

生態水文学研究所ヒノキ人工林各種試験地の成長資料

岸本光樹^{*1}・澤田晴雄^{*1}・井上 淳^{*1}・高德佳絵^{*2}・梁瀬桐子^{*1}

Growth records on various experimental plots of planted
Chamaecyparis obtusa in Ecohydrology Research Institute,
the University of Tokyo Forests

Koju KISHIMOTO^{*1}, Haruo SAWADA^{*1}, Makoto INOUE^{*1},
Kae TAKATOKU^{*2}, Kiriko YANASE^{*1}

1. はじめに

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所（以下、生水研）では、1960年代から「荒廃した林地を技術的に改良し、特殊な立地条件下における林業経営の規範を示す」ことを目標に森林施業が行われ、立地条件の不利を補うための林地肥培効果を検証するための試験地が設定された。その後森林の成長に伴い効率のよい除間伐方法の追求を目指し、間伐の方法や密度を変えた試験地が設定された（東京大学農学部附属愛知演習林，1993）。

生水研で測定されてきたヒノキ人工林試験地のうち四つの試験地についてはすでに測定資料が公開されている（澤田ら，2009）。本報ではこれまで測定資料が公開されていなかった六つのヒノキ人工林試験地（「ヒノキ齢階別施肥反応試験地」，「防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地」，「ヒノキ防風保護区画試験地」，「ヒノキ植栽密度試験地」，「ヒノキ幼齡林枝打ち強度試験地」，「ヒノキ人工交配家系苗試植試験地」）について，2022年までに行われた測定資料を報告する。

2. 各試験地の概要

本報で報告するヒノキ人工林各試験地は，いずれも生水研赤津研究林内にある（図-1）。各試験地の位置する赤津研究林は中生代の花崗岩を基岩とする深層まで風化した黒雲母花崗岩と花崗閃緑岩からなる（生水研，2012）。また，赤津研究林内の白坂気象観測露場での1961年から1990年までの30年間の年平均気温は13.0℃，平均年降水量は1844mm，1991年から2020年までの30年間（2005年を除く）の年平均気温は13.0℃，平均年降水量は1829mm，東山気象観測露場での1961年から1975年までの15年間の年平均気温は12.9℃，平均年降水量は1799mmで

* 1 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所
Ecohydrology Research Institute, The University of Tokyo Forests, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

* 2 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林
The University of Tokyo Chichibu Forest, Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

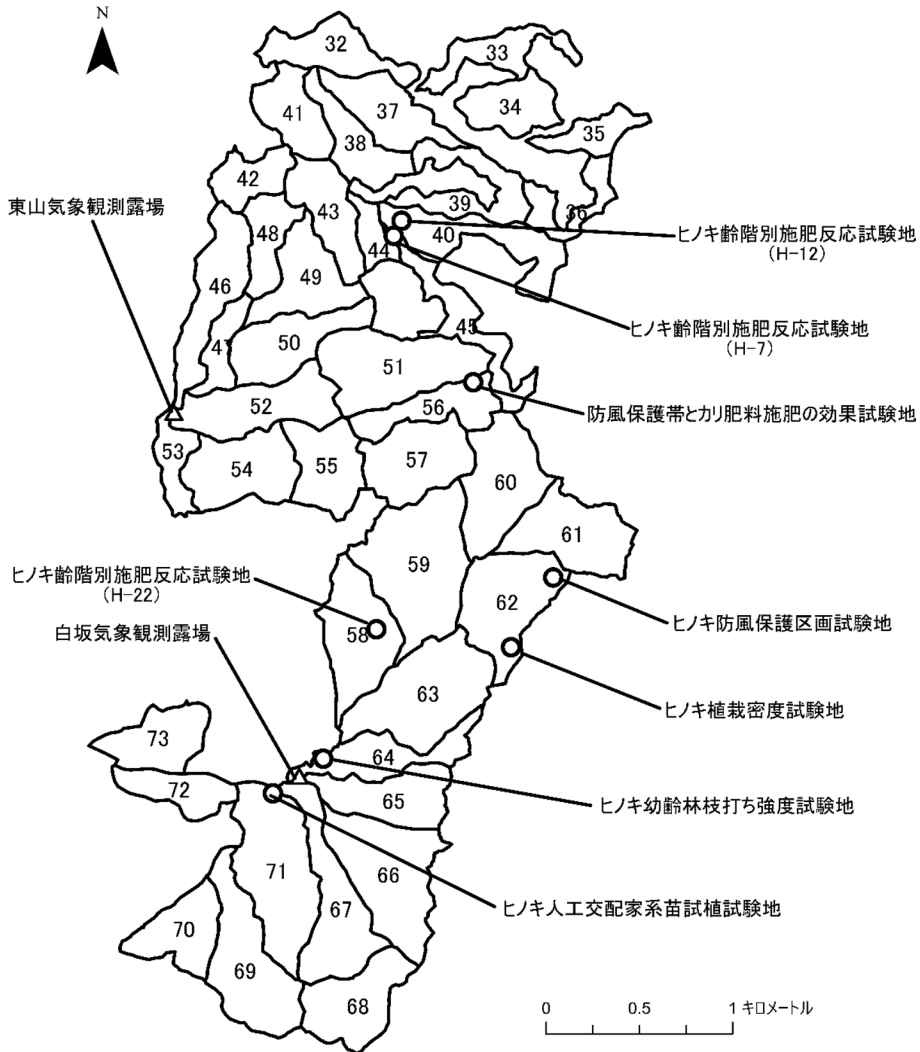


図-1 生態水文学研究所赤津研究林におけるヒノキ人工林各種試験地の位置図
番号は林班番号を示す。

ある。

2-1. ヒノキ年齢階別施肥反応試験地

異なる林齢のヒノキ林に対して一定の方法で肥培を行ったとき、各林齢の立木がどのような反応を示すかを明らかにするために設定した。試験地は1964年に、1957年植栽（H-7）、1952年植栽（H-12）、1942年植栽（H-22）の三つの異なる林分に設定した。

H-7は45林班い3小班（ $35^{\circ} 14' 42''$ ， $137^{\circ} 10' 13''$ ）に位置し、面積が0.29ha、地況は標高が470~500m、斜面が北東向き、平均斜度が20~30°である。H-12は40林班い2小班（ 35°

14' 44", 137° 10' 15") に位置し、面積が 0.44ha、地況は標高が 500~560m、斜面が南東向き、斜度が 10~20°である。H-22 は 58 林班の 1 小班 (35° 13' 33", 137° 10' 9") に位置し、面積は 0.32ha、地況は標高が 380~410m、斜面が南西向き、斜度が 5~15°である。

各試験区内を四つに区切り (図-2)、施肥区 (A1, A2) と無施肥区 (B1, B2) に分けて、それぞれ表-1 に示す量の施肥を行った。H-7 は 1970 年と 1972 年に、H-12 は 1970 年と 1978 年と 1985 年に間伐を行った。H-22 では 1971 年と 1972 年に施肥区のみ間伐を行った (間伐対象木の調査野帳による)。また、各試験地で解析を目的とした伐採が行われている。H-7 では 1970 年に各試験区から 1 本ずつ伐採し、樹体の容積密度、窒素濃度などが調べられた (朝日ら, 1973a)。H-12 では 1982 年に施肥区、無施肥区から 1 本ずつ伐採し、成長解析が行われた (渡部, 1983)。H-22 では 1976 年に施肥区、無施肥区から 1 本ずつ伐採し、高さ別の年輪幅の成長が調べられるとともに (吉田ら, 1978), 1982 年にも施肥区、無施肥区から 1 本ずつ伐採されている。

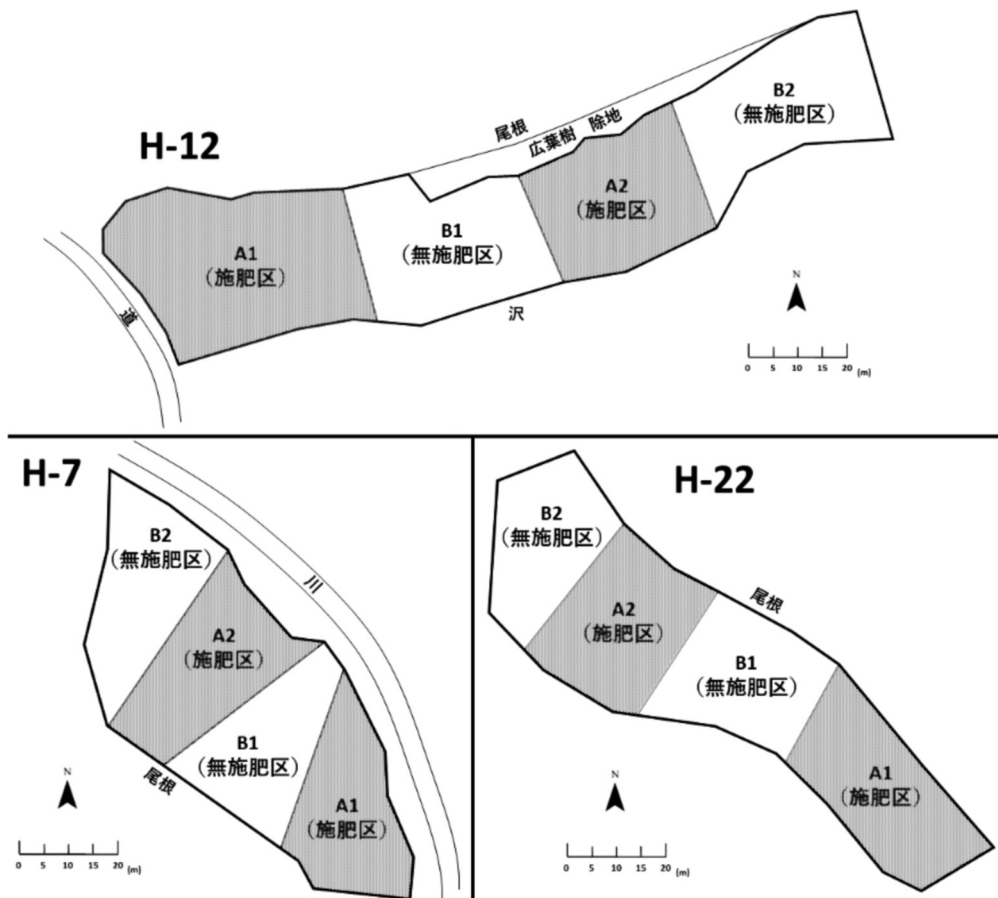


図-2 生態水文学研究所「ヒノキ齢階別施肥反応試験地」の概略図

2-2. 防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地

生水研内では高標高地であり、風害の発生した斜面において、ヒノキ人工林を成立させるため、広葉樹に防風帯をもうけて植栽を行った試験地である。本試験地は 56 林班い 3 小班 (35° 14' 16", 137° 10' 30") にあり、面積は 1.18ha、地況は標高が 600~630m、斜面が南向き、斜度が 25~35° である。この試験地では冬季に西風が主風となり、風害の要因となっていたことから南北方向に広葉樹を防風帯として残し、防風帯に挟まれた斜面に 1965 年 5 月にヒノキが植栽された (図-3)。なお、防風帯の植生はコナラやソヨゴとの記録は残るが、樹高や密度の情報は残っていない。

試験地をアンモニア系肥料の施肥区 (施肥 (N) 区 : B1 区, B2 区), アンモニア系肥料とカリウム肥料施肥区 (施肥 (N+K) 区 : C1 区, C2 区), 無施肥区 (A1 区, A2 区) に分け、植栽 2 年目と 4 年目に施肥を行った。植栽 2 年目は 1966 年 3 月にアンモニア系高度化成肥料 (15-15-10) を N 相当量 7g/本となるように穴あけ施肥し、1966 年 9 月にカリウム肥料を K₂O 相当量 16g/本となるように表面輪状施肥した。植栽 4 年目は 1968 年 5 月にアンモニア系肥料を N 相当

表-1 生態水文学研究所「ヒノキ齢階別施肥反応試験地」の区画ごと施肥量

試験区名	区画名	面積 (ha)	1964 (KgN/ha)	1966 (KgN/ha)	1969 (Kg(Ca+Mg)/ha)	1971 (KgN/ha)	1979 (KgN/ha)
H-7	A1 施肥区	0.14	120	120	11	150	150
	A2 施肥区	0.09	120	120	11	150	150
	B1 無施肥区	0.10					
	B2 無施肥区	0.11					
H-12	A1 施肥区	0.07	150	150		150	150
	A2 施肥区	0.08	150	150		150	150
	B1 無施肥区	0.07					
	B2 無施肥区	0.07					
H-22	A1 施肥区	0.09	150	150	29	150	150
	A2 施肥区	0.08	150	150	29	150	150
	B1 無施肥区	0.08					
	B2 無施肥区	0.07					

東京大学愛知演習林 (1973) をもとに作成

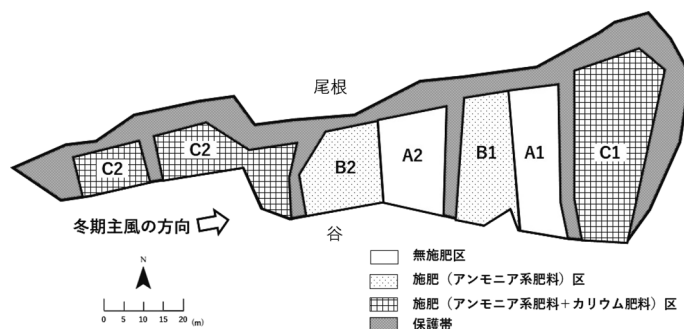


図-3 生態水文学研究所「防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地」の概略図

量 11.25g/本となるように、1968年10月にカリウム肥料を K_2O 相当量 11.25g/本となるように表面輪状施肥した（東京大学愛知演習林，1973）。

2-3. ヒノキ防風保護区画試験地

生水研赤津研究林の複数のヒノキ造林地において1963年に寒風害による枯損が発生した。寒風害被害地のうち造林地内に広葉樹の保存木帯を持つ造林地では保存木帯の風下側において寒風害が発生しなかったことから、大面積皆伐を行わず、保護帯を設けることで寒風害を防ぐことができると考えられた（朝日ら，1968）。そこで、寒風害の予防効果を調べる目的で、寒風害被害地の一ヶ所において、広葉樹による保護帯をマス目状に残して植栽を行い試験地とした。本試験地は62林班い10小班（ $35^{\circ} 13' 43''$ ， $137^{\circ} 10' 47''$ ）にあり、面積は0.74ha、地況は標高が520～600m、斜面が南東向き、斜度が $15\sim 40^{\circ}$ である。

試験地設置にあたり広葉樹による幅約2mの保護帯を確保し、 $10m \times 10m$ の区画（以下10m区）14区画と $20m \times 20m$ の区画（以下20m区）6区画、そのほかに林分の形状に合わせて17区画の合計37区画を設置した（図-4）。なお、当時の保護帯の樹高や樹種、由来については記録が残っていない。1966年にヒノキ2年生苗を $1.5m \times 1.5m$ 間隔で10m区には36本、20m区には

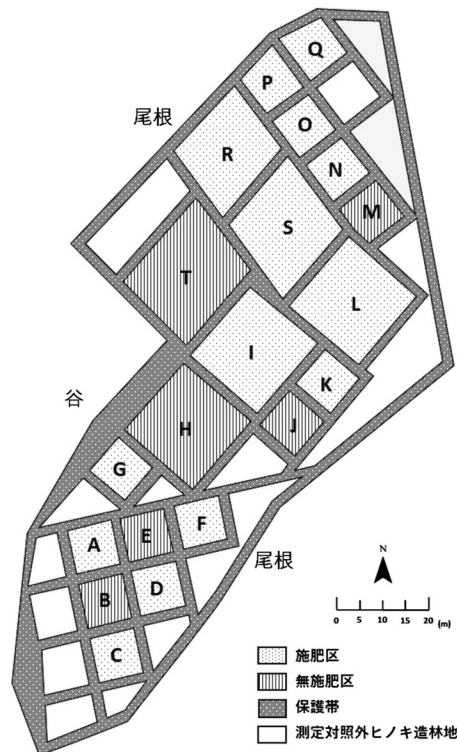


図-4 生態水文学研究所「ヒノキ防風保護区画試験地」の概略図

169本植栽した。10m区の4区画と20m区mの2区画を無施肥区とし、残りの区画には植栽3年目の1968年に高度化成肥料(15-15-10)をN相当量5.3g/本になるように施肥し、植栽4年目の1969年にN相当量7.5g/本になるように施肥した(東京大学愛知演習林, 1973)。

2-4. ヒノキ植栽密度試験地

ヒノキの植栽密度ごとの施肥に対する反応を調べるため設定された試験地である。本試験地は62林班い11, い12小班(35°13'30", 137°10'38")にあり、面積は0.64ha, 地況は標高が450~500m, 斜面が北西向き, 斜度が25~35°である。

試験地内に20区画を設け(図-5), 植栽間隔を1.0m, 1.2m, 1.4m, 1.6m, 2.0mの5段階に分け, 各段階施肥区, 無施肥区を二つずつ設定した。各区画の番号, 植栽密度, 施肥の有無, 植栽年について表-2に示す。施肥は3回行われ, 1回目は植栽2年目に窒素系化成肥料をN相当量5.2g/本, 2回目は植栽3年目にN相当量7.8g/本, 3回目は植栽後7年目に11.3g/本となるよう施肥した(渡部ら, 1994)。

2-5. ヒノキ幼齢林枝打ち強度試験地

ヒノキ幼齢林の成長に対する枝打ちの効果を調べることを目的に設定され, 区画ごとに枝打ち

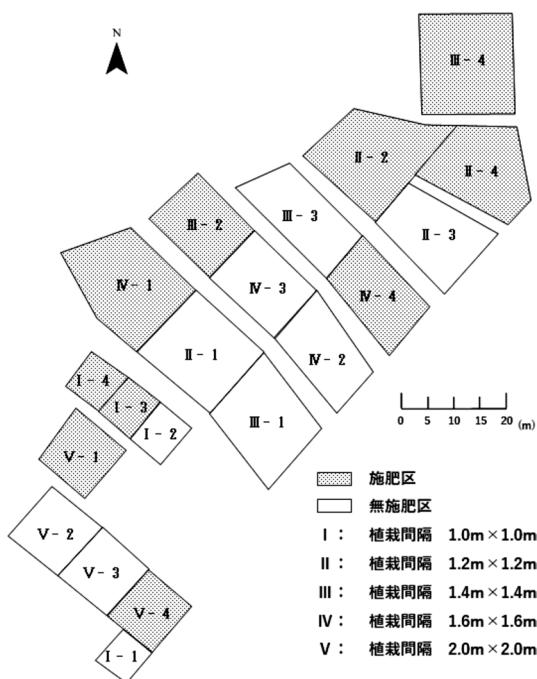


図-5 生態水文学研究所「ヒノキ植栽密度試験地」の概略図

表-2 生態水文学研究所「ヒノキ植栽密度試験地」の区画ごとの植栽年と直径測定位置

区画名	植栽間隔	施肥の有無	植栽年	直径測定位置
I-1	1.0m×1.0m	無施肥	1969年3月	地上15cm部
I-2	1.0m×1.0m	無施肥	1969年3月	地上15cm部
I-3	1.0m×1.0m	施肥	1969年3月	地上15cm部
I-4	1.0m×1.0m	施肥	1969年3月	地上15cm部
II-1	1.2m×1.2m	無施肥	1967年4月	地上10cm部
II-2	1.2m×1.2m	施肥	1967年4月	地上10cm部
II-3	1.2m×1.2m	無施肥	1967年4月	地上10cm部
II-4	1.2m×1.2m	施肥	1967年4月	地上10cm部
III-1	1.4m×1.4m	無施肥	1967年4月	地上10cm部
III-2	1.4m×1.4m	施肥	1967年4月	地上10cm部
III-3	1.4m×1.4m	無施肥	1967年4月	地上10cm部
III-4	1.4m×1.4m	施肥	1967年4月	地上10cm部
IV-1	1.6m×1.6m	施肥	1967年4月	地上10cm部
IV-2	1.6m×1.6m	無施肥	1967年4月	地上10cm部
IV-3	1.6m×1.6m	無施肥	1967年4月	地上10cm部
IV-4	1.6m×1.6m	施肥	1967年4月	地上10cm部
V-1	2.0m×2.0m	施肥	1969年3月	地上15cm部
V-2	2.0m×2.0m	無施肥	1969年3月	地上15cm部
V-3	2.0m×2.0m	無施肥	1969年3月	地上15cm部
V-4	2.0m×2.0m	施肥	1969年3月	地上15cm部

高を変え、枝打ち後の成長量を測定した。本試験地は64林班い13小班（35°13′10″，137°09′58″）にあり、面積は0.25ha、地況は標高が310～320m、斜面が西向き、斜度が0～10°である。1986年4月に植栽されたヒノキ林（0.77ha）の歩道沿いの一部を1993年11月に試験地として設定した。

本試験地は枝打ちの効果を調べることを目的に、区画ごとに枝打ち高を変えている。本報では区画ごとに枝打ち高を変える際の基準として、「枝打ち率」を次の式とする。

$$\text{枝打ち率 (\%)} = \text{枝打ち長 (m)} / \text{枝打ち前の樹冠長 (m)}$$

試験地内を六つに区切り（図-6）、枝打ち率50%区（A1, A2）、枝打ち率30%区（B1, B2）、無処理区（C1, C2）の三つの試験区に分けてそれぞれ施業を行い成長量の測定を行った。1993年11月と1999年1月に表-3に示す枝打ち率で枝打ちを行った。また、1993年11月の枝打ちの際、表-3に示す本数除伐を行った（本試験地設定時の野帳による）。

2-6. ヒノキ人工交配家系苗試植試験地

樹木の持つ各種の遺伝子について、その遺伝様式を調査するためには、人工交配によって育成された両親の明らかな家系が必要となる。そこでヒノキ精英樹について総当たりで人工交配（ダ

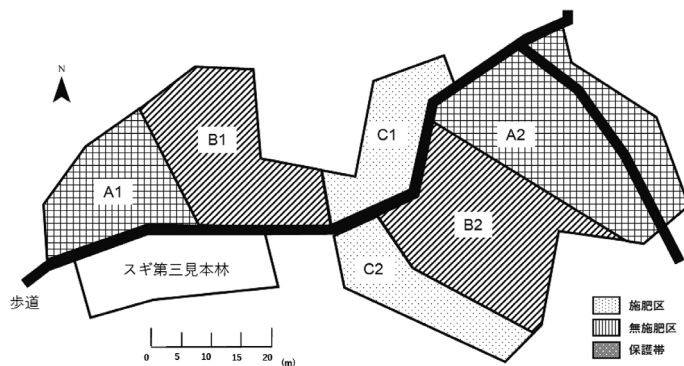


図-6 生態水文学研究所「ヒノキ幼齢林枝打ち強度試験地」の概略図

表-3 東京大学生態水文学研究所「ヒノキ幼齢林枝打ち強度試験地」の区画ごとの施業

試験区名	区画名	面積 (㎡)	1993.11				1999.1
			枝打ち 率 (%)	除伐			枝打ち 率 (%)
				除伐前 (本)	伐採木 (本)	除伐後立木密度 (本/ha)	
枝打ち率50%区	A1	305	50	97	9	2900	50
	A2	476	50	232	16	4500	50
枝打ち率30%区	B1	427	30	120	8	2600	30
	B2	607	30	258	16	4000	30
無処理区	C1	189	無し	74	0	3900	無し
	C2	253	無し	116	0	4600	無し

イアレスクロス) することにより得られた種苗を植栽している。

本試験地は71林班い10小班(35° 13′ 04″, 137° 09′ 49″)にあり, 面積は0.1ha, 地況は標高が300m, 斜度が0~10°である。

生水研のある愛知県と同じ東海育種区に属する静岡県選抜のヒノキ精英樹5品種(伊豆3, 伊豆5, 富士1, 富士5, 富士6)(林木育種センター, 2000, 2006)を表-4に示す通りダイアレスクロスさせた組み合わせのうち15の組み合わせを植栽した(図-7)。植栽した苗木は静岡県林業センター(現静岡県農林技術研究所 森林・林業研究センター)より提供された。ヒノキ精英樹の交配は1990年4月に行われ, 1990年10月採種, 1991年4月播種ののち育苗され, 1996年2月に植栽した(本試験地設定時の野帳による)。1997年4月に枯死木について補植を行い(本試験地測定野帳による), 2009年に試験地の一部(図-7の網掛けの区画)について間伐を行った(選木野帳と現地での伐根により確認)。また, 本試験地の植栽木は親家系が明らかであることから, 1999年から2007年までの間毎年, 採種台木とされ樹幹先端部の枝の採取が行われた(澤田ら, 2019)。2023年現在, 試験地として維持されている。

表-4 東京大学生態水文学研究所「ヒノキ人工交配家系苗試植試験地」に植栽した種苗の交配組み合わせ

♀ \ ♂	伊豆3	伊豆5	富士1	富士5	富士6
伊豆3		-	2	3	4
伊豆5	5		6	7	8
富士1	9	-		-	12
富士5	13	-	15		16
富士6	17	18	19	-	

番号は植栽区画番号と対応している。-は植栽しなかった組み合わせ

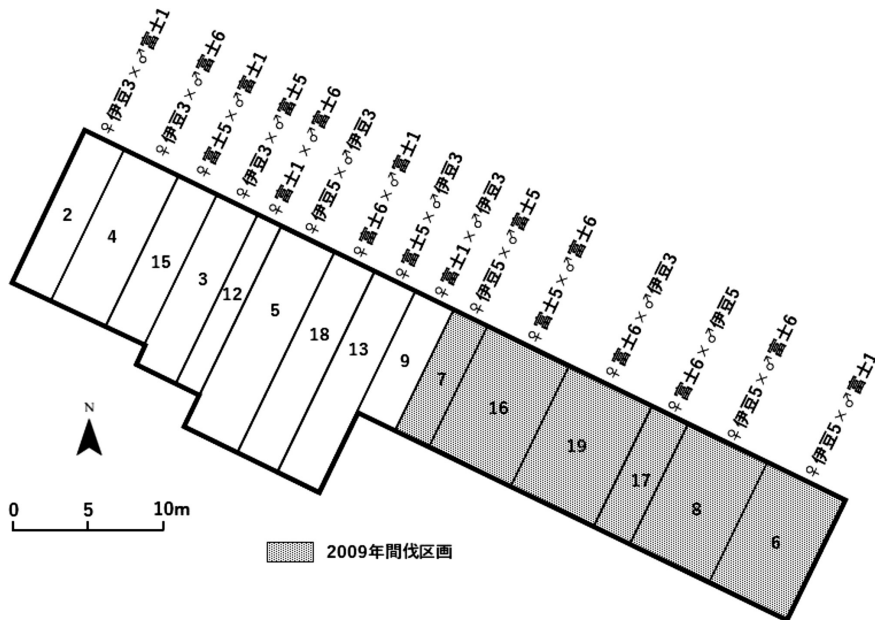


図-7 生態水文学研究所「ヒノキ人工交配家系苗試植試験地」の概略図

3. 各試験地の測定方法

試験地ごとの測定方法を以下に示す。なお本報で公開する測定資料のうち胸高直径は測定木の地上から 1.2m 部の直径のことを指す。同様に胸高周囲は測定木の地上から 1.2m 部の周囲長のことを指し、胸高周囲を測定していた場合でも胸高直径に換算して公開する。

3-1. ヒノキ齢階別施肥反応試験地

試験地設定から5年目までは各試験区20本を測定木とし、巻尺により胸高周囲と検測桿により樹高を測定した。1969年から（H-22は1968年から）各区内の全木を測定木とし、胸高周囲を巻尺により測定した。樹高は胸高直径階分布より各区15%程度を選び検測桿により測定した。1982年からは直径巻尺を用い、胸高直径を測定した。H-7, H-12, H-22の各試験区はそれぞれ1992年, 1985年, 1986年まで測定が行われた。

3-2. 防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地

植栽後4年目までは各区20本を測定木とし、地上から15cm部の直径をノギスで計測した。樹高は巻尺により計測した。植栽後8年目（1972年）以降は各区49本を測定木とし、胸高直径（地上から1.2m部）と樹高を測定した。胸高直径は、1972年はノギス、1975年は巻尺、1982年以降は直径巻尺により計測した。樹高は検測桿により測定した。本試験地では1985年まで測定が行われた。

3-3. ヒノキ防風保護区画試験地

1967年11月までは10m区の14区画と20m区の6区画を対象とし、各区画の中心付近にある10本を測定木とした。1968年からは10m区の8区画と20m区の4区画を対象とし、20m区の測定木を20本に増やした。1971年調査までは初期成長量を記録するため、地上から15cm部の直径をノギスで、樹高は巻尺で計測した。また、1971年からは10m区-施肥区、10m区-無施肥区、20m区-施肥区、20m区-無施肥区のそれぞれ1区画について、胸高直径と樹高を測定した。10m区は全木を、20m区は50本を測定木とし、胸高直径は全木をノギスで、樹高は胸高直径階から各区15本前後を検測桿で計測した。各区画の測定項目について表-5に示す。本試験地では1973年まで測定が行われた。

3-4. ヒノキ植栽密度試験地

初期成長量を記録するため、各区20本を測定木とし、直径をノギスで、樹高は巻尺で計測した。直径の測定高さは地上10cmと15cmの区画があり、表-2に示した。初期成長量測定後は継続した調査は行われず試験地としての維持管理は終了したが、間伐等の施業についても行われなかったことから、約25年間無間伐で経過した林分として1993年に測定が行われるとともに、各区1本ずつ伐採され樹幹解析が行われている（渡部ら、1994）。1993年の測定では全木を対象に直径巻尺で胸高直径を測定し、直径階分布から各区の胸高直径測定木の約2割について、検測桿で樹高を測定した。

表-5 生態水文学研究所「ヒノキ防風保護区画試験地」の区画ごとの測定項目

区画名	区画面積	施肥の有無	1966.6		1966.11		1967.11		1968.12		1969.12		1971.1		1971.3		1973.12		
			直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)	樹高 (cm)	直径 (mm)
A	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
B	10m×10m	無施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
C	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
D	10m×10m	無施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
E	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
F	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
G	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
H	20m×20m	無施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
I	20m×20m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
J	10m×10m	無施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
K	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
L	20m×20m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
M	10m×10m	無施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
N	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
O	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
P	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Q	10m×10m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
R	20m×20m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
S	20m×20m	施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
T	20m×20m	無施肥区	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

直径は直径は地上から15cmの位置で測定した。
 ○は区画中心部の10本を測定木に、●は区画中心部の10本の測定木に10本を追加し20本を測定木とした。
 ◇は区画内の全木(36本)を測定木とし、◆は50本を測定木とした、▲は直径階分布より15本を測定した。

3-5. ヒノキ幼齡林枝打ち強度試験地

各区 30 本を測定木とした。樹高を検測桿により、胸高直径と初回測定時の樹高の 1/2 の高さ部の直径（以下 1/2 直径）を直径巻尺により測定した。1999 年 1 月に枝打ち処理をした A1, A2, B1, B2 の 4 区のみ、枝打ちによって枝が打たれた最も高い位置を枝下直径として直径巻尺で測定した。本試験地では 2000 年まで測定が行われた。

3-6. ヒノキ人工交配家系苗試植試験地

胸高直径は、1997 年、1998 年、1999 年はノギス、2008 年、2022 年は直径巻尺により計測した。樹高は 2008 年まで検測桿により、2022 年はバーテックス Vertex IV（Haglof 社、Sweden）により測定した。なお、全調査を通して胸高直径および樹高についての計測は行ったが、精英樹の調査で用いられる通直性や形態的特徴については調査していない。2023 年現在、本試験地での最後の測定は 2022 年である。

4. 結果

各試験地の測定資料を示すとともに、これまで各試験地で公表されてきた結果や、測定資料を集計し若干の解析を行った結果について以下に報告する。

4-1. ヒノキ齡階別施肥反応試験地

ヒノキ齡階別施肥反応試験地の測定資料のうち H-7 の測定資料を附表-1 および附表-2 に、H-12 の測定資料を附表-3 および附表-4 に、H-22 の測定資料を附表-5 および附表-6 に示す。

本試験地の施肥から 1 年目と 2 年目の成長量について朝日（1966）によって報告されている。施肥区と無施肥区の樹高成長量、胸高直径成長量を比較したところ、H-22 では 1 年目、2 年目ともに施肥区の成長量が著しく大きく、2 年目では無施肥区に対して樹高で 4 倍、胸高直径で 2 倍の成長量を見せた。しかしながら、H-12 および H-7 ではその差は僅かで、H-7 の 2 年目の直径成長量こそ有意差が見られたものの、H-12 の直径成長量、H-7 の樹高成長量にはほとんど差が見られなかった。朝日（1966）はこの違いについて、林相の違いを指摘しており、H-22 では林冠閉鎖によりヒノキ以外の植物がなく、肥料がヒノキに使われたのに対し、林冠閉鎖前の H-12 および H-7 では下草に肥料を吸収された可能性を指摘している。また、施肥区での成長が著しかった H-22 において、朝日ら（1973b）は施肥区のヒノキの根が下層まで発達しており、ヒノキの根の生重量が無施肥区に比べ深さ 20cm までで 1.5 倍、20~40cm の範囲では 2.5 倍、深さ 40~60cm の範囲では 3.7 倍となっており、施肥による根系の発達が成長に寄与していることを示した。

原ら（1987）は試験地設定後 20 年のデータから、H-12 においては ha 当たり材積や胸高断面積合計において施肥区の値が無施肥区に比べ高いことや、H-22 においては施肥期間中の成長量の差が 20 年後も継続していることを示している。

なお、当時の生水研では、別の試験地として設定された「ヒノキ肥培試験地」（詳細、測定資料は澤田ら（2009）で公開済）を植栽後 35 年での施肥試験地 H-35 として、本報で測定資料を公開する「防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地」を植栽後 1 年での施肥試験地 H-1 として「ヒノキ齢階別施肥反応試験地」の一部として取り扱っている（例えば朝日，1966；原ら，1987）。

4-2. 防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地

防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地の測定資料を附表-7 および附表-8 に示す。

1 回目の施肥から 2 年半の間の地上から 15cm 部の直径と樹高の成長量について比較してみたところ（図-8）、成長量は直径、樹高のどちらも、施肥（N）区、施肥（N+K）区ともに無施肥区に比べて有意に大きかったが（ $p < 0.001$, Tukey HSD 検定）、施肥（N）区と施肥（N+K）区の間には有意な差はみられなかった。しかしながら、施肥前の 1966 年 3 月時点で直径、樹高のどちらも、施肥（N）区、施肥（N+K）区ともに無施肥区に比べて有意に大きく（ $p < 0.001$, Tukey HSD 検定）、成長量の違いが施肥による効果なのかどうかはわからなかった。

4-3. ヒノキ防風保護区画試験地

ヒノキ防風保護区画試験地の測定資料を附表-9 および附表-10 に示す。

施肥直前の 1967 年 11 月から 1971 年 1 月までの約 3 年間の成長量について 10m 区-施肥区、10m 区-無施肥区、20m 区-施肥区、20m 区-無施肥区に分けて比較を行ったところ（図-9）、樹高成長量は 10m 区において施肥区が無施肥区より有意に大きく（ $p < 0.05$, Tukey HSD 検定）、10m 区では施肥の効果が見られた。一方、地上 15cm 部直径の成長量では 10m 区-無施肥区と 20m 区-無施肥区（ $p < 0.05$, Tukey HSD 検定）の間に有意差が見られた。1973 年の測定結果についても同様の比較を行ったところ（図-10）、胸高直径では 10m 区-無施肥区と 20m 区-施肥区（ $p < 0.01$, Tukey HSD 検定）および 20m 区-無施肥区（ $p < 0.05$, Tukey HSD 検定）の間に有意差が見られた。なお、本試験地の主目的である寒風害の予防については、観測期間中に寒風害は確認されていないが、比較地もないため保護帯の効果はわからなかった。

4-4. ヒノキ植栽密度試験地

ヒノキ植栽密度試験地の初期測定資料を附表-11 および附表-12 に 1993 年の測定資料を附表-13 に示す。

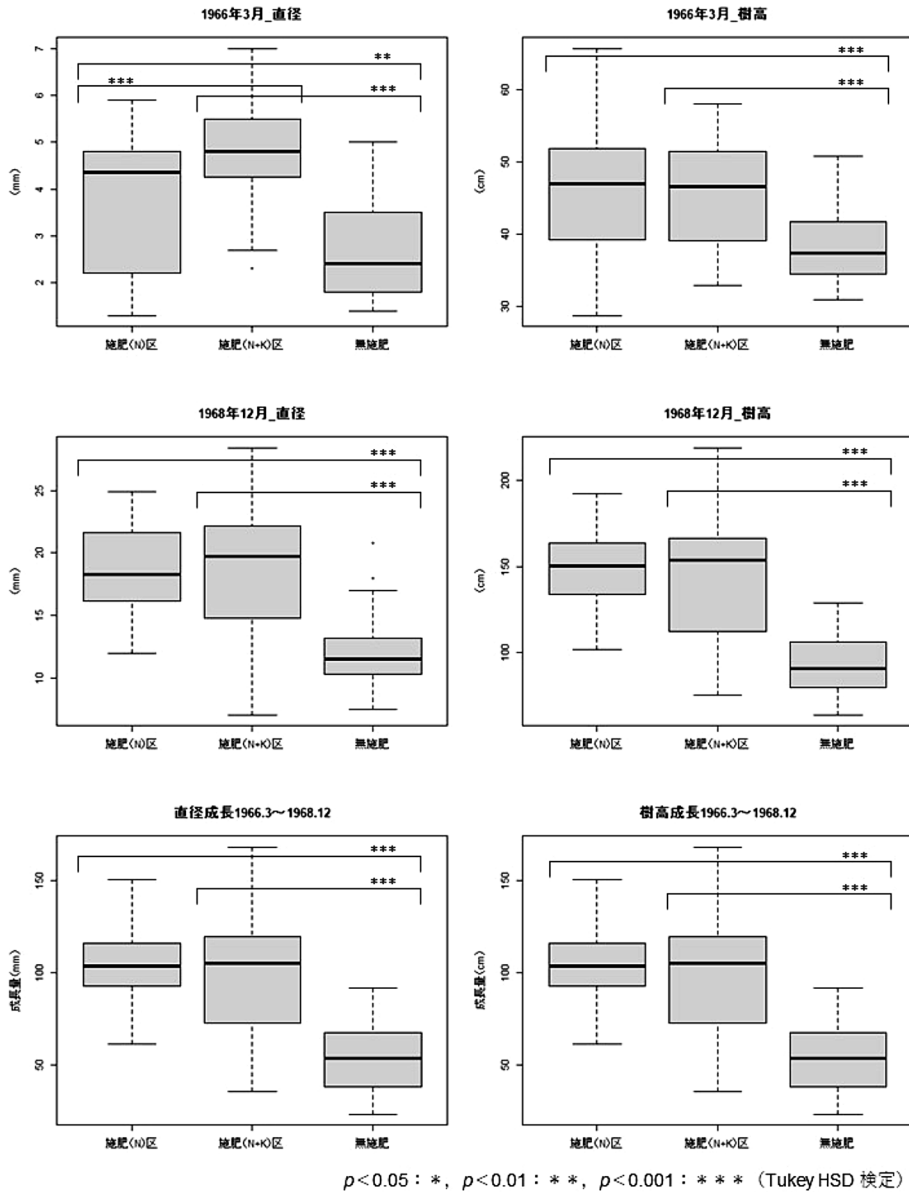


図-8 生態水文学研究所「防風保護帯とカリ肥料施肥の効果試験地」の初期の測定結果と初期2年間の成長量
直径は地上から15cmの位置で測定。

植栽から5年間の成長量について、地上10cm部の直径を測定した1.2m区、1.4m区、1.6m区と地上15cm部の測定を行った1.0m区と2.0m区に分けて比較を行った(図-11)。2.0m区の樹高は無施肥区が施肥区に比べて有意に大きかった($p < 0.01$, Tukey HSD 検定)。しかしながら、1.6m区の樹高成長($p < 0.05$, Tukey HSD 検定)、1.0m区の直径成長($p < 0.01$, Tukey HSD 検

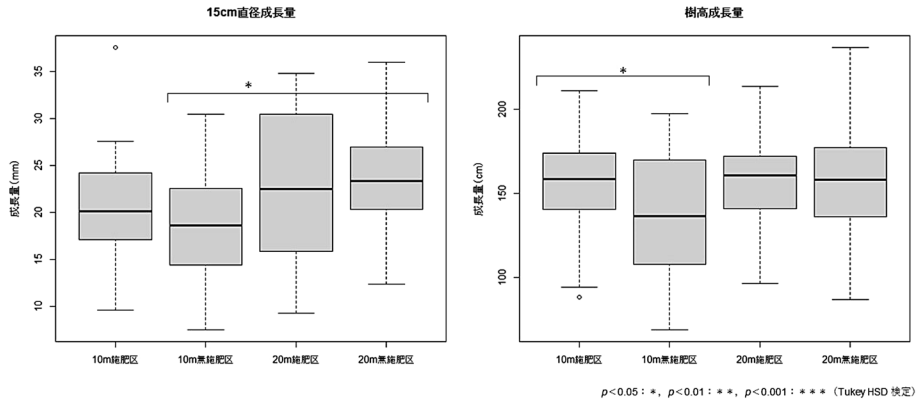


図-9 生態水文学研究所「ヒノキ防風保護区画試験地」の1967年11月から1971年1月までの成長量

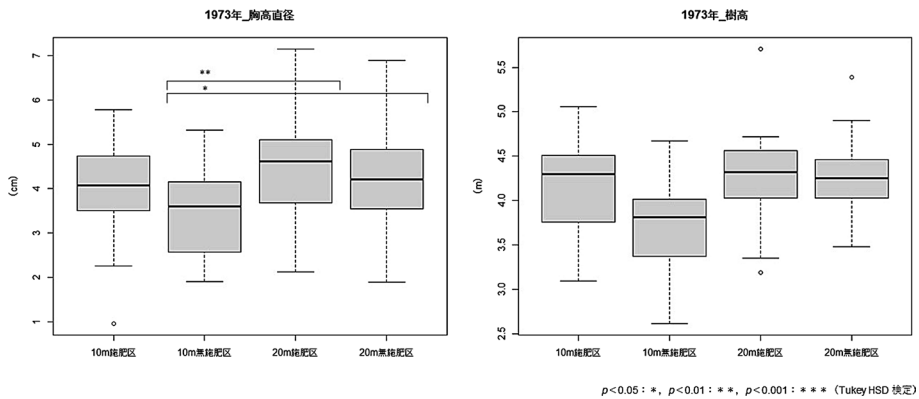


図-10 生態水文学研究所「ヒノキ防風保護区画試験地」の1973年の測定結果

定)と樹高成長 ($p < 0.001$, Tukey HSD 検定)では施肥区が無施肥区に比べて有意に大きかった。最も疎な2.0m区で施肥区に対し無施肥区が大きくなった要因として「ヒノキ齢階別施肥反応試験地」で朝日(1966)が指摘しているヒノキ以外の植生による影響などが考えられるが、当時の植生情報などは残っておらずわからない。

1993年の測定結果について比較を行ったところ(図-12, 図-13), 胸高直径, 樹高ともに1.0m区から1.6m区においては施肥区の方が無施肥区より大きく, 2.0m区で逆になる傾向がみられ, 初期成長の差が25年後にも残っている。一方, 植栽密度による違いがより顕著になっており, 胸高直径, 樹高とも高密度区ほど小さい傾向にあり, 特に胸高直径については最も高密度な1.0m区と最も低密度な2.0m区はほとんどの組み合わせで有意差が見られた。また, 渡部ら(1994)は1993年の測定結果と樹幹解析から, 成長量だけではなく, 形状比や細り率をもとに利用目的に応じた植栽密度の検討を試みている。

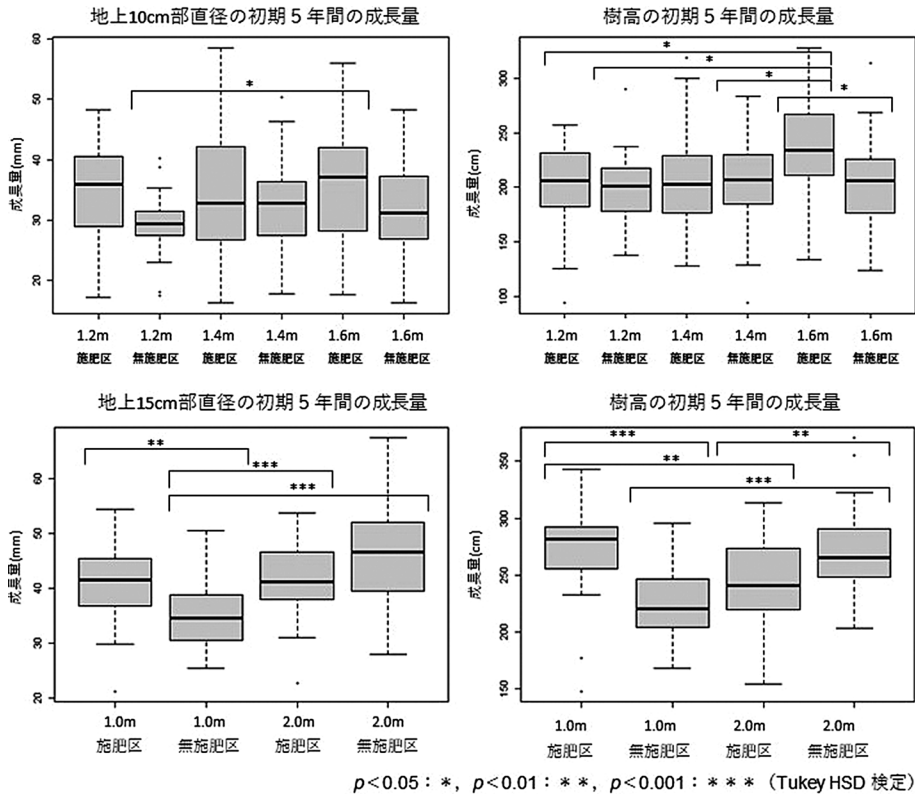


図-11 生態水文学研究所「ヒノキ植栽密度試験地」における初期5年間の成長量

4-5. ヒノキ幼齢林枝打ち強度試験地

ヒノキ幼齢林枝打ち強度試験地の測定資料を附表-14に示す。1/2直径および枝下直径は測定木によって異なるため、それぞれの測定高を合わせて附表-14に示した。

枝打ちから5年間(1993年から1998年)の成長量について枝打ち率50%区、枝打ち率30%区、無処理区の三つについて比較を行った(図-14)。胸高直径は無処理区に対して枝打ち率50%区、枝打ち率30%区が有意に小さく($p < 0.05$, Tukey HSD 検定)、枝打ちにより樹冠が小さくなったために肥大成長が抑えられた可能性が考えられる。しかしながら1/2直径については差がみられず、当初想定した枝打ちによる影響は見いだせなかった。樹高については枝打ち率30%が枝打ち率50%区及び無処理区に対して優位に小さく($p < 0.001$, Tukey HSD 検定)、枝打ちとは異なる影響があったと考えられる。また、無処理区においても枯れあがりにより枝下高が枝打ち区同様の高さになっているものもみられるなど、本試験地の成長量に与える要因が多くなってしまっている。参考までに各測定木の枝下高の推移を附表-15に示す。

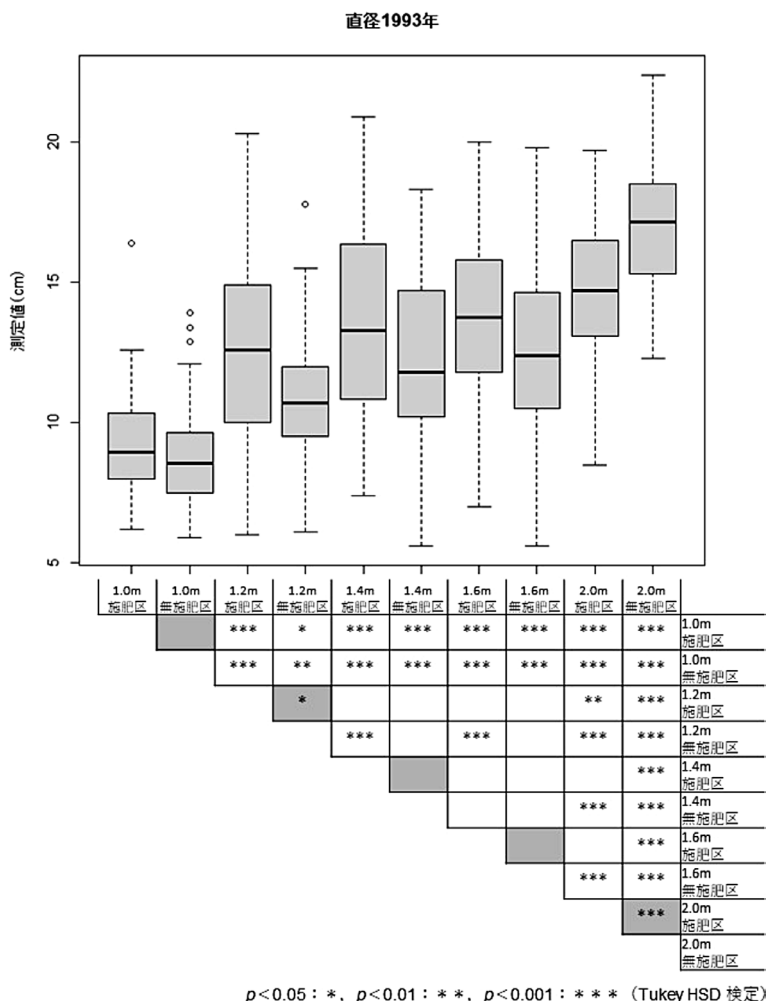


図-12 生態水文学研究所「ヒノキ植栽密度試験地」における1993年の胸高直径の測定結果
 組み合わせ欄の網掛けは同じ植栽密度における施肥区と無施肥区の組み合わせを示す。

4-6. ヒノキ人工交配家系苗試植試験地

ヒノキ人工交配家系苗試植試験地の測定資料を附表-16に示す。

間伐実施前の2008年までの樹高成長について、補植木を除いて比較を行った(表-6)。2008年時点の平均樹高は♀富士5号×♂富士1号の組み合わせが最も大きく、次いで♀伊豆3号×♂富士5号、♀伊豆5号×♂伊豆3号の順であった。また、♀富士6号×♂伊豆3号が最も小さく、次いで♀富士5号×♂伊豆3号、♀伊豆5号×♂富士1号の順であった。1999年から2008年の後半9年間の樹高成長量の上位と下位の組み合わせは2008年時点の平均樹高と変わらなかった。1997年から1999年の樹高成長量においては♀富士1号×♂富士6号の成長量が最も大

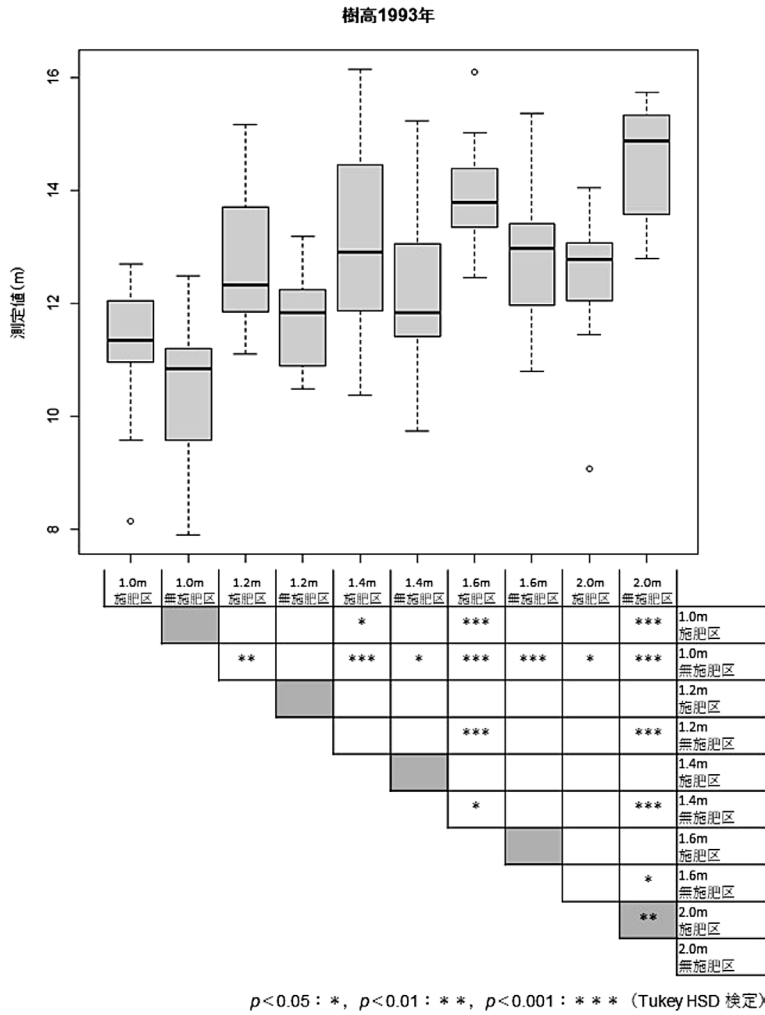


図-13 生態水文学研究所「ヒノキ植栽密度試験地」における1993年の樹高の測定結果
 組み合わせ欄の網掛けは同じ植栽密度における施肥区と無施肥区の組み合わせを示す。

きかったが、それ以外は上位下位ともに2008年時点の平均樹高と変わらなかった。

当初、植栽木が結実樹齢に達したのち、親家系との戻し交雑(バッククロス)を行い、遺伝子分析のための3世代家系群を育成することが計画されていた。2023年現在、植栽より27年が経過し、結実が確認されているが、バッククロスなどの操作や遺伝子分析は行われていない。

謝辞

本報で公表する資料は、試験地の設定と保育、そして長年の測定に関われた生水研の諸先輩方

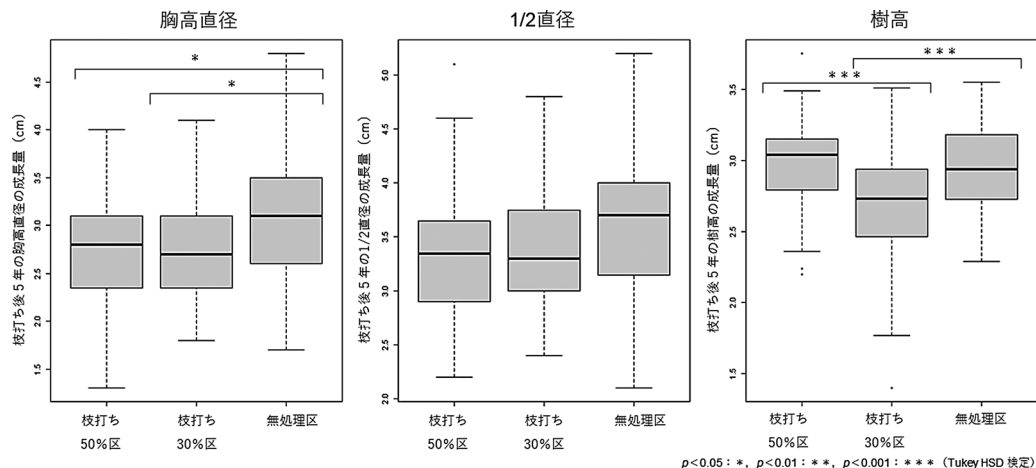


図-14 生態水文学研究所「ヒノキ幼齢林枝打ち強度試験地」の枝打ち後5年間の成長量

表-6 生態水文学研究所「ヒノキ人工交配家系苗試植試験地」における1997年から2008年の樹高成長

2008年の平均樹高		(m ± 標準偏差)				
♀ \ ♂	伊豆3	伊豆5	富士1	富士5	富士6	
伊豆3	-	-	7.77 ± 1.71	9.33 ± 1.51	8.69 ± 1.41	
伊豆5	9.15 ± 1.64	-	7.18 ± 1.86	8.30 ± 1.44	7.50 ± 1.17	
富士1	7.89 ± 0.86	-	-	-	8.88 ± 0.94	
富士5	6.68 ± 1.75	-	9.74 ± 1.34	-	8.31 ± 1.68	
富士6	5.81 ± 0.70	7.40 ± 2.23	8.50 ± 1.79	-	-	

1997年から1999年の樹高成長量		(m ± 標準偏差)				
♀ \ ♂	伊豆3	伊豆5	富士1	富士5	富士6	
伊豆3	-	-	1.01 ± 0.3	1.26 ± 0.23	1.13 ± 0.16	
伊豆5	1.27 ± 0.34	-	0.95 ± 0.22	1.20 ± 0.22	1.07 ± 0.23	
富士1	1.17 ± 0.26	-	-	-	1.33 ± 0.10	
富士5	1.01 ± 0.19	-	1.27 ± 0.33	-	1.14 ± 0.28	
富士6	0.90 ± 0.15	1.05 ± 0.25	1.17 ± 0.24	-	-	

1999年から2008年の樹高成長量		(m ± 標準偏差)				
♀ \ ♂	伊豆3	伊豆5	富士1	富士5	富士6	
伊豆3	-	-	5.32 ± 1.36	6.68 ± 1.37	6.20 ± 1.31	
伊豆5	6.49 ± 1.44	-	4.8 ± 1.69	5.7 ± 1.16	4.95 ± 0.96	
富士1	5.23 ± 0.71	-	-	-	6.27 ± 0.86	
富士5	4.28 ± 1.51	-	6.98 ± 0.98	-	5.81 ± 1.48	
富士6	3.75 ± 0.68	5.16 ± 1.86	5.88 ± 1.61	-	-	

樹高および成長量の上位3の組み合わせを太字下線で、下位3の組み合わせを斜字で示す。

の努力の結果である。また、測定資料の取りまとめは東京大学デジタルアーカイブズ構築事業の助成を受けて行った。ここに記してお礼申し上げる。

引用文献

- 朝日正美（1966）ヒノキ齢階別施肥反応試験. 日林中支講 14：123-127.
- 朝日正美・荒木田善隆・後藤太成・福沢和雄・荻原秋男（1973b）林地肥培効果発現の機構に関する研究（I）ヒノキ不良木に対する施肥の土壌と根系の分布に及ぼす影響. 日林中支講 21：142-146.
- 朝日正美・原孝秀・福沢和雄（1973a）肥培木の栄養分の分布（IV）ヒノキ幼令優良林の樹体の容積密度と窒素. 日林中支講 21：147-150.
- 朝日正美・林和夫（1968）ヒノキ寒害地の気象. 日林中支講 16：27-31.
- 原孝秀・渡部賢（1987）ヒノキ林の施業について—試験地設定後 20 年の生育経過—. 昭和 61 年度試験研究会議報告：37-45.
- 林木育種センター（2000）関東育種基本区ヒノキ推奨品種特性表（平成 11 年度）. 茨城県.
- 林木育種センター（2006）関東育種基本区ヒノキ推奨品種特性表（平成 17 年度）. 茨城県.
- 澤田晴雄（2019）生態水文学研究所白坂苗畑の概要および記録—平成 10 年度から平成 26 年度の廃止まで—. 令和元年度技術職員等試験研究・研修会議報告. 25-30.
- 澤田晴雄・荒木田きよみ・井上淳・高德佳絵・渡部賢・後藤太成・荒木田善隆（2009）愛知演習林ヒノキ・スギ人工林各種試験地の成長資料. 演習林（東大）48：25-101.
- 東京大学愛知演習林（1973）試験概要（創立 50 周年記念号）. 東京大学愛知演習林.
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所（2012）生態水文学研究所第 5 期試験研究計画（2011（平成 23）年度～2020（平成 32）年度）. 演習林（東大）51：305-396.
- 東京大学農学部附属愛知演習林（1993）愛知演習林第 3 期試験研究計画（自平成 4 年度至平成 13 年度）. 演習林（東大）30：1-57.
- 渡部賢・原孝秀・吉田孝久・諸戸清一（1983）ヒノキ肥培木の生長. 日林中支講 31：95-97.
- 渡部賢・梁瀬憲次・原孝秀（1994）ヒノキ植栽密度試験地の生長—25 年間放置した林分の生育過程—. 平成 5 年度技術官等試験研究・研修会議報告：53-62.
- 吉田孝久・金光桂二（1978）ヒノキの高さ別年輪幅に表れる生長のパターン. 日林誌 60（5）169-172.

「附表-1~16」については、東京大学学術機関リポジトリ（UTokyo Repository）に掲載しています。

URI: <https://doi.org/10.15083/0002008360>