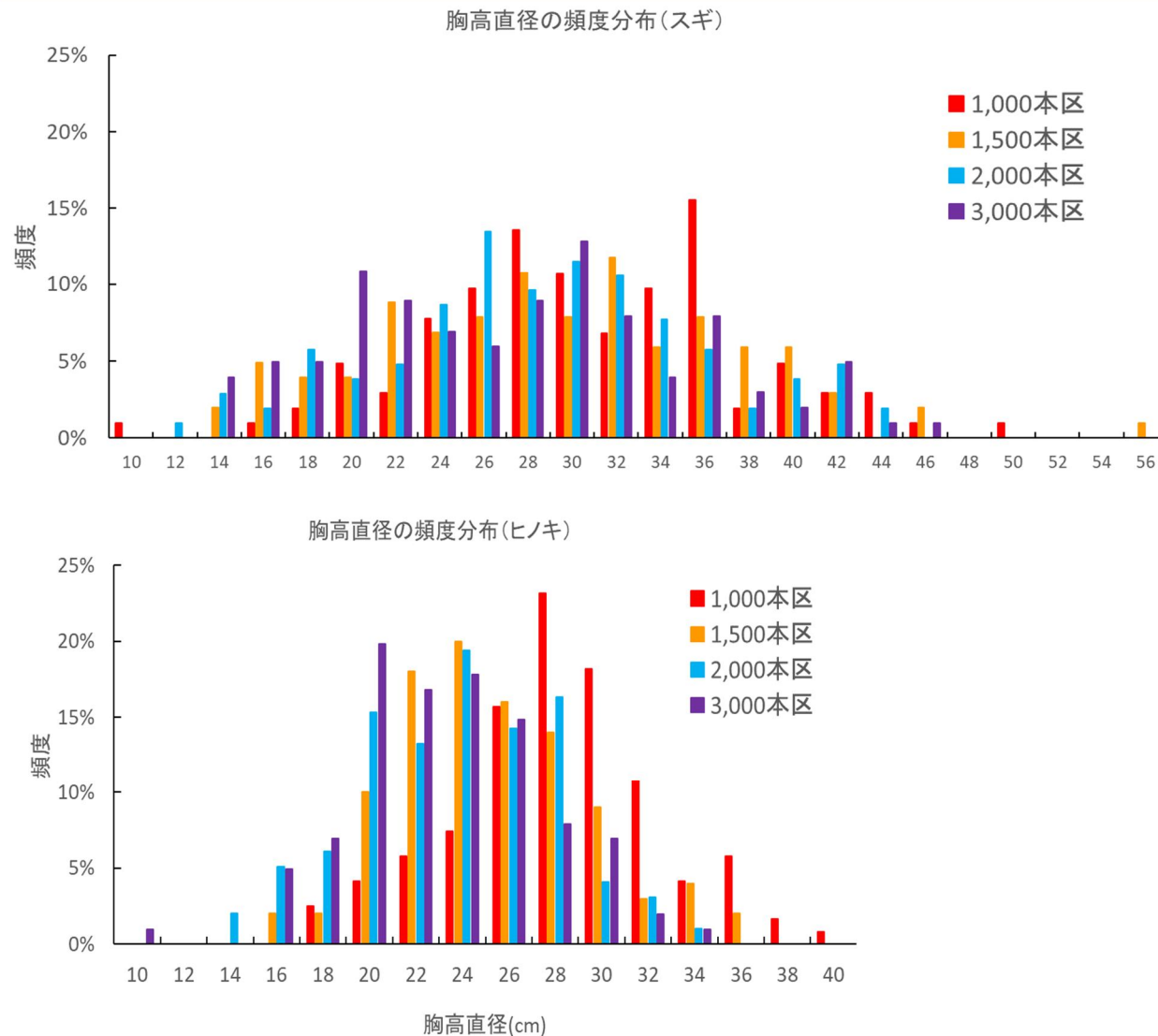
2 直近（令和元年度時点）の林分状況

- ⑤ 林分材積：スギでは、3,000本区及び2,000本区が、1,500本区及び1,000本区に比べて大きい。ヒノキでも同様の傾向だが差は小。胸高直径別の内訳について、スギでは、30cm上の材積は試験区間の差が小。ヒノキでは、1,000本区で30cm上の材積が大きい、20cm上での差は小さい。



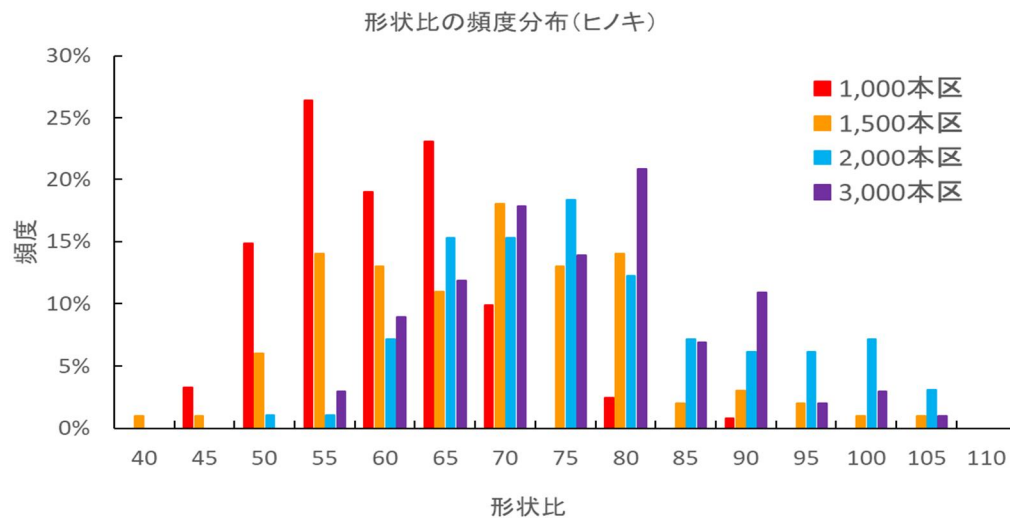
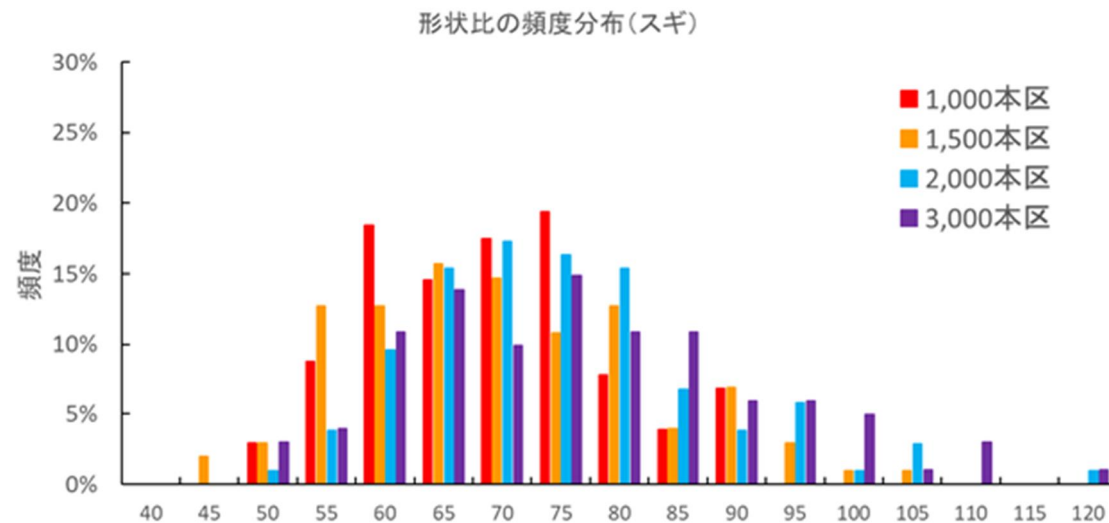
2 直近（令和元年度時点）の林分状況

⑥胸高直径の分布：1,000本区が、他の試験区に比べて頻度のピークとなる直径が大きい。特にヒノキでその傾向が大きい。



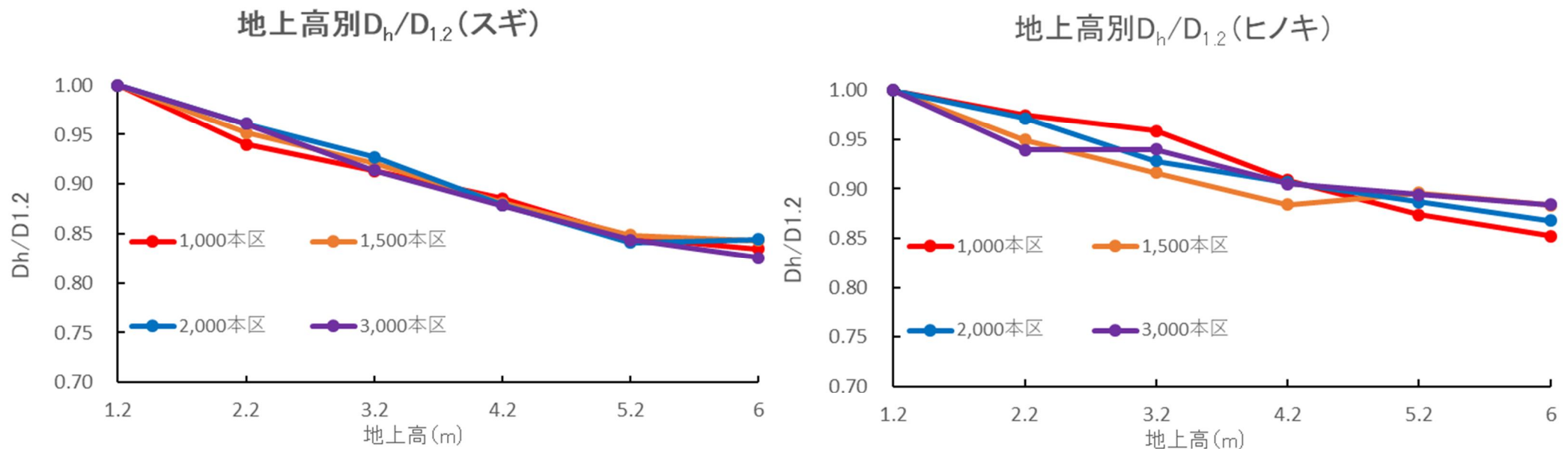
2 直近（令和元年度時点）の林分状況

⑦形状比の分布：1,000本区及び1,500本区では70以下の個体が多いのに対し、2,000本区及び3,000本区では70以上の個体が多い。特に3,000本区では80以上の個体が多い。



2 直近（令和元年度時点）の林分状況

- ⑧幹の細り：地上高6.0mまでの解析では、有意な差は認められない。
※過去に行った樹幹解析では、ヒノキにおいて、6.2mより上部で、1,000本区とそれ以外の試験区で有意差あり



(参考)

平成26年度樹幹解析
(ヒノキ)

※1,500本/haより本数が多い試験区では幹の細りに差はない

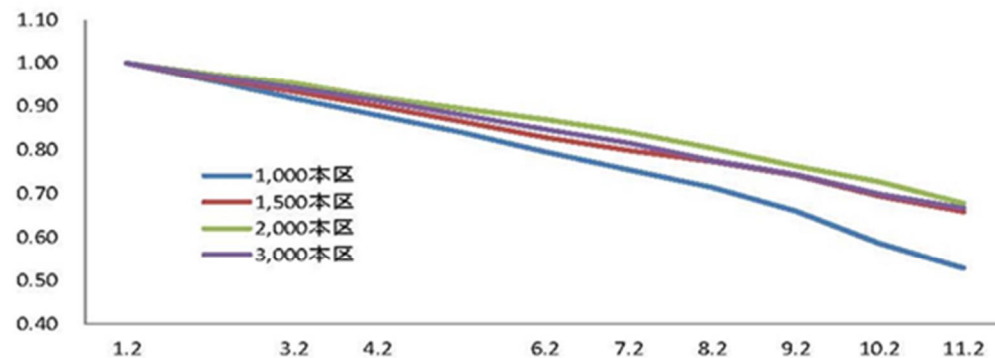


図-5. 地上高別 $D_h/D_{1.2}$ の平均
(1.2m部の直径を1とした相対上部直径)

3 立木評価結果

スギの試算

区部 (本区)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	本数/ha	材積/ha	品質割合(%)			評価 価格 (千円)
					正常	曲材	低質材	
1,000	30	22	587	464	88	6	6	2,150
1,500	30	21	612	458	81	6	13	2,033
2,000	30	22	900	635	94	1	5	2,963
3,000	28	21	971	635	77	15	8	2,335

ヒノキの試算

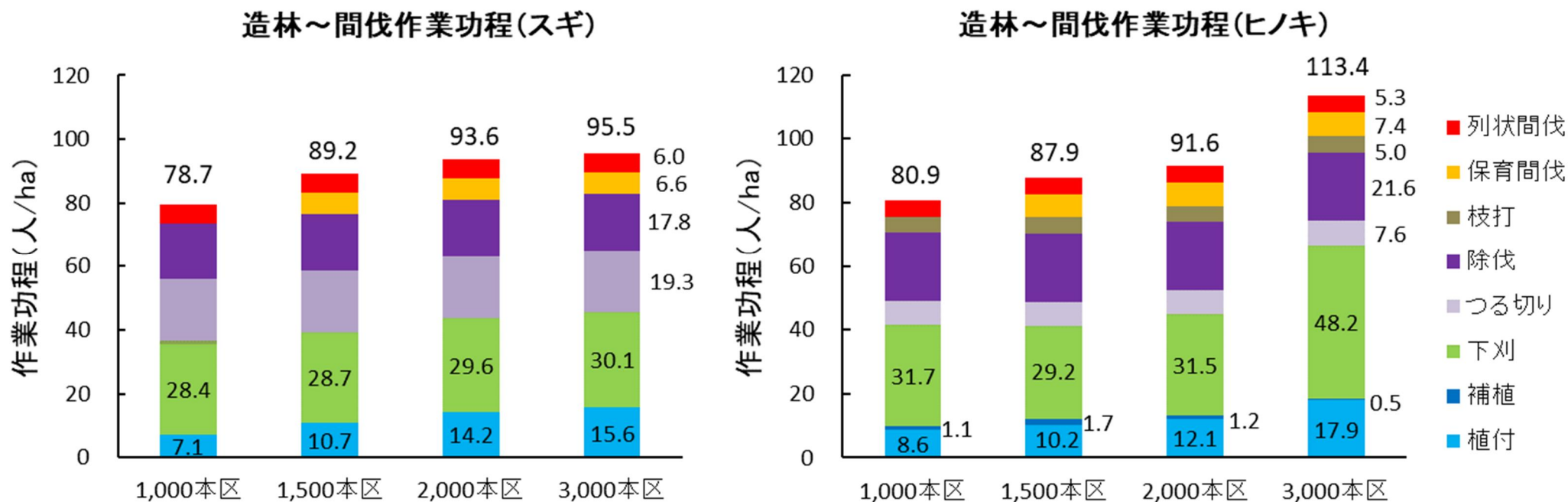
区部 (本区)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	本数/ha	材積/ha	品質割合(%)			評価 価格 (千円)
					正常	曲材	低質材	
1,000	28	17	655	377	77	15	8	4,242
1,500	26	18	933	440	71	23	6	3,936
2,000	24	19	1,086	491	69	30	1	4,120
3,000	24	18	1,114	468	94	3	3	4,239

※令和元年度の標準地調査結果をもとに3haで試算。令和4年11月1日時点の市況率を適用。両林分とも新元重山国有林の同じ場所にあるとの前提で搬出条件（車両系）も同じものとして試算。

4 作業工程

作業工程の比較

- 下刈までの工程は、植栽本数が少なくなるほど小さくなる傾向。
- これに苗木代を加えると、さらに植栽本数による造林コストの差は大きい。

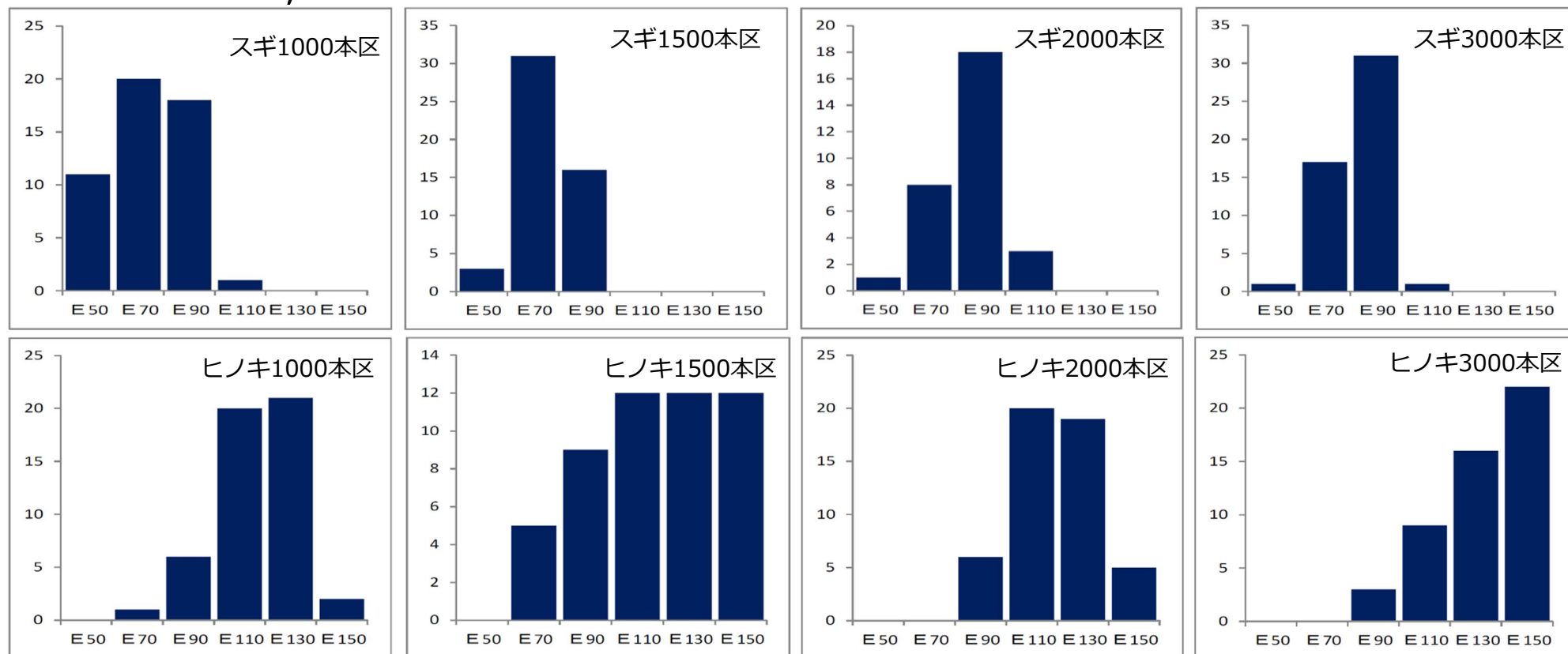


※つる切り以降については、試験区毎の工程調査を行っていないため、
小班全体の人工数を面積で割って算出した参考値である。

5 材質

応力波伝播速度調査結果（ヤング係数推計）

- スギについては、1,500本区以上では、E70を上回るものがほとんど。1,000本区でもE70以上が78%。
- ヒノキについては、1,500本区では、E90よりも低い値を示すものが10%あったが、1,000本区を含めて、E90を上回るものがほとんど。



（平成27年度森林・林業交流研究発表会発表）

- 今後、広島県立総合技術研究所林業技術センターと連携して、試験伐採を行い、ヤング係数、節の状況、含水率等を測定、結果を公表予定。

6 これまでの成果のまとめ

- (1) 初期成長で差がある場合があるが、30年生、50年生になれば差は縮小する傾向。
- (2) 植栽本数が少ない方が初期成長が早いということはない。
- (3) 約50年生時点では、植栽本数が少なくなるほど胸高直径は大きくなる傾向。
- (4) スギとヒノキともに、2,000本/ha以下の植栽密度であっても問題なく成林。
- (5) 下刈までの工期は、植栽本数が少なくなるほど小さくなる傾向。
- (6) 立木段階の強度推計では、植栽本数密度により強度的に問題となるような差はない。