

日光照射度及び土壌内含水度を異にする場合に於けるアカマツ及ヒノキの種子発芽度及幼植物発育度の比較

玄, 信圭
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20912>

出版情報：九州帝國大學農學部學藝雜誌. 7 (4), pp. 373-405, 1937-12. 九州帝國大學農學部
バージョン：
権利関係：



日光照射度及び土壌内含水度を異にする場合に於けるアカマツ及ヒノキの種子發芽度及幼植物發育度の比較¹⁾

玄 信 圭

(昭和十二年十月一日受理)

(第九圖版附)

I. 緒 言

陰樹陽樹問題は之を生理的に見るときは極めて複雑な問題で、就中日光關係及水分關係がそれに主要なる關與を持つものと解せられる。LUBIMENKO (1905, 1906) に依れば陰樹は陽樹よりも弱光に於て炭素同化作用を開始し、且つ直射光線に於ては陽樹の炭素同化作用は増大するに反し陰樹のそれは却つて抑制され、又 LUNDEGÅRDH (1924) によれば陰樹は陽樹に比し遙かに弱光に於て同化速度が最大に達し、尙 WIESNER (1907) に依れば陰樹は陽樹よりも最小受光量 (Lichtminimum) が低く、更に STÅLFELT (1921), LUNDEGÅRDH (1921), BOYSEN JENSEN (1918, 1932), BURNS (1923) 及 HIRAMATSU (平松, 1934) の諸氏に依れば陽樹は陰樹よりも高い補整點 (Kompensationspunkt) を有する。

以上の諸事實は要するに陰樹は弱光線の利用に適したるものなるも一定程度以上の日光は之を十分に利用し得ず、陽樹は可成に強い度の日光以下では不足を感じそれ以上は多々益々之を利用することを示してゐる。

他方陽樹は乾燥に堪へる能力大であり、陰樹はその能力小であることが經驗的に言はれてゐる。MAXIMOV 氏 (1929 の著書, p. 355) は V. L. KOMAROV 氏の主張に賛成して乾生植物 (Xerophytes) は同時に陽性植物 (Heliophytes) であるとし、所謂乾生植物に普通に見られる形質即ち蒸散能力が高度なること或は根系の著しい發育をなすこと等は眞に乾生的特徴と言ふよりも寧ろ好陽的特徴であると言ふ方が領かれる節が多く、是等兩種の植物間に明瞭な限界を定めることは不可能でないにしても尙困難であると言つた。

1) 九州帝國大學植物學教室業績 No. 67

されば蔭樹と陽樹とは之を概括的に見れば蔭濕樹と陽乾樹とに分れる譯であをが總ての樹種に就て果して斯の如き關係が明確に存してゐるか否か。而してこの種の疑問が種子の發芽乃至幼植物生長迄の範圍に於ける研究により一部解決され得るのではなからうか。

著者は此邊の消息を明かにする目的を以つて先づ本邦造林樹種中陽樹として取扱はれるアカマツ (*Pinus densiflora*) と蔭樹として取扱はれるヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) との二樹種に就いて色々の日光照射度及土壤内含水度に於ける種子發芽度及幼植物發育度並に初生葉の構造を比較研究した。

本研究は九州帝大農學部林學教室及植物學教室に於て土井教授及額顯教授の指導の下に行はれたもので茲に研究の遂行中懇篤なる指導を賜りたる兩教授に深厚なる謝意を表する。

II. 種子發芽度の比較

(一) 實驗材料及實驗方法

アカマツ (信濃産), ヒノキ (吉野産) の種子を商人より購入し、發芽確實と認められる種子を一粒宛選別したるものを實驗材料とし、發芽度は自然狀態に於ける發芽度を比較する目的を以て普通苗圃用の砂質壤土を用ひた。即ち 36 個の素焼製植木鉢 (深さ 15 cm, 内徑 7 cm) に九州帝大附屬農場産の壤土と植物學教室附近の砂とを 2:1 の割合に混ぜ合はせた土を等量宛填充し、各鉢の面積を二等分しアカマツ及ヒノキ種子各百粒宛を散播し (五月一日) 約 2 mm の厚さに被土した。各 3 個の鉢を一組として 12 組に分ち次記の四種の日光照射度及三種の土壤内含水度の組合せ即ち $12 (= 4 \times 3)$ 種の試験區を設けた。各庇蔭法及灌水法は次の如くである。

A. 庇 蔭 法

日 光 照 射 度		庇 蔭 法
明		木製枠 (45 cm 平方・高さ 75 cm) の骨格のみ。
弱	明	同上の枠に白色寒冷紗一重を張る。
微	明	同上の枠に白色寒冷紗三重を張る。
暗		同上の枠に黑色寒冷紗一重を張る。

快晴の日各枠内に五分間 [POP] 印劃紙を露出した結果及び各枠内に於ける一定量 (50 gr) の水を入れた一定の大さ (直徑 8.9 cm) のペトリ皿よりの三時間内の蒸發量を測定した結果

及實驗期間内に於ける枠内氣溫の測定結果は次の通りである。

日光照射度	露出された (POP)印劃紙の色	ペトリ皿よりの蒸發量		枠内氣溫 °C *	
		實數 gr.	比數	最低~最高	平均
明	黒色	10.2	100	19.3~32.5	24.8
弱明	黒灰色	5.6	54	18.9~33.0	24.7
微明	灰色	3.5	34	19.5~34.0	25.3
暗	白色	2.4	23	19.9~37.0	25.6

* 毎日 8 時. 13 時. 18 時の三回測定結果

B. 灌 水 法

土 壤 含 水 度

灌 水 法

濕

毎日朝・晝・夕の三回に充分に灌水す。

適 潤

毎日朝・晝・の二回に適度に灌水す。

乾

毎日朝一回少量灌水す。

雨天の際は油紙の雨覆により雨水の浸入を防ぐ。

濕, 適潤, 乾の三種の灌水後三時間後に於ける表土 2 cm 内の土壤含水量は乾燥土重量に對し
夫々 18, 13, 8 % であつた。

以上 12 種の試験區は日當り良い平坦地（東側の老松疎林により 午前八時 以前の陽光は遮
ぎられた）に 1.5 m に間隔に配列し, 播種日（五月一日）より六月十一日迄六週間の間毎朝各
區の發芽床を調べ幼植物の主體が地上に現はれたものを發芽と見做した。

(二) 實 驗 結 果 (第 9 圖版參照)

各種の日光照射區及土壤含水區に就いて見るに, 發芽速度即ち播種日より最大發芽數を示す
迄の速さはアカマツでは明區に於て最も速いのを反しヒノキでは微明區に於て最も速く, 又兩
樹種共乾區に於て發芽速度最も遅いが, アカマツでは適潤區で最も速いのを反しヒノキでは濕
區で最も速い（第一表）。又發芽率（播種粒數に對する發芽粒數の百分率）に就て見れば兩
樹種共種子の發芽には日光及土壤濕度の一定の適度を要求するらしく 弱明區及適潤區で發芽
最も良好であるが, アカマツでは弱明區に次ぎ明區・微明區・暗區の順に良好で過明よりも過暗
の惡影響甚大であるに反しヒノキでは弱明區に次ぎ微明區・明區・暗區の順に良好で暗の極端

なるは別とし、過暗よりも過明の悪影響が比較的大である（第2表）。又アカマツでは土壤含水量「乾」よりも「濕」の悪影響大であるのに、ヒノキでは「濕」よりも「乾」の悪影響が甚大である。即ち適潤區と濕區とに於ける發芽率の平均比數の差はヒノキでは9(132-123)に過ぎないが、アカマツでは19(108-89)であり、一方適潤區と乾區とに於ける發芽率の平均比數の差はアカマツでは6(108-102)に過ぎないが、ヒノキでは86(132-46)にも達する（第2表）。

第 1 表 發芽速度（播種日より最大發芽數を示す迄の日數）の比較

土壤含水量		日 光 照 射 度				
		明	弱 明	微 明	暗	平 均
濕	ア カ マ ツ	14	13	18	11	14
	ヒ ノ キ	17	18	17	21	18
適 潤	ア カ マ ツ	13	14	13	13	13
	ヒ ノ キ	26	23	18	18	21
乾	ア カ マ ツ	15	13	17	20	18
	ヒ ノ キ	26	26	14	28	24
平 均	ア カ マ ツ	14	15	16	15	
	ヒ ノ キ	23	22	16	22	

第 2 表 發 芽 率 の 比 較（平均値に對する比數）

土壤含水量		日 光 照 射 度				
		明	弱 明	微 明	暗	平 均
濕	ア カ マ ツ	97	101	87	72	89
	ヒ ノ キ	141	154	108	88	123
適 潤	ア カ マ ツ	114	116	107	96	108
	ヒ ノ キ	144	160	124	98	132
乾	ア カ マ ツ	107	107	106	89	102
	ヒ ノ キ	13	36	92	43	46
平 均	ア カ マ ツ	106	108	100	86	100(80%)
	ヒ ノ キ	99	117	108	76	100(71%)

() 内の數字は平均比數に對する實數。

之等の結果に依れば種子の發芽度に於て アカマツ は ヒノキよりも日照及土壤の乾燥に對する適應度高く、陰濕に對する適應度はヒノキに於て大であることが認められる。而して斯る兩樹種の重要な 生理的特徴の相違が既にその 種子の發芽度に於て 認められることは注目すべき事實である。

III. 幼植物發育度の比較

(一) 實驗材料及實驗方法

12 個のソグネル氏ポットに豫め蒸氣消毒を行つた（消毒の目的は主として 寄生菌及雜草の種子を殺すためであるが、之が共生菌に及す影響は茲では無視することとした）砂質壤土（九州帝大附屬農場産の壤土と植物學教室附近の砂とを 5:2 の割合に混合せるもの）を等量宛填充し、各ポットの面積を二等分し、四月十六日發芽確實と認められるアカマツ 及 ヒノキ種子各 200 粒宛を各ポットに播種し、發芽後アカマツは 70 本に、ヒノキは 80 本に間引き、子葉が完全に延びる頃迄正常に培養し、是等を實驗材料として 5 月 11 日 4 種の日光照射度及 3 種の土壤含水度の組合せ即ち 12 (=4×3) 種の條件の下に夫々配置した。庇蔭法及灌水法は發芽試験に於けると同様なるも唯濕區のポットの水位を常に器底より 10 cm の高さに保つたのが異なる。この場合の濕・適潤・乾の 3 種の灌水後 3 時間後に於ける表面下 5 cm の所の土壤内含水度は乾燥土重量に對し夫々 21, 13, 7 % であつた。又實驗期間内に於ける各鉢内の氣温は次の通りであつた。

日 光 照 射 度	明	弱 明	微 明	暗
最低及最高氣温 °C	19.3~38.5	18.9~39.1	19.5~40.0	20.5~44.0
平 均 氣 温	30.0	29.9	30.9	32.4
備 考	毎日正午測定値の平均結果			

以上 12 試験區は發芽試験に於けると同じ場所に 1.5 m の間隔に配列し、6 月 1 日より 7 月 29 日迄一週間毎に各區の標準苗として選定した 12 本宛の幼苗に就き伸長生長度（一週間に伸長した長さ）を測定し、最後に 7 月 31 日水を盛れる大桶の中で各區の植物體と土壤とを分離させ、上記 12 本宛の標準苗に就き地上高葉數（ヒノキでは枝分れの數）、主根長、側根數、側根總延長等を調べ、尙各區の殘存幼苗中健全な幼苗（アカマツでは 20 本、ヒノキでは 40 本）を選び、その地上部及地下部の生量と乾量を秤量し後之等を乾燥粉末にして顯微氏

自動粉末容積測定器により組織粉末の容積を求め、計算により地上部及地下部の組織粉末比重（1 cc の組織粉末の重量）、乾物比量（1 cc の組織粉末に對比する乾燥組織の重量、但し比例算法により乾量に對する組織粉末容積を算出し、その單位量に對比する乾燥組織の重量を求めた。）、生比量（1 cc の組織粉末に對比する生體組織の重量）及水分比量（1 cc の組織粉末に對比する含水量）等を求めた。

（二） 實 驗 結 果 （第 9 圖版参照）

日光照射度「暗」に於ては兩樹種の幼苗共漸次枯死し遂に殆んど全部消失したため伸長生長度以外の觀察に於ては暗區の場合を缺ぐが、枯死の原因は何れも受光量の不足に因る生育不能に存するものと認められた。

1. 伸長生長度及地上部の發育度

6 月 1 日より 7 月 29 日迄一週毎に伸長生長度（一週間に伸長した長さ）を測定した結果に依れば、兩樹種共暗區に於てはその伸長生長度著しく不良で（第 3 表）、随つて地上高も最小となるが、之は同化作用を著しく低下せしめる程度の日光缺乏は伸長生長を抑制すべき理から起る當然の結果であるが、アカマツは明區に於て伸長生長度随つて地上高（第 4 表）最大であるに反し、ヒノキでは弱明區に於て兩者共最大で之に次ぎ明區・微明區・暗區の順に大なるは强光の生長速度抑壓作用に打勝つて强光による同化作用の充進及其結果としての生長の促進される傾向がアカマツではより強かつたのに反し、ヒノキではそれに及ばなかつたのに因るもので、そは兎も角もこの事實は陽樹は陰樹よりも强光によりその伸長生長が促進されるといふ従來の研究結果（1, 2, 6, 8, 10, 12, 17, 18, 30, 33, 37）に一致するものであり、之に徴してもアカマツはヒノキよりも陽性であることが頷かれる。

第 3 表 伸長生長度（一週間に伸長した長さ）の比較（比數にて示す）

土 壤 含 水 度		日 光 照 射 度				
		明	弱 明	微 明	暗	平 均
濕	ア カ マ ツ	189	154	170	20	133
	ヒ ノ キ	209	211	129	6	139
適 潤	ア カ マ ツ	154	140	135	20	112
	ヒ ノ キ	126	170	135	3	109

乾	{	アカマツ	66	77	71	12	57
		ヒノキ	74	56	86	2	55
平均	{	アカマツ	136	124	125	17	100(3.1 mm)
		ヒノキ	136	146	117	4	100(2.6 mm)

6月1日より7月29日迄8回測定の平均

() 内の數字は平均比數に對する實數

第4表 地上高の比較 (比數にて示す)

土 壤 含 水 度		日 光 照 射 度				
		明	弱 明	微 明	平 均	
濕	{	ア カ マ ツ	134	119	112	122
	{	ヒ ノ キ	139	138	98	125
適 潤	{	ア カ マ ツ	111	107	104	107
	{	ヒ ノ キ	104	119	95	106
乾	{	ア カ マ ツ	73	72	67	71
	{	ヒ ノ キ	64	65	79	69
平 均	{	ア カ マ ツ	106	99	94	100(51.5 mm)
	{	ヒ ノ キ	102	107	91	100(39.2 mm)

7月29日測定 () 内の數字は平均比數に對する實數

又アカマツは日照度増すと共に初生葉數を増加し (第5表), 初生葉長は弱明區に於て最大に達するが (第6表), ヒノキでは弱明區に於てその枝分れの數が最も多く之に次ぎ明區・微明區の順に多く, 初生葉長は日照度減ずる程増加する。之は幼苗の同化器官の發育に對する日光の影響振りもアカマツとヒノキとは明かに差異あるを示す事實に外ならない。

第5表 初生葉數 (ヒノキでは枝分れ) の比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度				
		明	弱 明	微 明	平 均	
濕	{	ア カ マ ツ	125	105	109	113
	{	ヒ ノ キ	164	184	82	143
適 潤	{	ア カ マ ツ	116	113	97	109
	{	ヒ ノ キ	123	123	82	109

乾	{	ア	カ	マ	ツ	76	79	76	77
		ヒ	ノ	キ		41	41	61	48
平 均	{	ア	カ	マ	ツ	106	99	94	100(75)
		ヒ	ノ	キ		109	116	75	100(7)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 6 表 初 生 葉 長 の 比 較 (比數にて示す)

土 壤 含 水 度					日 光 照 射 度				
					明	弱 明	微 明	平 均	
濕	{	ア	カ	マ	ツ	99	111	109	106
		ヒ	ノ		キ	103	104	111	106
適 潤	{	ア	カ	マ	ツ	97	103	103	101
		ヒ	ノ		キ	95	103	99	99
乾	{	ア	カ	マ	ツ	85	100	94	93
		ヒ	ノ		キ	95	97	99	97
平 均	{	ア	カ	マ	ツ	94	105	102	100(26.7 mm)
		ヒ	ノ		キ	98	101	103	100(7.4 mm)

() 内の數字は平均比數に對する實數

又兩樹種共土壤の含水度増すと共にその伸長生長度随つて地上高を増大し、初生葉の數及長さが増加するのを見る(第 3—6 表)。これは當然の結果として首肯される事實であるが、土壤の乾燥により伸長生長度及地上部の發育度が抑制される度合は兩者に於て相異なり、濕區と乾區との平均比數の差は伸長生長度に於てはアカマツでは 76 (133—57), ヒノキでは 84 (139—55) であり(第 3 表), 葉數(ヒノキでは枝分れの數)に於てはアカマツでは 36 (113—77), ヒノキでは 95 (143—48) で(第 5 表), 随つてヒノキはアカマツよりも土壤の乾燥に因りその幼期の伸長生長度及地上部の發育度がより強く抑制されることが示されてゐる。

2. 地 下 部 の 發 育 度

アカマツの主根長は弱明區で最大で地上高の 5.8 倍に達し(第 7, 8 表), 之に次ぎ明區・微明區の順に大であるが、ヒノキでは之が日照度増すと共に増大し明區に於ては地上高の 3.8 倍に達する。

第 7 表 主 根 長 の 比 較 (比數にて示す)

土壌含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	73	81	60	71
	ヒ ノ キ	150	109	77	112
適 潤	ア カ マ ツ	114	115	97	109
	ヒ ノ キ	141	138	101	127
乾	ア カ マ ツ	120	132	106	119
	ヒ ノ キ	51	59	72	61
平 均	ア カ マ ツ	102	109	88	100(251 mm)
	ヒ ノ キ	114	102	83	100(138 mm)

() 内の數字は平均比數に對する實數

 第 8 表 $\frac{\text{主根長}}{\text{地上高}}$ 比 の 比 較 (比數にて示す)

土壌含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	49	66	47	54(2.9)
	ヒ ノ キ	109	80	80	90(3.1)
適 潤	ア カ マ ツ	94	98	85	92(4.9)
	ヒ ノ キ	137	117	106	120(4.2)
乾	ア カ マ ツ	166	166	136	156(8.3)
	ヒ ノ キ	80	100	91	90(3.2)
平 均	ア カ マ ツ	103(5.4)	110(5.8)	89(4.7)	100(5.3)
	ヒ ノ キ	109(3.8)	99(3.5)	92(3.2)	100(3.5)

() 内の數字は平均比數に對する實數

併し側根數はアカマツでは日照度増すと共に増すのに、ヒノキでは弱明區で最多で之に次ぎ明區・微明區の順に多く (第 9 表), 側根の總延長及主根長に對する側根長の比は兩樹種共通の場合の如く日照度増すと共に増加するが, その増加する割合はヒノキよりもアカマツに於て遙かに大で, 明區と微明區との平均比數の差は側根總延長に於てはアカマツでは 131 (169-38) にも達するが, ヒノキでは 95 (153-58) に過ぎず (第 10 表), 主根長に對する側根長の比に於てはその差アカマツでは 129 (172-43) に達するも, ヒノキでは 54 (133-79) に過

ぎずして（第 11 表），幼期に於ける地下根の發育度に於てもアカマツはヒノキよりも日光關係に遙かに敏感であることを示してゐる。

第 9 表 側 根 數 の 比 較（比數にて示す）

土壌含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	115	109	71	98
	ヒ ノ キ	107	118	95	107
適 潤	ア カ マ ツ	120	120	87	109
	ヒ ノ キ	107	142	95	115
乾	ア カ マ ツ	131	93	55	93
	ヒ ノ キ	95	71	71	79
平 均	ア カ マ ツ	122	107	71	100(18)
	ヒ ノ キ	103	110	87	100(8)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 10 表 側 根 總 延 長 の 比 較（比數にて示す）

土壌含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	306	141	51	166
	ヒ ノ キ	287	132	88	169
適 潤	ア カ マ ツ	158	102	47	102
	ヒ ノ キ	137	116	65	106
乾	ア カ マ ツ	44	34	15	31
	ヒ ノ キ	36	17	22	25
平 均	ア カ マ ツ	169	92	38	100(804 mm)
	ヒ ノ キ	153	88	58	100(168 mm)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 11 表 $\frac{\text{側根總延長}}{\text{主根長}}$ 比の比較 (比數にて示す)

土壌含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	365	151	73	196
	ヒ ノ キ	209	136	127	157
適 潤	ア カ マ ツ	119	78	43	80
	ヒ ノ キ	109	91	73	91
乾	ア カ マ ツ	32	22	14	23
	ヒ ノ キ	82	36	36	51
平 均	ア カ マ ツ	172	84	43	100(3.7)
	ヒ ノ キ	133	88	79	100(1.1)

() 内の數字は平均比數に對する實數

一方適潤區に於て側根數最も多く、之に次ぎ濕區、乾區の順をなすこと及び土壤乾燥なる程側根總延長及主根長に對する側根長の比を遞減することは兩樹種に共通してゐるが(第 9, 10, 11 表)、側根の發育が土壤の乾燥により抑制される割合はアカマツよりもヒノキに於て大なるものゝ如く、側根數の適潤區と乾區との平均比數の差はアカマツでは 16 (109-93) に過ぎないのにヒノキでは 36 (115-79) にも達し(第 9 表)、側根總延長の濕區と乾區との平均比數の差はアカマツでは 135 (166-31) であるのに、ヒノキでは 144 (169-25) に達する(第 10 表)。

併し主根長に對する側根長の比が土壤の乾燥により遞減する度合はヒノキよりもアカマツに於て大であるが(第 11 表)、こは恐らく乾區に於けるアカマツの主根が特に長大なる事實に由來するらしく、即ちアカマツでは土壤乾燥なる程主根が長大となり乾燥地に適應した形態を呈するに反し、ヒノキでは之が適潤區に於て最も長く乾區に於ては却つて最短となり乾燥地に於てはその生育が著しく脅かされる事實を示してゐる。

3. 重量的發育度及び固形物質生産度の比較

地上部及地下部の一本當りの生量及その地上部に對する地下部の比が日照度増すと共に増加し、地上部の生比量及水分比量が日照度減ずると共に増すことは兩樹種に共通してゐるが、日照度の變動により之等が増減する度合は概してヒノキよりもアカマツに於て常に大である

(第 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20 表)。而して地下部の生比量及水分比量はアカマツでは弱明區で最大で之に次ぎ微明區・明區の順をなし全日照に於て地下部の含水度最も少く随つて固形物質の生産度最大なることを示してゐるが、ヒノキの地下部ではこれらが日照度と共に増し、日照度増すと共に含水度を増すと同時に固形物質の生産度が遞減するものゝやうである(第 16, 17, 18, 19 表)。

第 12 表 アカマツ一本當りの生量の比較(比數にて示す)

土壤含水度				日 光 照 射 度			
				明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部		158	124	83	122
		地 下 部		286	143	43	157
適 潤	{	地 上 部		154	125	86	122
		地 下 部		132	105	54	97
乾	{	地 上 部		55	63	52	57
		地 下 部		58	49	31	46
平 均	{	地 上 部		122	104	74	100(0.456 g)
		地 下 部		159	99	43	100(0.173 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 13 表 ヒノキ一本當りの生量の比較(比數にて示す)

土壤含水度				日 光 照 射 度			
				明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部		223	157	74	151
		地 下 部		224	129	49	134
適 潤	{	地 上 部		123	128	84	112
		地 下 部		158	148	66	124
乾	{	地 上 部		42	36	39	39
		地 下 部		53	36	36	42
平 均	{	地 上 部		129	107	66	100(0.069g)
		地 下 部		145	104	50	100(0.030 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 14 表 一本當りの生量の $\frac{\text{地下部}}{\text{地上部}}$ 比の比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	197	126	57	127
	ヒ ノ キ	102	84	67	84
適 潤	ア カ マ ツ	94	91	69	85
	ヒ ノ キ	130	119	79	109
乾	ア カ マ ツ	114	83	66	88
	ヒ ノ キ	128	102	95	108
平 均	ア カ マ ツ	135	100	64	100(0.35)
	ヒ ノ キ	120	102	80	100(0.43)

() 内の數字は平均比數に對する實數

 第 15 表 一本當りの生量の $\frac{\text{地上部}}{\text{地下部}}$ 比の比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	44	70	156	90
	ヒ ノ キ	75	118	145	113
適 潤	ア カ マ ツ	93	95	129	106
	ヒ ノ キ	76	84	124	95
乾	ア カ マ ツ	76	103	135	105
	ヒ ノ キ	77	97	105	93
平 均	ア カ マ ツ	71	89	140	100(3.29)
	ヒ ノ キ	76	100	125	100(2.34)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 16 表 アカマツの生比量の比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	地 上 部	99	95	120	105
	地 下 部	136	168	115	140
適 潤	地 上 部	93	96	119	103
	地 下 部	69	94	111	91

乾	{	地 上 部	87	90	102	93
		地 下 部	61	74	73	69
平 均	{	地 上 部	93	94	114	100(1.845 g)
		地 下 部	89	112	100	100(2.133 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 17 表 ヒノキの生比量の比較 (比數にて示す)

土壤含水度			日 光 照 射 度			
			明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部	106	117	116	113
		地 下 部	143	139	98	127
適 潤	{	地 上 部	92	97	110	100
		地 下 部	98	110	94	101
乾	{	地 上 部	77	90	95	87
		地 下 部	82	63	74	73
平 均	{	地 上 部	92	101	107	100(1.752 g)
		地 下 部	108	104	89	100(1.656 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 18 表 アカマツの水分比量の比較 (比數にて示す)

土壤含水度			日 光 照 射 度			
			明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部	98	97	127	107
		地 下 部	142	176	121	146
適 潤	{	地 上 部	90	96	123	103
		地 下 部	64	92	116	91
乾	{	地 上 部	81	87	103	90
		地 下 部	53	67	69	63
平 均	{	地 上 部	90	93	118	100(1.443 g)
		地 下 部	86	112	102	100(1.752 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 19 表 ヒノキの水分比量の比較 (比數にて示す)

土壌含水度				日 光 照 射 度			
				明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部		107	121	121	116
		地 下 部		148	142	99	130
適 潤	{	地 上 部		89	96	113	99
		地 下 部		96	112	95	101
乾	{	地 上 部		70	88	95	84
		地 下 部		77	60	71	69
平 均	{	地 上 部		89	102	110	100(1.352 g)
		地 下 部		107	105	88	100(1.398 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

又生比量及水分比量の地上部に對する地下部の比は兩樹種共微明區に於て最小であるが、アカマツでは弱明區に於て之が最大であるのにヒノキでは之が日照度増すと共に増大し日照度増すと共に地上部に對比する地下部の固形物質生産度が遞減するものゝやうである(第 20, 21 表)。即ち根に於ける固形物質生産度或は充實度はアカマツに於ては日照によりて利せられ、ヒノキに於ては日照によりて不利となるやうである。

第 20 表 生比量の地下部/地上部 比の比較 (比數にて示す)

土壌含水度				日 光 照 射 度			
				明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	ア カ マ ツ		137	176	96	136
		ヒ ノ キ		136	119	85	113
適 潤	{	ア カ マ ツ		74	97	93	88
		ヒ ノ キ		106	115	86	102
乾	{	ア カ マ ツ		69	82	72	74
		ヒ ノ キ		106	70	78	85
平 均	{	ア カ マ ツ		93	118	87	100(1.16)
		ヒ ノ キ		116	101	83	100(0.94)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 21 表 水分比量の地下部
地上部 比の比較 (比數にて示す)

土 壤 含 水 度					日 光 照 射 度				
					明	弱 明		微 明	平 均
濕	{	ア	カ	マ	ツ	146	183	96	142
		ヒ		ノ	キ	138	117	82	113
適 潤	{	ア	カ	マ	ツ	72	96	94	87
		ヒ		ノ	キ	108	117	84	103
乾	{	ア	カ	マ	ツ	65	78	68	70
		ヒ		ノ	キ	109	68	75	84
平 均	{	ア	カ	マ	ツ	94	119	86	100(1.21)
		ヒ		ノ	キ	118	101	80	100(1.03)

() 内の數字は平均比數に對する實數

又地上部及地下部の一本當りの乾量及び組織粉末比重(乾物比量)並に是等の地上部に對する地下部の比が日照度と共に増すことは兩樹種に共通してゐるが(第 22, 23, 24, 25, 26, 27 表), 一本當りの乾量に就いて見ると, 日照度と共に之が増加する度合は, 地上部ではアカマツはヒノキに劣るを見るも, 地下部ではアカマツに於て遙かに大なるを見る。即ち明區と微明區との平均比數の差はヒノキでは 93 (143-50) に過ぎないのに, アカマツでは 128 (165-37) にも達する(第 22, 23 表)。而して一本當りの乾量の地上部に對する地下部の比及地上部の組織粉末比重, 乾物比量が日照度と共に増大する度合は, ヒノキよりもアカマツに於て遙かに大で明區と微明區との平均比數の差は, 前者に就いてはアカマツでは 73 (134-61) に達するのに, ヒノキでは僅かに 19 (108-89) に過ぎず(第 26 表), 後者に就いてはアカマツでは 12 (106-94) に達するのに, ヒノキでは僅かに 4 (102-98) に過ぎない(第 24, 25 表)。

第 22 表 アカマツ一本當りの乾量の比較 (比數にて示す)

				日 光 照 射 度			
土壤含水度				明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部	162	115	65	114	
		地 下 部	227	112	32	124	
適 潤	{	地 上 部	170	121	73	121	
		地 下 部	176	115	41	111	

乾	{	地 上 部	68	70	58	65
		地 下 部	93	67	38	66
平 均	{	地 上 部	133	102	65	100(0.101 g)
		地 下 部	165	98	37	100(0.031 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 23 表 ヒノキ一本當りの乾量の比較 (比數にて示す)

土壤含水度			日 光 照 射 度			
			明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部	213	150	63	142
		地 下 部	193	129	43	122
適 潤	{	地 上 部	138	131	75	115
		地 下 部	171	150	64	128
乾	{	地 上 部	56	38	38	44
		地 下 部	64	43	43	50
平 均	{	地 上 部	136	106	59	100(0.016 g)
		地 下 部	143	107	50	100(0.005 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 24 表 アカマツの組織粉末比重及乾物比量の比較 (比數にて示す)

土壤含水度			日 光 照 射 度			
			明	弱 明	微 明	平 均
濕	{	地 上 部	103	96	90	96
		地 下 部	131	109	86	109
適 潤	{	地 上 部	105	102	94	100
		地 下 部	103	94	90	96
乾	{	地 上 部	110	101	98	103
		地 下 部	103	97	88	96
平 均	{	地 上 部	106	100	94	100(0.402 g)
		地 下 部	112	100	88	100(0.381 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 25 表 ヒノキの組織粉末比重及乾物比量の比較（比數にて示す）

土壌含水度				日 光 照 射 度			
				明	弱 明	微 明	平 均
濕	地	上	部	102	104	99	102
	地	下	部	120	123	89	111
適 潤	地	上	部	103	99	96	99
	地	下	部	106	102	86	98
乾	地	上	部	101	98	98	99
	地	下	部	110	77	87	91
平 均	地	上	部	102	100	98	100(0.400 g)
	地	下	部	112	101	87	100(0.266 g)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 26 表 一本當り乾量の $\frac{\text{地下部}}{\text{地上部}}$ 比の比較（比數にて示す）

土壌含水度				日 光 照 射 度			
				明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア	カ	マ ツ	148	103	52	101
	ヒ	ノ	キ	89	85	68	81
適 潤	ア	カ	マ ツ	110	103	62	92
	ヒ	ノ	キ	123	113	85	107
乾	ア	カ	マ ツ	145	103	69	106
	ヒ	ノ	キ	113	113	113	113
平 均	ア	カ	マ ツ	134	103	61	100(0.29)
	ヒ	ノ	キ	108	104	89	100(0.29)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 27 表 組織粉末比重及乾物比量の $\frac{\text{地下部}}{\text{地上部}}$ 比の比較（比數にて示す）

土壌含水度				日 光 照 射 度			
				明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア	カ	マ ツ	126	114	95	112
	ヒ	ノ	キ	118	118	91	109

適 潤	{	ア カ マ ツ	98	92	95	95
		ヒ ノ キ	105	103	89	99
乾	{	ア カ マ ツ	93	95	89	92
		ヒ ノ キ	109	80	89	93
平 均	{	ア カ マ ツ	106	100	93	100(0.95)
		ヒ ノ キ	111	100	90	100(0.66)

() 内の數字は平均比數に對する實數

之等の事實を綜合すると 幼期に於ける 重量的發育度及固形物質生産度 或は充實度の點に於ても アカマツはヒノキよりも遙かに 日光關係に敏感である事實を示してゐるものゝやうである。

次に土壤含水度による影響に就いて見るに、地上部及地下部の一本當りの 生量、生比量、水分比量及生比量と水分比量との 地上部に對する 地下部の比が土壤濕度と共に増加する點は兩樹種に共通してゐるが(第 12 乃至 21 表)、地上部の一本當りの生量が土壤の乾燥により遞減する度合はアカマツよりもヒノキに於て大で、濕區と乾區との平均比數の差はアカマツでは 65 (122-57) に過ぎないのに(第 12 表)、ヒノキでは 112 (151-39) にも達する(第 13 表)。又一本當りの生量の地下部に對する地上部の比は アカマツでは適潤區で最大で濕區で最小であるのに、ヒノキでは之が土壤濕潤なる程増大する(第 15 表)。

又一本當りの乾量の地上部に對する地下部の比が乾區で最大であること及び地下部の組織粉末比重(乾物比量)及び組織粉末比重(乾物比量)の地上部に對する地下部の比が土壤濕潤なる程増大することは兩樹種に共通してゐるが(第 24 乃至 27 表)、アカマツの地上部の一本當りの乾量は適潤區で最大で、之に次ぎ濕區・乾區の順に大であるのに反し(第 22 表)、ヒノキの地上部では之が土壤濕潤なる程増加し(第 23 表)、特に組織粉末比重(乾物比量)はアカマツの地上部では土壤乾燥なる程増加し(第 24 表)、これは元來乾燥地に生育した植物體の細胞液の濃度は高いと云ふ從來の研究結果(14, 16, 21)に徴して當然な結果として考へられるが、ヒノキの地上部では之が反對に土壤濕潤なる程増加する事實は(第 25 表)結局ヒノキの發育が土壤の乾燥により抑制されたことを示してゐるやうである。

以上兩樹種の幼期に於ける伸長生長度及地上部地下部の量的及質的發育度の比較成績を通覽するに、アカマツはヒノキよりも日光關係に敏感で陽性であると同時に乾燥地に適應する能力大で、一方ヒノキは陰濕に對する適應力大であることが示されてゐる。

IV. 初生葉の構造の比較

(一) 實驗材料及實驗方法

本實驗はアカマツでは未だ通常葉出ず、ヒノキでは之が出て居るもその發育不十分なるため總て初生葉に就いて行つた。勿論葉の構造の比較に就て初生葉のみを云々するのは不十分なること明かであるも、本實驗に於てはその材料を幼植物に限つた關係上、己むを得ないことである。

6月30日各區より兩樹種共各6本宛の幼苗を選び其中3本宛は新鮮なる儘に、他の3本宛は醋酸フォルマリン液中に固定し置き、新鮮材料に就ては最下位の初生葉の中央部の横斷切片に於て中心柱の上側に位する細胞に就き細胞膜の壁面に沿ふ一列の葉綠粒數を調べ、固定材料に就ては最下位の初生葉の中央部の横斷切片を作りスダン III に依りクチクラ層を染色し、マイクロメータにより葉の厚さ、幅、表皮の厚さ及表皮細胞外側壁の厚さを測定し、葉肉組織の厚さを算出し、カメラルシダに依る適宜の大きさの轉寫圖によりクチクラ層の厚さを測定し、150 μ 平方内に現はれる葉肉組織の細胞數を數へ、同面積内に現はれる細胞間隙をカメラルシダにより方眼紙上に轉寫しその輪廓線で圍まれた方眼の數を數へて面積を求めた。

(二) 實驗結果

日照度増すと共に葉の厚さ、葉肉の厚さ及クチクラ層の厚さが増し、一定面積内に現はれる葉肉組織の細胞數及細胞間隙を減ずることは兩樹種に共通なる點で（第28, 34, 35, 36, 37表）、多くの他の場合（3, 31, 35, 36, 40, 41, 42）と一致する當然な結果であるが上下兩面の表皮及表皮細胞外側壁の厚さはアカマツでは日照度により鋭敏に變動し日照度増すと共に著しく厚くなるのに反し、ヒノキでは一般にその程度少く上面表皮の厚さの如きは日照度により殆んど影響されないやうである（第30, 31, 32, 33表）。

第28表 初生葉の厚さの比較（比數にて示す）

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	アカマツ	110	106	95	104
	ヒノキ	107	107	96	103
適 潤	アカマツ	103	99	95	99
	ヒノキ	107	107	90	101

乾	ア カ マ ツ	103	95	91	96
	ヒ ノ キ	101	96	90	96
平 均	ア カ マ ツ	105	100	94	100(79 μ)
	ヒ ノ キ	105	103	92	100(53 μ)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 29 表 葉 の 幅 の 比 較 (比數にて示す)

土壌含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	102	111	104	106
	ヒ ノ キ	104	103	105	104
適 潤	ア カ マ ツ	98	100	100	99
	ヒ ノ キ	102	102	97	100
乾	ア カ マ ツ	98	89	96	94
	ヒ ノ キ	100	100	88	96
平 均	ア カ マ ツ	99	100	100	100(138 μ)
	ヒ ノ キ	102	102	97	100(177 μ)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 30 表 上 面 表 皮 の 厚 さ の 比 較 (比數にて示す)

土壌含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	104	98	87	96
	ヒ ノ キ	96	96	96	96
適 潤	ア カ マ ツ	109	104	93	102
	ヒ ノ キ	102	102	102	102
乾	ア カ マ ツ	104	104	98	102
	ヒ ノ キ	102	102	102	102
平 均	ア カ マ ツ	106	102	93	100(18 μ)
	ヒ ノ キ	100	100	100	100(16 μ)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 31 表 上面表皮細胞外側壁の厚さの比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	135	90	60	95
	ヒ ノ キ	105	84	84	91
適 潤	ア カ マ ツ	135	90	75	100
	ヒ ノ キ	126	105	84	105
乾	ア カ マ ツ	135	105	75	105
	ヒ ノ キ	126	105	84	105
平 均	ア カ マ ツ	135	95	70	100(7 μ)
	ヒ ノ キ	119	98	84	100(5 μ)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 32 表 下面表皮の厚さの比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	112	95	89	99
	ヒ ノ キ	93	93	93	93
適 潤	ア カ マ ツ	101	101	101	101
	ヒ ノ キ	106	106	99	104
乾	ア カ マ ツ	106	101	95	101
	ヒ ノ キ	106	106	99	104
平 均	ア カ マ ツ	106	99	95	100(18 μ)
	ヒ ノ キ	102	102	97	100(15 μ)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 33 表 下面表皮細胞外側壁の厚さの比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	100	83	83	89
	ヒ ノ キ	84	84	84	84
適 潤	ア カ マ ツ	117	100	83	100
	ヒ ノ キ	112	112	84	103

乾	{	ア カ マ ツ	133	117	83	111
		ヒ ノ キ	141	112	84	112
平 均	{	ア カ マ ツ	117	100	83	100(6 μ)
		ヒ ノ キ	112	103	84	100(4 μ)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 34 表 クチクラ層の厚さの比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度				
		明	弱 明	微 明	平 均	
濕	{	ア カ マ ツ	112	112	75	100
		ヒ ノ キ	129	86	86	100
適 潤	{	ア カ マ ツ	112	112	75	100
		ヒ ノ キ	129	86	86	100
乾	{	ア カ マ ツ	112	112	75	100
		ヒ ノ キ	129	86	86	100
平 均	{	ア カ マ ツ	112	112	75	100(3 μ)
		ヒ ノ キ	129	86	86	100(2 μ)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 35 表 葉肉組織の厚さの比較 (比數にて示す)

土 壤 含 水 度		日 光 照 射 度				
		明	弱 明	微 明	平 均	
濕	{	ア カ マ ツ	113	115	101	110
		ヒ ノ キ	124	124	98	115
適 潤	{	ア カ マ ツ	101	97	94	97
		ヒ ノ キ	111	111	75	99
乾	{	ア カ マ ツ	101	90	87	93
		ヒ ノ キ	98	84	75	86
平 均	{	ア カ マ ツ	105	101	94	100(42%)
		ヒ ノ キ	111	106	83	100(23%)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 36 表 (150 μ^2) 内に現はれる葉肉組織細胞数の比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	86	86	99	90
	ヒ ノ キ	88	88	97	91
適 潤	ア カ マ ツ	99	99	99	99
	ヒ ノ キ	97	106	106	103
乾	ア カ マ ツ	111	111	111	111
	ヒ ノ キ	97	106	115	106
平 均	ア カ マ ツ	99	99	103	100(8)
	ヒ ノ キ	94	100	106	100(11)

() 内の數字は平均比數に對する實數

第 37 表 (150 μ^2) 内に現はれる葉肉組織細胞間隙の比較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	94	143	151	129
	ヒ ノ キ	80	129	184	131
適 潤	ア カ マ ツ	86	138	147	124
	ヒ ノ キ	72	99	158	110
乾	ア カ マ ツ	37	47	55	46
	ヒ ノ キ	53	56	69	59
平 均	ア カ マ ツ	72	109	118	100(199 μ^2)
	ヒ ノ キ	68	95	137	100(303 μ^2)

() 内の數字は平均比數に對する實數

殊に葉綠粒の含有度に於てはアカマツでは日照度の相違により鋭敏に變動し日照度増すと共に増加し明區と微明區との平均比數の差は 20 (111-91) に達するのに、ヒノキでは甚だ鈍感でその差は僅かに 3 (101-98) に過ぎずして (第 38 表), ヒノキの葉綠粒の形成度は日照度の増加に伴はず弱明區に於て既にその形成が頂點に達するやうである。

第 38 表 葉 綠 粒 の 含 有 度 比 較 (比數にて示す)

土壤含水度		日 光 照 射 度			
		明	弱 明	微 明	平 均
濕	ア カ マ ツ	119	107	98	108
	ヒ ノ キ	106	106	101	104
適 潤	ア カ マ ツ	111	96	90	99
	ヒ ノ キ	101	101	99	100
乾	ア カ マ ツ	102	91	84	92
	ヒ ノ キ	96	95	94	95
平 均	ア カ マ ツ	111	98	91	100(187)
	ヒ ノ キ	101	101	98	100(189)

() 内の數字は平均比數に對する實數

一方土壤含水度を増すと共に葉の厚さ、葉の幅、葉肉の厚さ及葉肉組織の細胞間隙を増し (第 28, 29, 35, 37 表)、一定面積内に現はれる葉肉組織の細胞數を減じ (第 36 表)、クチクラ層の厚さが土壤含水度により影響されない (第 34 表) 諸點は兩樹種に共通してゐるが、表皮の厚さ及表皮細胞外側壁の厚さが土壤乾燥なる程厚くなり、葉綠粒の含有度が土壤濕潤なる程増す割合は兩樹種に於て多少の差はある如くなるも、日照度の相違に關する場合の如く明瞭ではない (第 30, 31, 32, 33, 38 表)。

以上の結果に依れば、初生葉の構造の比較研究によりアカマツがヒノキよりも陽性であることは明かに認め得たが、兩樹種が土壤の乾燥により影響される程度の差は十分に之を明かに認めるに至らなかつた。

V. 考 察 及 結 論

以上日光照射度及土壤内含水度がアカマツ及ヒノキの種子發芽度、幼植物發育度及初生葉の構造に及ぼす影響振りを比較した結果を總覽するに之を次の三種に分け得る。

- A) 兩樹種に共通なる事實。
- B) 兩樹種に共通なるも程度に差ある事實。
- C) 兩樹種に於て影響振り相反する事實。

A) 兩樹種に共通なる事實

1) 日照度増すと共に地上部及地下部の一本當りの生量, 地上部の一本當りの乾量, 地下部の組織粉末比重 (或は乾物比量) 及組織粉末比重 (或は乾物比量) の地上部に對する地下部の比を増加し, 地上部の生比量及水分比量を遞減すること。

2) 日照度増すと共に, 葉の厚さ, 葉肉の厚さ及クチクラ層の厚さを増し, 一定面積内に現はれる葉肉組織の細胞數及細胞間隙を減少すること。

3) 土壤含水度増すと共に, 初生葉の長さ, 主根長に對する側根長の比を増し, 又地上部及地下部の生比量と水分比量, 地下部の組織粉末比重 (或は乾物比量) 及是等の地上部に對する地下部の比が増大し, 一本當りの乾量の地上部に對する地下部の比が減ずること。

4) 土壤濕潤なる程, 初生葉の厚さ, 葉肉の厚さ, 葉の幅, 葉肉組織の細胞間隙及葉綠粒の含有度を増し, 上下兩面の表皮の厚さ, 表皮細胞外側壁の厚さ及一定面積内に表はれる葉肉組織の細胞數を減ずること及びクチクラ層の厚さが土壤含水度により影響されないこと。

B) 兩樹種に共通なるも程度に差ある事實

1) 日照度増すと共に, 側根總延長, 主根長に對する側根長の比, 地下部の一本當りの乾量及一本當りの生量と乾量との地上部に對する地下部の比及地上部の組織粉末比重が増大する度合はヒノキよりもアカマツに於て大で, 殊に一本當りの乾量の地上部に對する地下部の比及地上部の組織粉末比重 (或は乾物比量) に於て兩者の日照度に對する感度の差が特に著しい。

2) 日照度増すと共に, 初生葉の表皮の厚さ, 表皮細胞外側壁の厚さ及葉綠粒の含有度が増大する度合はヒノキよりもアカマツに於て遙かに大で, 殊に葉綠粒の含有度に於て特に兩者の日照度に對する感度の差が著しく, ヒノキに於てはその形成度が既に弱光に於て頂點に達する。

3) 土壤の乾燥により, 伸長生長度或は地上高, 初生葉數 (ヒノキでは枝分れの數), 側根數及側根總延長並に地上部及地下部の一本當りの生量が遞減する割合はアカマツよりもヒノキに於て大で, ヒノキはアカマツよりも土壤の乾燥によりその幼期に於ける發育度が遙かに強く影響される。

C) 兩樹種に影響振り相反する事實

1) 種子の發芽速度はアカマツでは明區 (全日照) に於て最大であるのに, ヒノキでは微明區で最大であり, 兩樹種共適度の日照度に於て發芽率最大であるも, アカマツでは過明よりも

過暗の惡影響甚大であるに反し、ヒノキでは暗の極端なるは別として過暗よりも過明の惡影響大であり、アカマツはヒノキよりも種子の發芽度に於て日照に對する適應度がより高い。

2) 伸長生長度或は地上高、初生葉數及側根數はアカマツでは日照度増すにつれて増大するのに反し、ヒノキでは是等が明區（全日照）に於ては却つて抑制され弱明區で最大である。又兩樹種共明區（全日照）に於てその初生葉長が最短なるも、アカマツではこれが弱明區に於て最大に達するのに反し、ヒノキではこれが日照度減ずる程長さを増す。

3) 地下部の生比量及水分比量はアカマツでは明區（全日照）に於て最小であり、又生比量及水分比量の地上部に對する地下部の比はアカマツでは弱明區で最大であるのに反し、ヒノキでは是等が日照度増すと共に増大し、即ち地下部に於ける固形物質生産度或は關係の充實度はアカマツに於ては日照によりて利せられるが、ヒノキに於ては之が日照によりて不利となるやうである。

4) 兩樹種共乾燥土壤に於て發芽速度最も遅いが、アカマツでは之が適潤土壤に於て最も速いのに反し、ヒノキでは濕潤土壤に於て最も速く、又兩樹種共適潤土壤で發芽率最大であるが、アカマツでは土壤の乾燥よりも濕潤の惡影響大であるのに反し、ヒノキでは土壤の濕潤よりも乾燥の惡影響が甚大である。

5) アカマツの主根長は土壤乾燥なる程長大となり乾燥に適應した形態を呈するのに反し、ヒノキのそれは適潤土壤區で最も長く乾燥土壤區では最も短い。

6) 一本當りの生量の地下部に對する地上部の比はアカマツでは適潤土壤區で最大で濕潤土壤區では最小であり、地上部の一本當りの乾量はアカマツでは適潤土壤區で最大で濕潤土壤區では却つて減ずるのに反し、ヒノキでは是等が土壤濕潤なる程増大し、殊に地上部の組織粉末比重（或は乾物比量）に於てはアカマツでは之が土壤乾燥なる程増大するのに反し、ヒノキでは反對に之が土壤濕潤なる程増大し、即ちアカマツはその幼期に於ても乾性的であるのにヒノキは寧ろ濕性的であることを示すものと考へられる。

尙以上三種の事實の外に注目に價する事柄として茲に附記すべきは、アカマツ・ヒノキは何れも可なり敏感に日光關係及び水分關係の變異に應じて形質を變ずるもので、それぞれの陽乾性又は陰濕性は主としてその何れに支配されるものなりやの點は必ずしも明瞭では無いが、實驗結果を通覽する時は、アカマツは日光關係に對する適應度がより大であり、ヒノキは寧ろ日光關係よりも水分關係に對する適應度が大きであるらしき傾向を認め得るやうである。若し此の傾向が實在するとせばアカマツは好陽性を主として好乾性を從とするもの、ヒノキは好濕性を

主として好蔭性を従とするものと言ふことが出来る。この點は甚だ重大なる攻究問題で將來の徹底した研究を待望したい。

以上の諸實驗觀察の結果を總括して結論せば、種子の發芽度乃至幼植物の發育度に於てアカマツとヒノキとは日照度と土壤濕度とにより或形質に於ては 共通的に同様に影響されるが他の形質に於てはその被影響度に明かなる差異を示し、或は單に數量的に或は更に形質的に相違した點あるを示してゐる。而して其影響振りを通覽すると、アカマツは陽性であると同時に乾性であり、ヒノキはアカマツに比し蔭性であると同時に濕性であることが示されてゐる。但し單に初生葉の構造のみの比較によりては兩樹種の蔭陽性關係は之を明かにし得るも乾濕性關係は之を明かに認めるに至らなかつたのであり、隨つて此種の問題の徹底した解決には初生葉の構造以外の他の形質の比較を行ふことが必要である譯である。

以上之を概括するに 如上の事實により兎に角アカマツは陽乾樹であるのに對しヒノキはアカマツに比し蔭濕樹であること及び此兩樹種に於ては樹木の陽性と乾性及蔭性と濕性とが相伴ふものなることが明かに認められたのでありこの事は從來經驗的に信ぜられてゐる兩樹種の生理的特徴の相違點を實驗的に立證したのに外ならないのであるが、殊にこの種の結論が如上の範圍の研究即ち種子の發芽乃至幼期に於ける研究のみにより明かにし得ることは注目に値することであると共に、少からず實用的意味を持つものと考へられる。併し總ての蔭樹及陽樹が悉く蔭濕樹と陽乾樹とに分類され得るや否や、又其等の對日光關係及對水分關係の相違點がかかる幼期に於ける研究のみにより十分判明され得るや否やは多樹種に亘る後日の研究に俟たねばならぬ。

VI. 摘 要

本研究は樹木の對日光關係及對水分關係或は蔭陽性と乾濕性との間の關係を幼期に於ける研究によつても明かにするを得るや否やを調べる目的を以てアカマツ (*Pinus densiflora*) とヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) との二樹種に就き、4種の日光照射度及3種の土壤内含水度の組合せの12 (=4×3)種の條件の下に於ける種子發芽度、幼植物發育度並に初生葉の構造を比較研究した。その結果アカマツとヒノキとは日照度と土壤濕度とにより或る形質に於ては共通的に同様に影響されるが他の形質に於てはその被影響度に明かなる差異を示し、或は單に數量的に或は更に形質的に相違した變異を示すことが認められた。而して次の如き結論

に達した。

1) 種子の發芽度に於て、アカマツはヒノキよりも陽性であると同時に土壤の乾燥に對する適應度高く、濕潤に對する適應度はヒノキに於てより高い。

2) 幼期に於ける伸長生長度及地上部及地下部の 數量的 (數量及重量) 及び 形質的 (組織粉末比重, 乾物比量, 生比量及水分比量) 發育度に於て、アカマツはヒノキよりも強光に對する適應度高く陽性であると同時に乾燥地に適應する能力大であるが、ヒノキは寧ろ蔭濕に適することが認められた。

3) 初生葉の構造の比較により、アカマツがヒノキよりも陽性であることは明かに認め得るが、アカマツがヒノキよりも乾性的であることは十分明かに認めるに至らなかつたのであり、随つて此種の問題の徹底した解決には初生葉の構造以外の他の形質の比較を行ふことが必要である。

4) 以上之を概括するに、アカマツは陽乾樹であるに對しヒノキはアカマツに比し蔭濕樹であること及びこの兩樹種に於ては樹木の陽性と乾性及蔭性と濕性とが相伴ふことが結論される。而して斯る事柄が單に種子の發芽乃至幼期に於ける研究のみにより明かにし得ることは注目すべきことで、こは少からず實用的意味を持つものと考へられる。

引用文獻

- 1) 赤林實瞳, (1935). 幼苗の耐蔭度に就て. 生態學研究. 第一卷. 第三號 235.
- 2) BADOUX, H., (1898). Lichtversuche mit Deckgittern. Mitt. d. Schweiz. Cent. f. d. forstl. V.W. 6, 29-36.
- 3) BONNIER, G., (1895). Influence de la lumière électrique continue sur la forme et la structure des plantes. (Rev. gén. bot. 7, 241-257, 289-306, 332-342, 409-419.) cit. from PALLADIN's Plant Physiology edited by LIVINGSTON.
- 4) BOYSEN JENSEN, P., (1918). Studies on the production of matter in light and shadow plants. (Bot. Tidsskra., 36.) cit. from W. STILE, Photosynthesis London, 1925.
- 5) —, (1932). Die Stoffproduktion der Pflanzen. Jena.
- 6) BREITENLOHNER, (1879). Beiträge zur untersuchung der standörtlichen Verhältnisse des Wienerwaldes. Cent. f. ges. F.W. 5, 2-5.
- 7) BURNS, G. P., (1923). Minimum light requirements referred to a definite standard. (Burlington, Vt. Agr. exp. Sta. Bull., 235.) cit from J. W. TOUMEV, Foundation of silviculture upon an ecological basis, London. 1928.
- 8) CIESLAR, A., (1909). Licht- und Schattenholzarten. Lichtgenuss und Bodenfeuchtigkeit. Cent. f. d. ges. F.W., 35, 4-22.
- 9) CLEMENTS, F. E., & F. L. LONG, (1934). Factors in elongation and expansion under reduced light intensity. Pant Physiol. 9, 767-781
- 10) DANCKELMANN, B., (1899). Lichtmessung und Lichtverhältnisse im Walde. Zeit. f. F. u. Jagtwessen, 31, 321-345.
- 11) FRIEKE, K., (1904). "Licht- u. Schattenholzarten", ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. Cent. f. d. ges. F.W., 30, 315-325.
- 12) GIA, T. D., (1927). Betrag zur Kenntnis der Schattenfestigkeit verschiedener Holzarten im I. Lebensjahre. Forstwiss. Cent. 49, 386-397.
- 13) HANSON, H. C., (1917). Lief-structure as related to environment. Amer. Jour. Bot., 4, 533-560.
- 14) HARRIS, J. A., & LAWRENCE, J. V., (1917). Cryoscopic Determination of tissue fluids of plants of Jamaican coastal deserts. Bot. Gaz., 64, 285-305.
- 15) HIRAMATSU, K., (1932). On compensation point of woody plants. Science Reports of the Tohoku Imp. Univ. 4th series, Biology, Vol. 9, no. I, Sendai Japan, 71-77.
- 16) ILJIN, V., P. NAZAROVA, & M. OSTROVSKAJA, (1916). Osmotic pressure in roots and in leaves in relation to habitate moisture. Jour. Ecol., 4, 160-173.
- 17) 石川靜一, (1933). 杉, 赤松子苗の發生, 消失及生長と之に及ぼす環境. 主として氣象因子とに關する實驗的考察. 林學會雜誌. 15, 236.
- 18) 影山純介, (1925). 林木の生長と陽光の強度とに關する數理的. 研究. (改訂). 北大演習林研究報告. III, 2, 1-207.
- 19) 額瀨理一郎, 安田貞雄, (1927). 植物體內物質含有量測定に「組織粉末法」を利用することの效果に就て. 第一報. 九大農學部學藝雜誌. 2, 200-208.
- 20) 額瀨理一郎, 竹内亮, (1928). 植物體內物質含有量測定に「組織粉末法」を利用することの效果に就て. 第四報. 九大農學部學藝雜誌. 3, 154-181.
- 21) KÔKETSU, R., (1932). Studien über die Wasserverhältnisse, insbesondere die hygroskopische Wasseraufnahme des Gewebepulvers mit Berücksichtigung des Wasserhaushaltes in Pflanzenkörper. Jour.

- Dep. Agr. Kyushu Imp. Univ. 3, 149-178.
- 22) KRAFT, G., (1878). Ueber des Beschattungsertragniss der Waldläume. F. u. Jagd-zeitung. 54, 164-167.
 - 23) LIRO, J. IVAR, (1909). Ueber die Photochemische Chlorophyllbildung bei den Phanerogamen. (Ann. Acad. Sci. Fennicae. 1, 1-147.) cit. from PALLADIN's Plant Physiology edited by LIVINGSTON.
 - 24) LUBIMENKO, V. N., (1905). Sensitiveness of the chlorophyll apparatus of light-loving and shade-enduring plants. (Lyesnoi zhurnal, 35, 1269-1281, 1435-1449.) cit. from ZON & GRAVES's paper. (45).
 - 25) —, (1906). New data on the sensitiveness of the chlorophyll apparatus of light-loving and shade-enduring plants. (Lyesnoi zhurnal, 36, 17-34.) cit. from ZON & GRAVES's paper (45).
 - 26) LUNDEGÅRDH, H., (1921). Ecological studies on the assimilation of certain forest-plant and shore-plants. (Svensk. Bot. Tidskr., 15, 46-95.) cit. from HIRAMATSU's paper. (15).
 - 27) —, (1924). Der Kreislauf der Kohlensäure in der Natur. Jena, 1924.
 - 28) MAXIMOV, N. A., & E. LEBENDINTSEV, (1923). Ueber den Einfluss von Beleuchtungsverhältnissen auf die Entwicklung des Wurzelsystems. (Ber. Deut. Bot. Ges., 41, 292-297.) cit. from MAXIMOV's Work. (29).
 - 29) MAXIMOV, N. A., (1929). The Plant in Relation to Water. London.
 - 30) NIKOLSKY's Work (1881). (In Trans. of Peterovsky Acad.) cit. from ZON & GRAVES's paper. (45).
 - 31) PENFOUND, W. T., (1931). Plant anatomy as conditioned by light intensity and soil moisture. Amer. Jour. Bot. 18, 558-572.
 - 32) RIPPET, A., (1919). Der Einfluss der Bodentrockenheit auf den anatomischen Bau der Pflanzen, insbesondere von *Sinapsis alba*, etc. (Beih. Bot. Centrabl., 1, 36, 187-260.) cit. from MAXIMOV's Work. (29).
 - 33) 佐藤義夫, (1929). エゾマツ天然更新上の基礎要件と其適用. 北大演習林研究報告. 4, 1-354.
 - 34) SHILEY, H. L., (1929). Influence of light intensity and light quality upon the growth of plants. Amer. Jour. Bot. 16, 354-390.
 - 35) SCHRAMM, R., (1912). Ueber die anatomischen Jugendformen der Blätter einheimischer Holzpflanzen. Flora, 104, N.F. 4, 225.
 - 36) 島倉已三郎, (1934). 二三針葉樹の陽葉と蔭葉との構造. 植物及動物. 2, 1043-1052.
 - 37) 白澤保美, (1905). 樹種の蔭陽に就て. 農商務省林業試験場報告. 2, 41-61.
 - 38) SÖDING, H., (1934). Ueber die Bedingungen für die Entstehung der Sonnenblätter. Per. deut. Bot. Ges., 52, 110.
 - 39) STÄLFELT, M. G., (1922). Zur Kenntnis der Kohlensäureproduktion von Sonnen u. Schattenblättern. (Meddl. fr. Statens Skogförsöksanstalt, 18.) cit. from LUNDEGÅRDH, H., "Klima und Boden" 1924.
 - 40) STAHL, E., (1883). Ueber den Einfluss des sonnigen oder schattigen Standortes auf die Ausbildung der Laubblätter. (Jen. Zeit. f. Naturwiss., 16, 1-39.) cit. from MAXIMOV's Work. (29).
 - 41) 竹内亮, (1931). 植物と外界との關係の數量的方法による研究. IV. 陽地と蔭地とに於ける同種植物の葉の表皮細胞壁に於ける屈曲度の比較. 九大農學部學藝雜誌. 4, 191-217.
 - 42) TAUBERT, F., (1926). Beiträge zur äusseren und inneren Morphologie der Licht- und Schatten-nadeln bei der Gattung *Abies*. Mitt. deut. Dend. Gesel., 2, 206.
 - 43) WEAVER & CLEMENTS, (1929). Plant Ecology. New York.
 - 44) WIESNER, J., (1907). Der Lichtgenuss der Pflanzen. Leipzig.
 - 45) ZON and GRAVES, H., (1911). Light in Relation to Tree Growth. U. S. Dep. Agr. Forest service-Bulletin. 92.

A COMPARATIVE STUDY ON THE INFLUENCE OF VARIOUS LIGHT
AND SOIL MOISTURE CONDITIONS UPON THE GERMINATION
OF SEEDS AND THE GROWTH OF SEEDLINGS OF *PINUS*
DENSIFLORA AND *CHAMAECYPARIS OBTUSA*

(Résumé)

SINKEI GEN

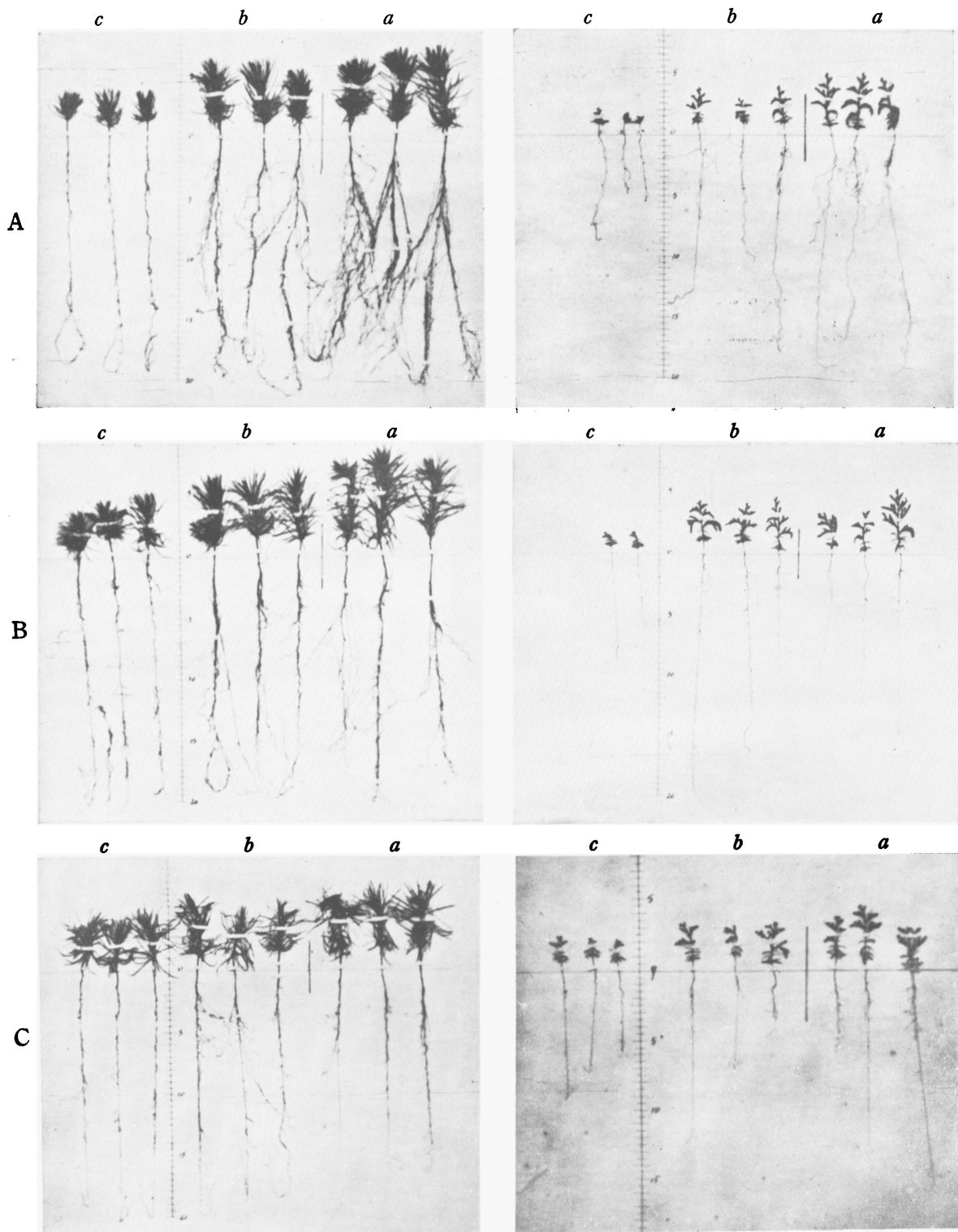
A study was made *Pinus densiflora* and *Chamaecyparis obtusa*, by comparing their rate of seed-germination and of growth of seedlings and the structure of their primary leaves. The material used was cultivated under 12 different conditions, made by varying the combinations of 4 degrees of light intensity with 3 degrees of soil moisture. This work was undertaken to see whether or not we can distinguish the differences in their response to light and moisture conditions by such a study, namely by a study of only the early stage of their development.

As the result of this study, it was found that in some points the tree species studied respond to light and soil moisture conditions in the same condition, namely in a same degree or in a different degree, and in other points they respond in the different directions.

The conclusions are summarized as follows.

(1) As to germination of seeds, adaptability to intense light and to lack of moisture in the soil is found greater in *P. densiflora* than in *Ch. obtusa*, while ability to endure moisture of soil is greater in the latter.

(2) As the result of investigation of the rate of elongation of seedlings, the rate of growth estimated from the numbers and weight of their aerial and underground organs, and the rate of growth judged from the values of KÔKETSU's "specific weight of tissue powder" (dry weight of the unit volume tissue powder), "relative weight of dry tissue substance" (weight of dry tissue per 1 cm³ tissue powder), "relative weight of fresh tissue substance" (weight of fresh tissue per 1 cm³ tissue powder) and "relative weight of tissue water" (water content of tissue per 1 cm³ tissue powder) of both aerial and underground part of seedlings, adaptability to light and lack of soil moisture seems also to be greater in *P. densiflora* than in *Ch. obtusa*.



玄 : アカマツ・ヒノキの幼植物生長
GEN: Growth of seedlings

(3) By comparison of the structure of primary leaves of the two tree species studied, it has been found that *P. densiflora* is more responsive to light intensity than *Ch. obtusa*, though no conspicuous difference as to the influence of soil moisture has been discovered.

(4) To sum up all the results obtained we may say that *P. densiflora* is a light-loving and drought-resistant tree, while *Ch. obtusa* is a shade-loving and moisture resistant tree. In the case of these two species, "light-loving" is accompanied by "drought-resistance" and "shade-enduring" with "moisture-resistance".

It may be worth while to say that the fact that such a conclusion was derived from a study only of seed-germination and of the early stage of tree development, is of real practical value.

圖 版 説 明

左アカマツ，右ヒノキ

A = 日光照射度 明

B = 日光照射度 弱 明

C = 日光照射度 微 明

a = 土壤含水度 濕

b = 土壤含水度 適 潤

c = 土壤含水度 乾

暗區の材料は寫眞撮影を省略した。