

技 術 開 発 完 了 報 告

課 題	4 耐陰性スギ・ヒノキによる複層林の造成					開発期間	平成 11 年度～平成 18 年度			
開発箇所	(技術開発推進特定区域内) 嶺北森林管理署 奥南川山 272 た林小班	担当部署	森林技術センター	共同研究 機 関	(独)林木育種センター 関西育種場	技術開発 目 標	1	特定区域 内 外	○	
開発目的 (数値目標)	(1) 複層林施業を推進するために、耐陰性品種として選抜されたスギ、ヒノキ苗を樹下植栽し、その成長状況を検証する。 (2) 将来展示林として活用する。									
実施経過	平成 11 年度 (1) 試験地の設定調査 (2) 林木育種センター関西育種場との調整 (3) 種子の採取 平成 12 年度 (1) 試験地の設定 奥南川山 272 た林小班内に面積 2.51ha を点状複層林とする。伐倒木を H 型集材方法により 234 m ³ を搬出 (2) 相対照度調査 平成 13 年度 (1) 相対照度調査 (2) 点状複層林内に耐陰性スギ・ヒノキを植栽する試験地(30m × 30m) を 2 箇所設定し、スギさし木苗 19 クローンと対照木計 268 本、ヒノキ実生苗 12 家系と対照木計 259 本を植栽する。 平成 14 年度 (1) 相対照度調査 (2) 成長調査				平成 15 年度 (1) 相対照度調査 (2) 成長調査 ※共同研究機関である(独)林木育種センター関西育種場が日本森林学会で発表。 平成 16 年度 (1) 相対照度調査 (2) 成長調査 ※四国森林管理局主催の「四国森林・林業研究発表会」において特別発表 平成 17 年度 (1) 相対照度調査 (2) 成長調査 平成 18 年度 (1) 相対照度調査 (2) 成長調査					

開発成果等

平成 12 年度点状伐採した複層林内に、平成 13 年度に耐陰性スギ、ヒノキの試験地 (30m × 30m) を設定した。スギについては、21 クロウン 268 本 (人工被陰試験で選抜した耐陰性候補 19 クロウン及び対照 2 クロウン) を単樹混交植栽した。(図-1)

ヒノキについては、15 家系 263 本 (人工被陰試験で選抜した耐陰性候補 12 家系と対照 3 家系) を植栽した。(図-2)

以下、クロウン及び家系を合わせて系統と記す。

調査は、樹高及び根元径について全植栽木を対象に行い、先折れや獣の食害がある場合には、併せて記録した。この調査を、植え付け時及び 1 ~ 5 年次について行った (表-1)。生存率データについては、候補系統及び対照系統の別にとりまとめ、Fisher の正確確率検定を行った。樹高、根元径、樹高成長率及び根元径成長率については、統計解析パッケージソフト SAS を用いて、分散分析を行うとともに、最小二乗平均値 (LSMEAN) を算出した (以下、特別な表記をしない限り、樹高、根元径、樹高成長率及び根元径成長率については、LSMEAN を示す)。

なお、この解析に当たっては、先折れ、獣害の経歴のある個体のデータは、すべて削除した。加えて、斜面上部と下部の環境の差を加味した LSMEAN を得るために、植栽木につけたラベルの色をもとに、反復を分けた (図-1、図-2)。

その他、樹下植栽木における光環境を測定するために、スギ林、ヒノキ林、林外 (新植地) で有効光量子束密度の測定をおこない、相対有効光量子束密度を算出した。なお、有効光量子束密度は、同じ光源であれば、照度と相関があるといわれる指標で、樹木生理の分野では、もっとも一般的な光環境の尺度である。

年平均の相対有効光量子束密度は、スギ林で 0.3~0.5、ヒノキ林で 0.2~0.3 で、年次変動に傾向はなかった (表-2)。

生存率 (植栽時に対する、5 年次の生存率) は、スギ候補系統、スギ対照系統、ヒノキ候補系統及びヒノキ対照系統で、88%、82%、85% 及び 88% となり、スギ、ヒノキとも、候補系統と対照系統との間に差は認められなかった (Fisher の正確確率検定; スギ $p=0.84$ 、ヒノキ $p=0.38$; 表-1)。

5 年次の樹高及び根元径において、スギでは、候補系統は対照系統を上回った。

一方、ヒノキでは、候補系統が対照系統を下回った (候補系統樹高&候補系統根元径、対照系統樹高&対照系統根元径の順に、スギ: 183cm&2.8cm、108cm&1.7cm; ヒノキ: 169cm&2.1cm、218cm&2.8cm)。いずれの形質も、系統間差が認められた (2元分散分析、 $p<0.05$; 表-4)。そこで、系統ごとに注目すると、スギ樹高、スギ根元径、ヒノキ樹高及びヒノキ根元径のいずれにおいても、植栽時に大きい系統ほど、5 年次でも大きい傾向が認められた (ピアソンの積率相関係数; それぞれ $r=0.77$ 、 $r=0.85$ 、 $r=0.88$ 、 $r=0.94$; 図-3)。

この結果から、植栽時のサイズの影響については、樹下植栽木の成長や複層林施業における耐陰性候補木の有効性を評価する上で注意を払う必要がある。

植栽時の大きさを考慮して系統間差を解析するために、測定個体ごとに樹高及び根元径における成長率 (植栽時の値に対する 5 年次の値の割合) を算出したところ、スギ、ヒノキとも、樹高及び根元径において、候補系統が対照系統を上回った (候補系統樹高&候補系統根元径、対照系統樹高&対照系統根元径の順に、スギ: 357%&338%、249%&261%; ヒノキ: 518%&409%、249%&261%)。

分散分析において、スギ及びヒノキの樹高で系統間差のみが認められた (2元分散分析、 $p<0.05$; 表-5)。

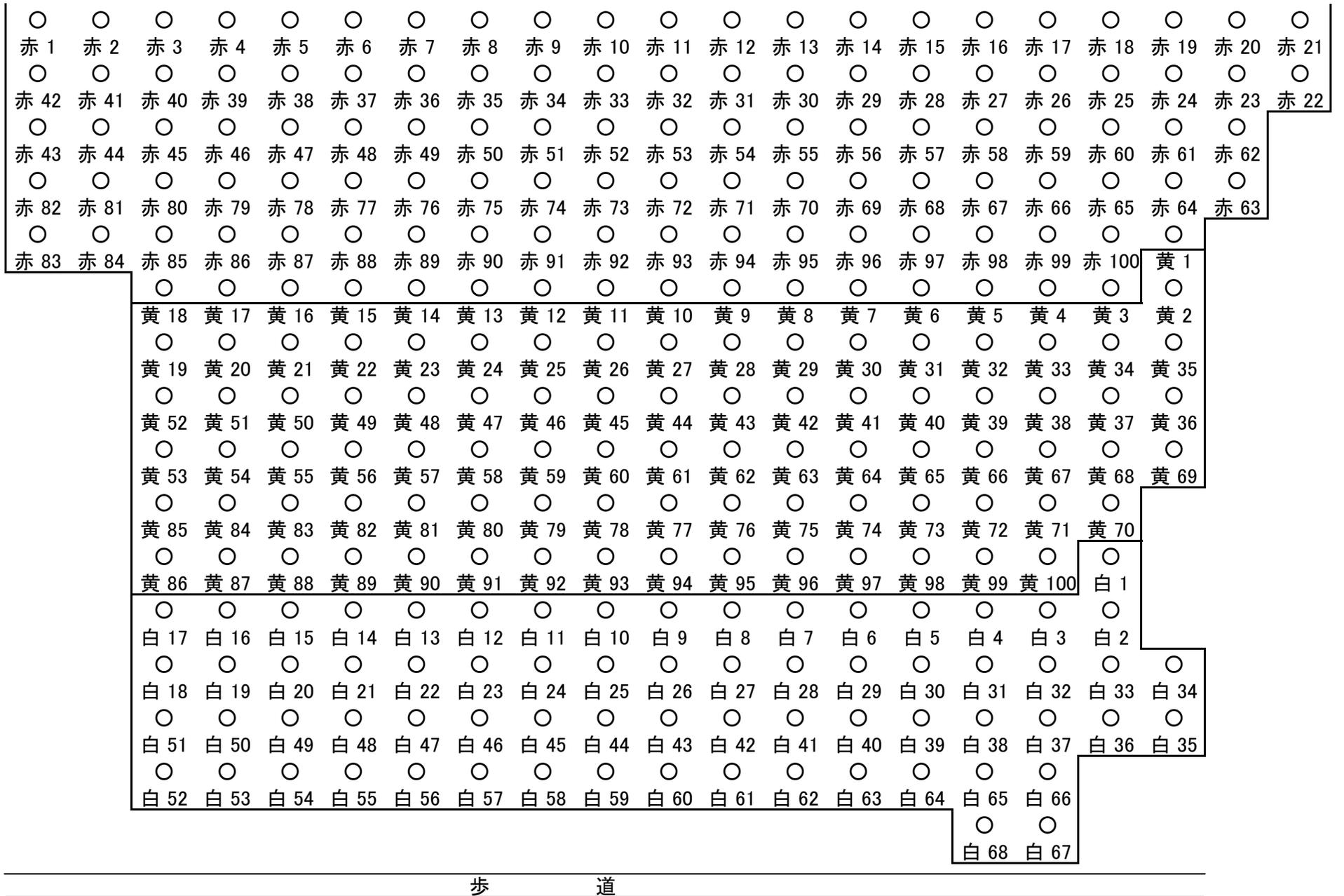
根元径では、スギにおいて系統間差、反復間差、試験誤差が認められ、ヒノキにおいてはいずれの要因にも差が認められなかった (2元分散分析、 $p<0.05$; 表-5)。

この結果から、系統間差が有効なのは樹高の成長率のみであった。系統ごとの樹高成長率に着目すると、ヒノキにおける大原 1 号をのぞき、スギ及びヒノキの候補系統が対照を上回った (図-4)。結論には時期尚早ではあるが、これらの結果から、人工被陰試験による耐陰性候補木の選定は、樹下植栽に適する系統の選定として有効であると推測される。

なお、ヒノキでは、5 年次の樹高、根元径とも、候補系統が対照系統を下回るが、両形質の成長率は、候補系統が対照系統を上回る。このことから、今後、スギだけではなくヒノキについても、候補系統の両形質が対照系統を上回る可能性がある。

暫定的結果ではあるが、耐陰性選抜における効果が認められた。

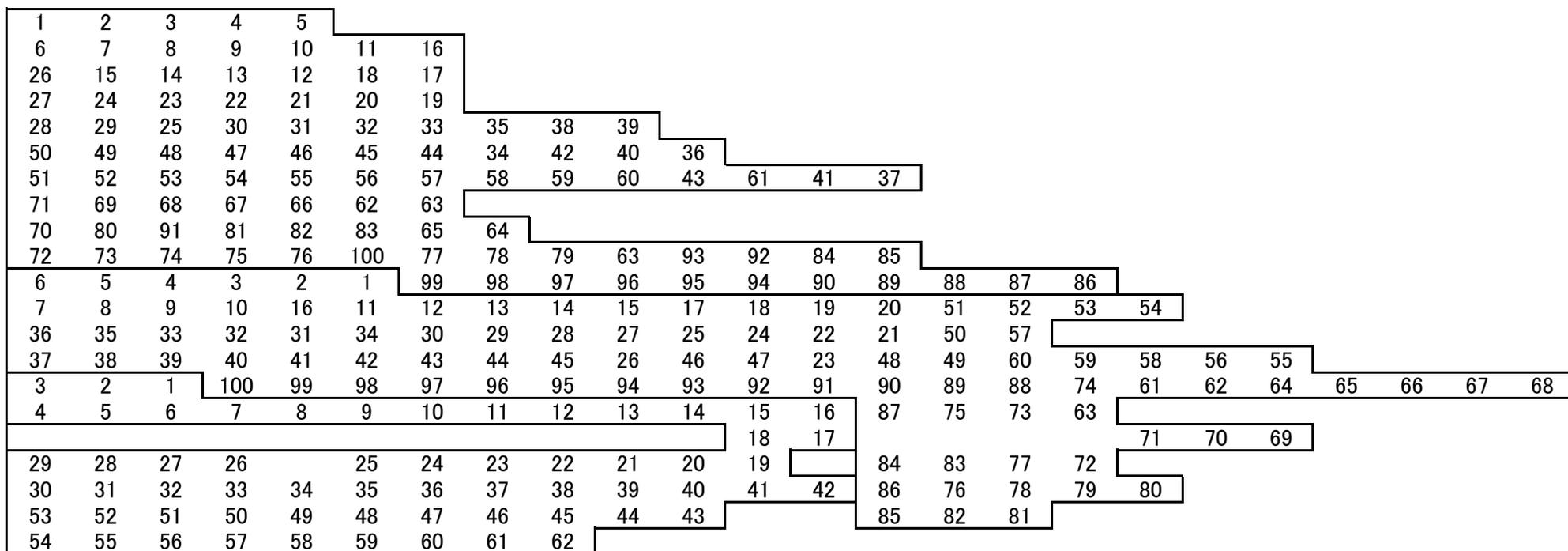
※本課題は終了となるが、今後、上木伐採までの成長の推移を観察する必要がある。



歩 道

植栽年月日 H14. 3. 12 植栽本数 268本

図-1 スギ樹下植栽試験地



歩 道

図-2 ヒノキ樹下植栽

ヒノキ263本
H14. 3. 12 植付

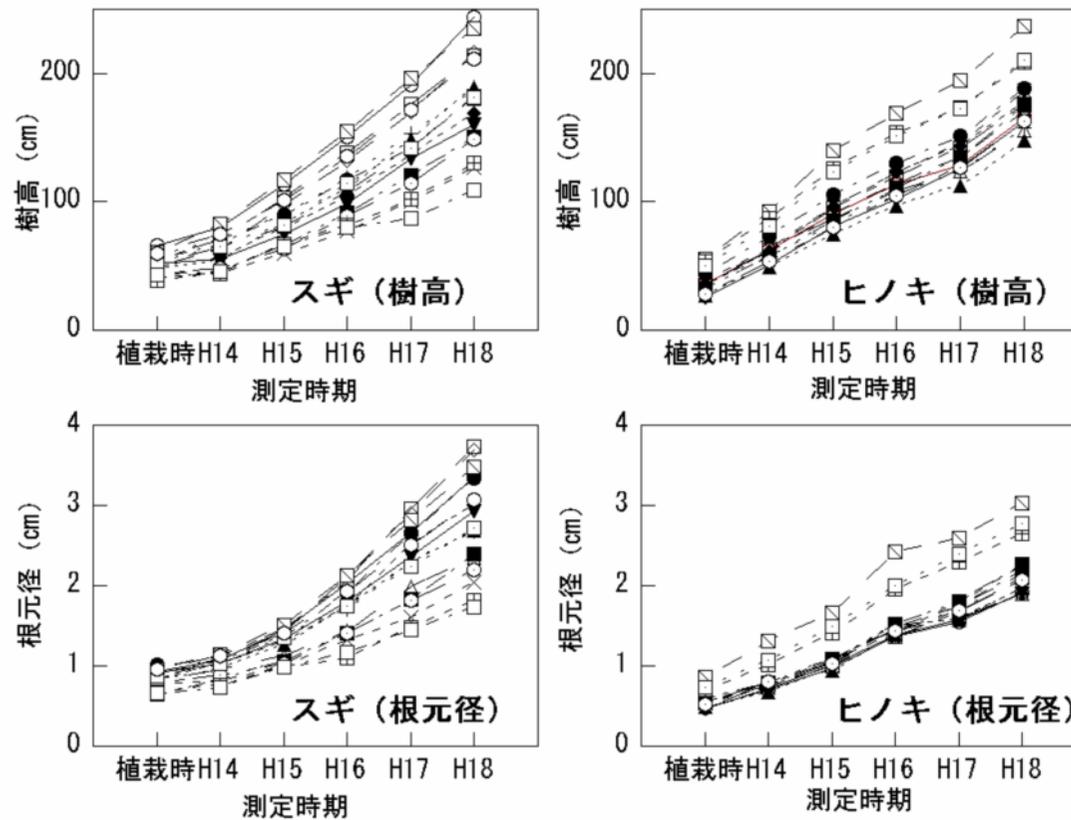
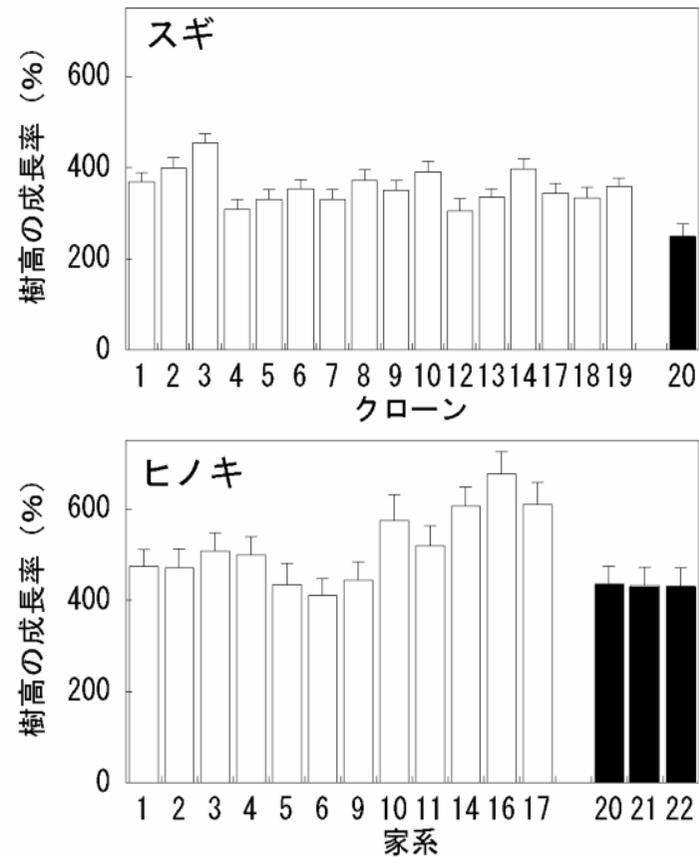


図-3 樹下植栽されたスギ・ヒノキの樹高および根元径の推移.

データは、各年次ごとに算出された系統ごとの最小二乗平均値 (LSMEAN)。同一グラフ内において、異なるマーカーが異なる系統を示す。植栽時の測定値が大きいものほど、5年次の測定値が大きい (スギ樹高, $r=0.77$; スギ根元径, $r=0.85$; ヒノキ樹高, $r=0.88$; ヒノキ根元径, $r=0.94$; いずれも $p<0.005$)。



図ー4 5年次における樹下植栽木の樹高の成長率.

成長率は、植栽時（平成14年4月）の樹高に対する、5年次の樹高（平成18年10月）の割合から算出したLSMEAN。エラーバーは標準誤差。□は耐陰性候補系統，■は非候補系統。

表－1 調査の概要

調査時期	日時
植栽時	平成 14 年 4 月 9 日
1 年次	平成 14 年 10 月 7 日
2 年次	平成 15 年 10 月 22 日
3 年次	平成 16 年 11 月 8 日
4 年次	平成 17 年 10 月 19 日
5 年次	平成 18 年 10 月 4 日

調査項目は樹高，根元径，先折れ，獣害

表－2 相対有効光量子束密度の概要

測定年度	測定月	スギ			ヒノキ		
		年平均	月平均最小	月平均最大	年平均	月平均最小	月平均最大
平成 14 年	4,6,9	0.30	0.25 (6 月)	0.34 (4 月)	0.27	0.22 (9 月)	0.30 (6 月)
平成 15 年	4~11	0.45	0.38 (11 月)	0.57 (9 月)	0.32	0.27 (7 月)	0.40 (9 月)
平成 16 年	5~11	0.34	0.29 (6 月)	0.43 (10 月)	0.24	0.18 (5 月)	0.31 (7 月)
平成 17 年	6~11	0.49	0.32 (6 月)	0.73 (9 月)	0.31	0.14 (11 月)	0.48 (9 月)

年平均の値は，月平均から平均値を算出したもの。各測定日の 10 時～15 時までの 1 時間。有効光量子束密度は，光源が同じであれば，照度と相関があると言われている。

表－3 5 年次調査における生存率

	スギ			ヒノキ		
	生存(本)	枯死(本)	生存率(%)	生存(本)	枯死(本)	生存率(%)
候補系統	219	31	87.5	180	31	85.3
対照系統	14	3	82.3	52	7	88.1

データは，平成 14 年 4 月の植え付けに対する，平成 18 年 10 月の生存状況。

スギおよびヒノキを通じて，生存率における候補系統・対照系統間の差は認められない (Fisher の正確確率検定：スギ， $p=0.84$ ；ヒノキ， $p=0.38$)

表-4 5年次における樹高，根元径の分散分析表

要因	スギ						ヒノキ					
	樹高			根元径			樹高			根元径		
	d.f	M.S	F	d.f	M.S	F	d.f	M.S	F	d.f	M.S	F
反復 (r)	2	4712	3.9 ^{n.s.}	2	3.32	8.9 ^{***}	2	1685	1.1 ^{n.s.}	2	0.00	0.0 ^{n.s.}
系統 (f)	20	13461	11.0 ^{***}	20	3.40	9.1 ^{***}	14	8085	5.3 ^{***}	14	1.67	4.7 ^{***}
r × f	36	1162	0.9 ^{n.s.}	36	0.38	1.0 ^{n.s.}	28	1051	0.7 ^{n.s.}	28	0.18	0.5 ^{n.s.}
誤差	139	1220		139			173	1537		173	0.37	

***, p<0.005 ; n.s., 有意差なし。

表-5 成長率の分散分析表

要因	スギ						ヒノキ					
	樹高			根元径			樹高			根元径		
	d.f	M.S	F	d.f	M.S	F	d.f	M.S	F	d.f	M.S	F
反復 (r)	2	1.1	2.6 ^{n.s.}	2	3.9	7.9 ^{***}	2	1.0	7.9 ^{n.s.}	2	0.9	0.5 ^{n.s.}
系統 (f)	20	1.8	4.1 ^{***}	20	2.8	5.7 ^{***}	14	7.6	5.7 ^{***}	14	1.4	0.8 ^{n.s.}
r × f	36	0.4	0.9 ^{n.s.}	36	1.1	2.2 ^{***}	28	1.1	2.2 ^{n.s.}	28	1.3	0.7 ^{n.s.}
誤差	139	0.4		139	0.5		173	0.5		173		

成長率は，植栽時樹高および植栽時根元径に対する5年次樹高および5年次根元径の割合。

***, p<0.005 ; n.s., 有意差なし。