

スギ・ヒノキ・アカマツの造林學的取扱方に對する基礎的考察

柴田 信男

緒 言

スギ、ヒノキおよびアカマツの3種は我國の造林樹種として古くからもつとも重要視され、したがつてそれ等の個々についての調査研究は、既に山をなすの感さえあるのであるが、筆者はこれらの3者を同時に比較對照し、且つなるべく實驗的觀察の上に立脚して、その個體としての性格、森林としての生態的特徴を檢討し、從來の考え方を回顧反省し、以てこれら3樹種の造林學的取扱い方に對する基礎を固めたいと念願している。

ここに報告せんとする事項は水分經濟の點よりの研究の一翼をなす項目であつて、いまだ不審の點多く、今後一層追究されねばならないことが、多いが一應豫報として取纏めた次第である。

ここに絶えず御指導を賜つた、佐藤・岡崎両先生ならびに蒸散量測定の一部を援助された倉本義秀氏に深く謝意を表する。

其一、葉の含水量、灰分量並びに蒸散量の季節的變化及び日變化

I 實驗材料および實驗方法

1、實驗材料 苗木と壯齡木とについて實驗を試みた。すなわち實驗材料の1群は(A)京都大學演習林構内本部試驗地養成の2~3年生苗木、他の1群(B)は演習林上賀茂試驗地内の樹齡15~16年生の林縁木(スギおよびヒノキ)および孤立木(アカマツ)で、立地條件の差による影響を消除するよう、なるべく接近せるものを選んだ。また葉齡によつて性質がいちじるしく異なることは既に認められているので、各樹種共1年葉と2年葉に區別した。その區別は新しい葉芽の發生より翌春の新葉芽が發生するまでの間を1年葉とし、これに對してその前年に發生したものを2年葉とした。但しヒノキにおいては、葉の生長がおそく、時期により、切枝法による蒸散量測定において一つの條件となる短時間内に必要量の葉を採取するためと1.2年葉の識別が困難な場合も加わつて1年葉に2年葉を多少混じたり、2年葉に1年葉を混ざることがあつた(それには實驗結果の數値に×印を附した)また新葉開舒の當初、これまで1年葉としたものが2年葉になる轉換期のものは△印を附した。葉の着生位置すなわち樹冠の位置(高さ、方位)によつても異なるであろうが、本實驗では(A)列は頂部近くより(B)列は地上1.5~2m附近より採取した。

2、實驗方法 主として昭和17年3月より18年5月にわたつて毎月1回ずつ測定を行つた。(なお1部は19年にまたがつて不備の點を補足し、季節的變化の状態を知るように努めた。

また日變化を知るために17年8月26日より27日にかけて3時間毎に測定した。實驗方法の概要は次のようである。

1) 蒸散量の測定 蒸散量測定法にはいろいろあるが、切斷枝葉を用うる切枝法が本研究の目的には簡便であるので、それによつた。測定は毎回12~15時の間に行い、なるべく2人協力して、試料採取と秤量を分擔し、迅速を期し、またスギ・ヒノキおよびアカマツの葉を葉齡別に3回ずつ、且つ交互に行い、測定時間のずれによる誤差を消除するように努めた。1回の測定試料は3~20グラム内外とし、切斷後直ちに1/100グラムまでの精度で秤量した。秤量済みの試料は、天秤の傍らに並置または懸垂し、直ちに次の試料の測定を順々に迅速に行うようにし、また、第1回の秤量時刻を記帳しておいて10分經過後第2回目の秤量を行うようにした。

この實驗方法の吟味については岡崎(7: P.20~22)、柴田(10: P. 12~13)に記載されているので省略する。

10分間における減量を以て假に蒸散量と見做し、對生量%，對乾量%，對含水量%にて表示した。
 (岡崎博士は1分間の減量に換算しておられるが、ここでは10分間の減量を以て示した)

2) 含水量, 乾物量, 灰分量の測定 これらはすべて蒸散量測定を試料を用い、常法によつて定量した。

〔附〕 有機物/灰分の比 日夜、刻々、集散常なき灰分と同化生成物との量的關係を表現する意味を以て、有機物/灰分の比を計算して見た。ここに有機物とは灰分測定時における灼熱損量を以て假に代表した。

備考 蒸散量等は氣象條件に影響されることが大きいので測定時の日照量、氣温又は濕度を表示した方がよいが本實驗ではスギ、ヒノキ、アカマツの3者を比較するのが主目的であるので記載を省略した。

II 實驗結果

各回各樹種別、葉齡別に行つた3カずつの實驗結果を算術平均により求め(特別異常な數値のある時は計算の際除外した)各月別に整理した結果を第1~2表に示した。なおアカマツの春芽は4月上旬より5月に急速な伸長をなす*。スギも亦4月下旬に伸長を開始し、5月中旬より旺盛となることが上賀茂試驗地に於ける調査によつて明かとなつていたので、測定結果を5月より翌年の4月に整理配列表示した。

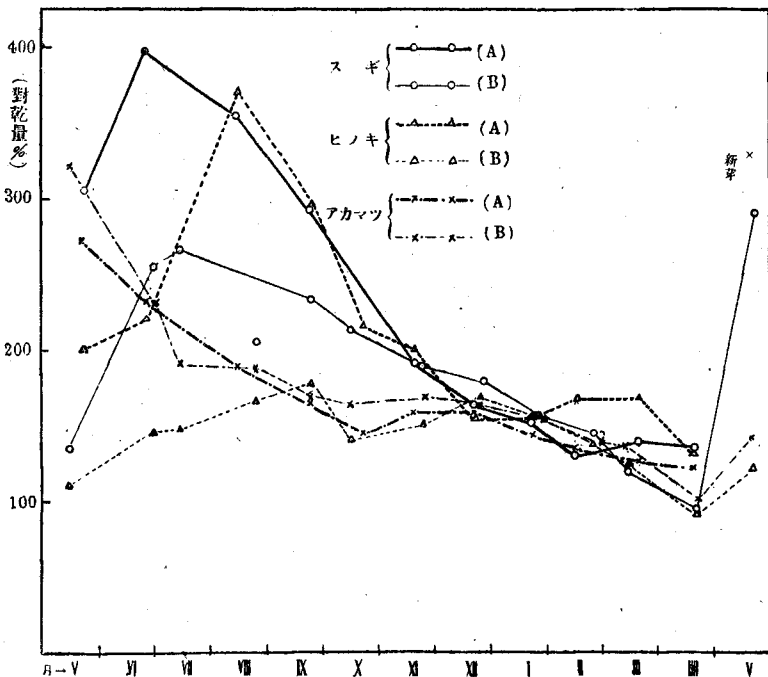
*アカマツの生長経過については、平田、神保、1933. 7; P. 23を又スギの生長経過については、辻志良、1934 京大卒業論文 No. 87 P. 40 又は佐藤、1950〔スギの研究〕中の拙稿P. 228~229を参照せられたい。

■ 實驗結果の要約と考察

1. 葉の含水量の季節的變化

(1) 何れの樹種を問わず葉の開舒後急増し、10月以降は急減する(第1表及び第1圖参照)

第 1 圖 葉の含水量の季節的變化(1年葉)



第1表 含水量、灰分量等の季節的變化

葉齡 測定日	含水量 (對乾量%)						乾物量 (對生量%)						灰分量 (對乾量%)						有機物/灰分の比									
	スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ					
	1	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2				
(A) 本部試験地	V 21	△305		200	274	124		△25		△33	36	45		△5.4	—	△3.9	3.0	3.6		△18		△26	32	28				
	VI 27	399	△189	222	165	232	118	20	35	31	38	30	45	4.7	5.0	4.6	5.4	2.7	5.1	20	19	21	17	38	19			
	VII 15	355	177	371	182	190	154	22	43	21	36	35	39	5.1	4.6	4.7	6.6	2.2	3.1	18	21	23	14	44	31			
	VIII 25	296	188	298	180	164	156	25	35	27	36	38	38	5.2	5.3	5.8	6.3	2.6	3.1	18	18	16	15	37	31			
	IX 22	123	171	216	157	145	133	31	37	33	39	41	43	5.2	6.2	5.0	4.9	2.7	3.2	18	16	20	19	34	28			
	X 20	193	165	×200	—	158	151	34	38	×33	—	39	40	4.3	4.8	×4.4	5.4	3.0	2.8	23	20	×22	—	33	35			
	XI 22	165	137	155	133	158	130	38	42	39	41	39	44	4.1	4.9	4.2	5.3	2.5	2.0	23	19	23	18	40	49			
	II 22	153	120	156	128	147	—	40	45	39	44	41	—	4.3	4.9	4.1	—	2.3	—	23	19	24	18	43	—			
	III 16	134	115	166	158	136	—	45	47	38	39	42	—	4.0	5.3	3.7	5.4	2.2	—	24	18	26	18	44	—			
	III 29	140	123	165	149	129	—	42	45	38	40	44	—	4.5	4.4	3.7	5.2	2.7	—	21	21	26	18	36	—			
	IV 20	136	142	132	140	△123	—	42	41	43	47	△45	○24	—	5.0	4.6	4.0	5.7	△3.0	4.0	—	19	21	24	17	△32	○28	—
(B) 上賀茂試験地	V 21	291	113	×120	98	○331	143	36	47	45	51	○23	41	4.9	3.6	×3.1	2.7	○3.7	2.2	20	35	×32	37	○26	43			
	VI 30	257	116	×146	—	230	133	28	47	×41	—	30	43	3.6	2.5	×3.3	—	2.2	1.9	27	40	×30	—	45	52			
	VII 14	266	115	×149	—	193	132	27	47	×39	—	34	43	3.9	5.7	×3.2	—	1.9	2.0	25	17	×31	—	37	50			
	VIII 25	204	141	167	121	191	149	33	41	37	45	34	40	3.4	3.0	3.4	3.5	2.6	2.6	26	33	29	28	38	39			
	IX 23	237	144	×181	—	172	145	30	41	×36	—	36	41	2.5	2.4	×2.7	—	1.7	2.0	39	46	×38	—	47	50			
	X 15	212	144	143	×139	165	148	32	41	41	×42	38	40	3.7	4.1	3.1	×3.6	2.5	1.9	26	24	31	×28	43	48			
	XI 28	192	144	152	143	171	—	34	41	40	41	37	—	2.7	2.4	2.6	3.6	2.0	—	35	43	37	28	49	—			
	II 27	180	173	173	147	168	—	36	37	37	41	37	—	3.5	3.7	3.1	2.3	2.2	—	28	23	31	28	45	—			
	III 27	162	143	155	141	156	—	38	41	39	41	39	—	3.3	4.3	2.7	3.6	1.9	—	30	23	35	27	53	—			
	III 26	145	130	140	116	146	—	41	43	42	46	41	—	3.1	3.7	2.9	3.1	1.9	—	32	29	34	31	52	—			
	III 15	130	116	126	137	140	—	43	46	44	42	42	—	2.9	3.5	2.4	2.7	2.6	—	34	25	41	36	48	—			
	IV 22	94	75	93	84	△100	—	51	57	52	54	△50	○36	—	3.5	4.7	3.3	4.4	△2.4	4.0	—	28	21	29	22	△41	○24	—

太字は最大値 ○は新葉芽 ×は1.2年葉混合 △は新葉芽發生により1年葉から2年葉に轉換せんとするもの

第2表 蒸散量の季節的變化

試験地	葉齡別 測定月日	對生量 %						對乾量 %						對含水量 %					
		スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
(A) 本部試験地	V 21	—	△1.6	—	△2.5	1.8	4.9	—	△6.2	—	△7.5	6.7	11.1	—	△2.2	—	△3.9	2.5	9.9
	VI 27	2.1	2.1	4.2	3.3	6.5	4.9	10.5	6.2	13.9	8.8	21.6	10.7	2.6	3.3	6.1	5.4	9.3	9.1
	VII 15	6.4	7.7	6.5	4.3	4.2	1.8	29.2	14.4	18.2	12.2	12.4	4.3	8.2	10.9	7.2	6.7	6.4	3.0
	IX 25	2.8	2.5	3.0	2.8	3.4	4.7	11.0	7.2	11.8	7.9	8.9	12.0	3.8	3.9	4.0	4.3	5.4	7.7
	X 22	1.7	1.3	2.3	1.3	2.2	1.9	5.4	3.6	7.4	3.4	5.4	4.5	2.4	2.1	3.4	2.2	3.7	3.1
	XI 20	1.3	0.8	×1.1	—	3.6	0.6	3.9	2.3	×3.4	—	9.4	1.6	2.0	1.3	×1.6	—	6.0	1.3
	XII 22	0.9	0.6	0.6	0.8	0.9	0.4	2.3	1.5	1.4	2.0	2.3	1.0	1.4	1.1	0.9	1.4	1.5	0.8
	I 22	1.6	1.7	1.4	0.8	1.2	—	4.2	3.7	3.6	1.8	1.9	—	1.7	3.1	2.3	1.4	1.3	—
	II 16	0.4	0.5	0.3	0.6	0.4	—	0.8	1.1	1.0	2.3	1.0	—	0.7	1.3	0.6	1.4	0.7	—
	III 29	1.1	0.9	1.2	1.1	1.9	—	2.7	2.1	2.6	3.5	4.4	—	1.9	1.7	1.9	1.6	3.0	—
IV 20	0.9	1.1	2.1	1.8	△8.4 ○0.5	—	1.5	2.6	4.9	4.3	△18.8 ○2.0	—	1.1	1.8	3.7	3.1	△15.3 ○1.3	—	
(B) 上賀茂試験地	V 21	△3.4	3.2	×2.5	1.9	○3.9	9.6	△13.2	6.7	×5.4	3.8	17.3	23.3	△4.5	5.9	×4.5	4.0	4.1	16.3
	VI 30	0.9	0.8	×0.9	—	1.1	1.8	3.3	1.8	×2.2	—	3.7	4.1	1.3	1.5	×1.5	—	1.6	3.1
	VII 14	2.3	2.3	×2.4	—	2.7	2.7	8.5	5.0	×6.0	—	7.8	6.8	3.2	4.3	4.1	—	4.1	4.8
	VIII 25	4.0	4.9	5.7	5.4	13.0	12.6	12.1	12.0	13.6	11.9	36.8	31.3	5.9	8.3	8.4	9.9	19.5	21.0
	IX 23	1.1	0.8	×1.1	—	3.6	2.4	3.6	—	×3.1	—	10.1	5.9	1.5	1.3	×1.7	—	7.0	4.1
	X 15	2.9	2.4	2.6	×1.8	7.2	4.3	9.0	5.6	6.4	4.3	19.2	10.9	4.3	3.8	4.5	×3.1	11.6	7.4
	XI 28	1.2	1.1	1.2	0.8	1.2	—	3.5	2.5	2.9	1.9	3.2	—	1.9	1.8	1.9	1.3	1.8	—
	XII 27	0.3	0.5	0.5	0.4	0.8	—	0.8	1.4	1.3	1.1	6.0	—	0.4	1.0	0.7	0.7	1.3	—
	I 27	0.4	0.4	0.2	0.3	0.8	—	0.7	0.7	0.3	0.6	3.1	—	0.7	0.7	0.3	0.6	1.1	—
	II 26	0.5	0.4	0.4	0.1	0.9	—	1.3	1.0	0.9	0.2	2.2	—	0.9	0.7	0.7	0.2	1.5	—
III 15	1.1	1.2	1.3	1.6	5.3 △7.3	—	2.5	2.6	2.8	3.4	12.6	—	1.5	2.2	2.3	2.9	9.2	—	
IV 22	2.0	2.3	1.5	2.1	○1.9	—	3.9	4.1	2.9	3.9	△14.3 0.53	—	4.1	5.1	4.1	5.2	△16.4 ○3.0	—	

太字は最高値 ○は新葉芽 ×は1.2年葉混合 △は新葉芽發生により1年葉から2年葉に轉換せんとするもの

- (2) 2年葉の含水量は1年葉に比し各季節を通じて概していちじるしく少ない傾向がある。
(例外もある)
- (3) 葉の最大含水量はスギがもつとも高いが、アカマツとヒノキとの関係は不定で、実験(A)列ではアカマツが少ないのに(B)列では各季節を通じてアカマツがヒノキよりも多い傾向がある。

第3表 葉の最大含水量とその時期

試験地	1年葉			2年葉		
	スギ	ヒノキ	アカマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
(A)本部試験地 (2年生苗木)	399 (6月下旬)	371 (8月下旬)	297 (4月中旬)	189* (6月下旬)	182 (8月中旬)	156. (9月下旬)
(B)上賀茂試験地 (壯齡木)	291 (5月下旬)	×181 (9月下旬)	331 (5月下旬)	173 (12月下旬)	147 (12月下旬)	149 (8月下旬)

*1年葉より2年葉への轉換期のものは305% (5月下旬)を示した。

**実験(A)列では7月の測定が缺けているが7月以外では8月が最大であり、実験(B)列では7月より8月の方が多く、9月は更に増加している。

(4) 1年葉の含水量最大の時期は樹種によつていちじるしく異なり、アカマツもつとも早くスギ・ヒノキに先じて4月中旬より5月にかけて300%に及ぶ。スギは5月下旬より6月下旬であり、ヒノキはさらにおくれて8月か9月下旬である。2年葉と1年葉の含水量の季節的變化は必ずしも並行しない。

(5) 成長期と休止期に分けて見るに第4表のように実験(A)列苗木ではスギの葉は成長期に特別含水量が大であり、年間を通じてもヒノキまたはアカマツよりも多い傾向があるが、実験(B)列、上賀茂壯齡木ではアカマツの方がスギよりも多い。

アカマツがスギよりも多いことは1939年4~11月にスギ、ヒノキおよびアカマツを同時に比較測定された鈴木氏¹²⁾の報告とも一致する。

第4表 生長期休止期別含水量の比較

(a) 1年葉の含水量(柴田)

(b) 針葉・枝別含水量(鈴木:1941)

區別	(A)本部試験地			(B)上賀茂試験地		
	スギ	ヒノキ	アカマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
成長期(5月~9月)	340	272	215	233	145	240
休止期(10月~4月)	162	166	145	150	132	153
全年(5月~4月)	222	210	168	181	137	186

區別	成長期(4月~9月)			全年(10月~翌年11月)		
	スギ	ヒノキ	アカマツ	スギ	ヒノキ	アカマツ
針葉	171	153	171	161	153	160
枝	162	92	173	150	102	162
葉枝の平均	169	123	172	155	127	161

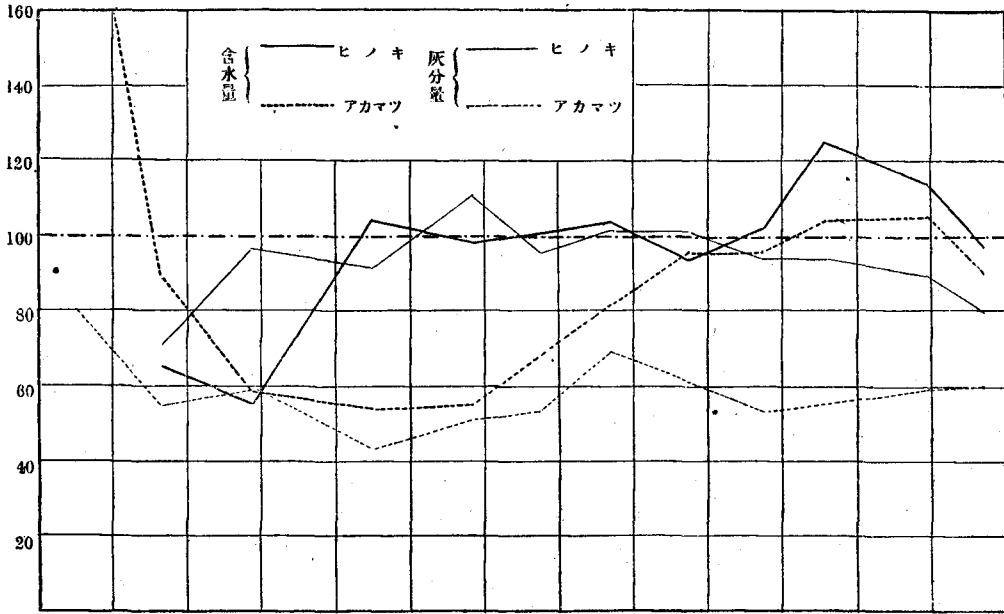
スギを基準としてヒノキまたはアカマツとの比較例は第2圖によつて明瞭に知られるであろう。
なおアカマツ材の含水量分布については鎌倉¹⁾の研究があり概して地上高位置に多い。スギ材については柴田¹¹⁾に記載しているが両者を同時に比較されたものはない。

(本実験では当初から成るべく立地条件の等しいやう実験材料を選んだつもりであつたが、今から考へて見るとアカマツがより水邊に近かつたことに氣づいた。但し鈴木氏の實驗結果も實驗材料採取の位置には注意されたと思はれるが、アカマツの方が多い)

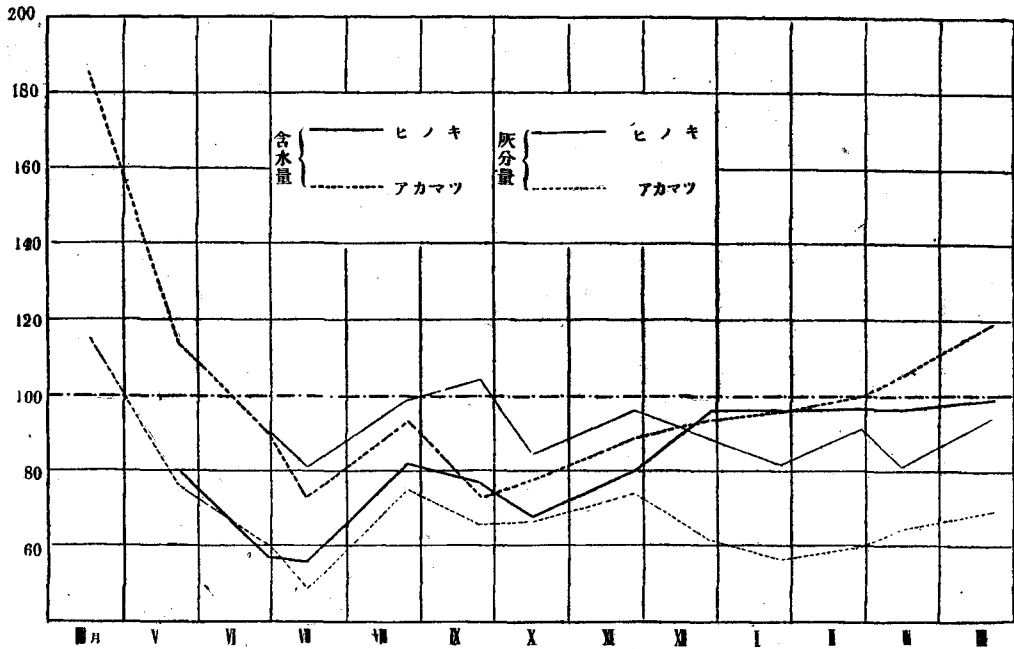
旺盛な生育上葉の含水量が多い方が望ましいのであるか否やは又別の問題である、なお土壤水分と生育との關係についても改めて報告する機会があらう。

そこで疑問となることは、

第2圖 a 各月いつもスギを100とした時のヒノキ、アカマツの含水量、灰分量 實驗(A)列幼苗1年葉



第2圖 b 同 上 實驗 (B) 列壯齡木1年葉



- (a) アカマツの方が多いのが正常なのか
- (b) 生育地の条件が樹種間の特性を越えるものか
- (c) 樹齢によつて水に対する要求度が變化するのか

と云ふことである。(a)の同一立地にてはアカマツの葉の含水量がスギやヒノキの含水量よりも多いのが正常であると假定すれば、従來の考え方を改めねばならない。

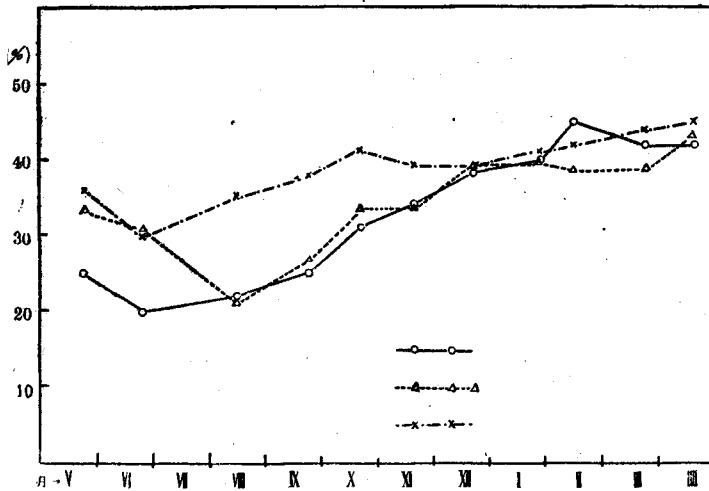
(b) の生育地の条件 特に土壌含水量によつて葉の含水量が影響されることは既にスギにおいても認められていることであるが、今僅かな立地条件の差異が樹種の個性の相違（この場合水分に対する性質）以上にひびくものとすれば、第1從來乾燥地にもよく生育するとされるアカマツもスギの立地のように水に恵まれる立地に於てはスギ以上に葉に水分を含むものである。したがつてアカマツ林の取扱い上にも考慮すべき餘地があることとなり、第2には將來樹種の個性を問題にする實驗研究においては生育地の水分条件に一層の注意を拂わねばならないことを教えられる。

2. 乾物量の季節的變化

乾物は春季成長開始後1時低下し、6、7月頃より秋期にかけて増加し、冬期間も徐々に増大し、3、4月頃に最大となり再び減少する（對生量%にて示される乾物量は含水量(對生量%)と逆の関係にある）これは Langlet¹⁾氏の Pinus silvestris L. についての研究とも一致している。氏によると糖分、油脂、貯藏纖維、タンニン等はこの乾物量の増加と同一経過をとり、澱粉時としては葉綠素はこれと反對の経過をとるもので、乾物量の消長はこれら物質の消長を代表するものであると述べている。

佐藤、岡崎、柴田等 (8, P. 567) の研究によれば冬期におけるスギの細胞液中滲透的に作用する物質としては、全滲透價に對し糖類 35~48%，全鹽類 34~53%であり、また全鹽類中有機鹽類が30~53%を占めている。Ca 鹽は全滲透價に對し9~8%，Na 鹽は2~6%である。各樹種について如斯物質の季節的消長を比較精査することも残された問題である。

第3圖 乾物量(對生量%)の季節的變化 實驗(A)列幼苗1年葉



3. 灰分量の季節的變化

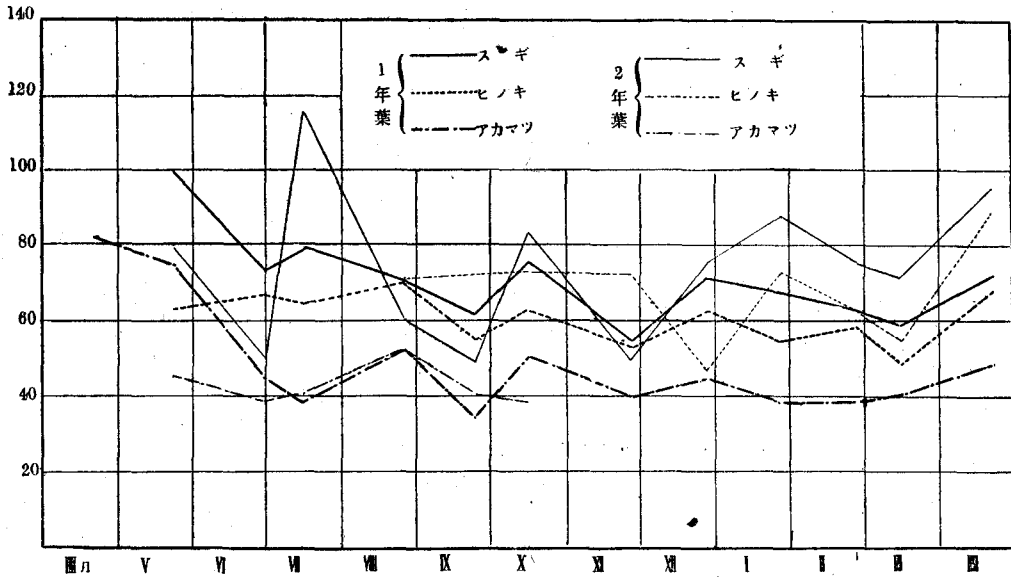
(1) 樹種間の相違、年間を通じて見るに、(a) 1年葉ではスギ葉にもつとも多く、ヒノキはスギよりも概して僅かに少ない。アカマツは両者に比していちじるしく少く約半ばに近い値を示す。2年葉では實驗(A)列の場合はスギよりもヒノキの方が多い傾向があるが、實驗(B)列の場合はヒノキの方が少ない。アカマツは(A)(B)列共にスギおよびヒノキに比していちじるしく少ない(第2圖(a)(b)参照)。

第5表 成長期、休止期別灰分量

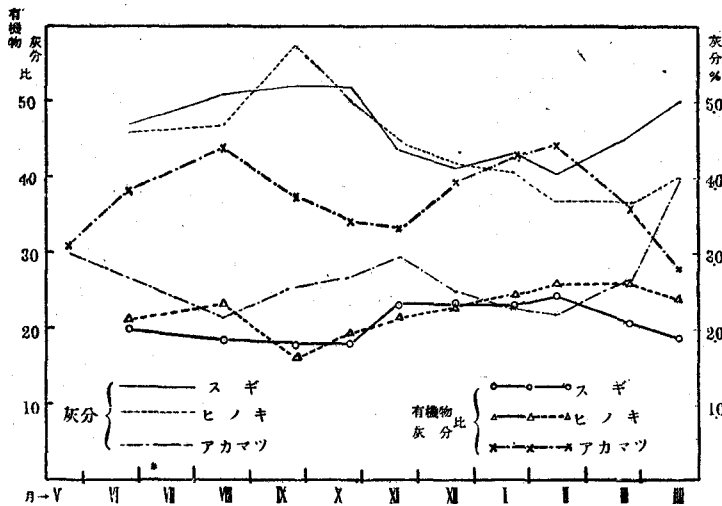
區別 葉の 年齢	(A) 本部試験地						(B) 上賀茂試験地					
	スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
成長期(5~10月)	5.1	5.3	5.0	5.4	2.6	3.6	3.7	3.7	3.1	3.3	2.4	2.1
休止期(11~4月)	4.4	4.5	4.0	5.4	2.6	2.4	3.2	3.7	2.8	3.3	2.1	—
全年(5~4月)	4.8	5.0	4.5	5.4	2.6	3.0	3.5	3.7	2.9	3.3	2.3	2.1

(2) 灰分量 (對乾量%) の最大の時期は新葉發生の當初である。何れの樹種もその後一時減少するが、アカマツがもつとも急に減少する (第4圖 (a) (b) 参照)

第4圖 (a) 灰分量の季節的變化 スギ1年葉の最大値を100とせる時の樹種別、葉齡別比較 (實驗(B)列上賀茂試驗地壯齡木の例)



第4圖 (b) 有機物の比の季節的變化 (實驗(A)列本部試驗地1年葉)



(3) 灰分量 (對乾量%) が、生長休止期には比較的一定であるのに成長旺盛期には甚しく不定であること、すなわち時により變化が大きいかと、3月より5月にかけて増加することはスギ、ヒノキ、アカマツを通じて一致していることなどは、嫩芽葉の灰分の特により多量と共に注目すべきことであろう。

(3) 1年葉と2年葉を比較するにスギ、ヒノキは大體2年葉の方が多量傾向があり、アカマツは不定であるが落葉直前になると2年葉の方が少なくなるのではないかとと思われる。

(4) アカマツの嫩葉が特に舊葉より灰分が多いことも注目すべきであつて、アカマツの新しい芽條の伸長の著大なことと併せて、芽條の灰分の意義およびそのその成分が何ものであるかは追究せらるべき問題であろう。

註 (イ) 中塚氏⁽⁵⁾の研究によれば、落葉闊葉樹の葉の灰分は11月中旬までは季節と共に増加するが(P. 3~7頁)著者の實驗結果ではスギ、ヒノキ等は11月以降次第に減少する。

註 (ロ) 對乾量%にて表はされる灰分量は乾物中の有機物質の量と相對的のもので、灰分が移動又は蓄積さ

れないでも、有機物の消長が起れば、その%は當然變化するのであるから、灰分の移動が行はれるか、有機物の移動が活潑なのかを追究せねばならない。

中塚氏は%にて表はすと共に葉の中の灰分の絶対量を以て示してゐるが、スギ、ヒノキ、アカマツ等の灰成分に関してこのやうな年變化を研究したものを知らない。

(5) 同じく1年葉と言つても本部試験地の2年生苗の方が、上賀茂試験地の壯齡木のものに比していちじるしく灰分量が多い。このことは樹齡の相違によるものか、或はまた土壤の肥瘠に基因するものか断定できない。

備考 スギ、ヒノキアカマツ苗木の灰成分を比較研究せられそれ等の礦物養分要求度に関し究明されたものには芝本武夫氏 1933, 林試報告 No 33 がある。

4. 有機物/灰分の比の季節的變化

(1) この比は各樹種の無機成分に対する要求度をよく表現するものではあるまいか (第4圖参照)

(2) 實驗(A)列の結果(第4圖(b))ではアカマツは8月に最高を示し、その後漸減し、11月に最低となり、それより再び上昇し、2月頃に2回目の頂點を示し、再び急に低下している(實驗(B)列ではかく明瞭でない)

(3) スギ、ヒノキにてはアカマツ程に季節的變化を示さないが、8月頃稍々高い値を示し、9月または10月最低となり、それより漸昇し、2月最高となり再び低下する。スギ、ヒノキおよびアカマツを通じて2月頃に最大となる。

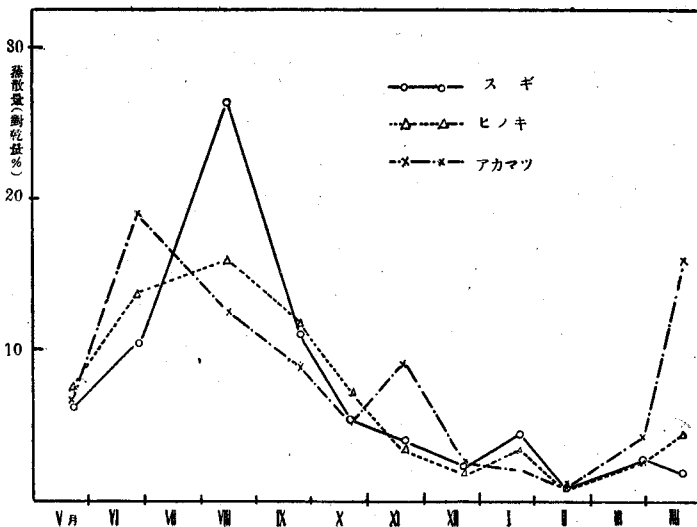
(4) 成長期と休止期を比較するに、何れの樹種も成長期(5~10)月に低い。これは成長期には一定の有機物質に對し(光合成に對し)より以上比較的少量の灰成分が葉に集結せらるることを意味する。

著者はここに何か生理的意義を見出したいと考えたのであつたが今は不明に終つた。御示教を御願ひしたい。

第4表 有機物/灰分の比

區別 葉齡	(A) 本部試験地						(B) 上賀茂試験地					
	スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
成長期(5~10月)	18	19	20	18	37	27	27	32	32	31	39	47
休止期(11~4月)	22	20	24	18	38	42	31	27	34	29	48	—
平均	20	20	22	18	38	35	29	30	33	30	43	—

第5圖 (a) 蒸散量の季節的變化 實驗(A)列幼苗1年葉



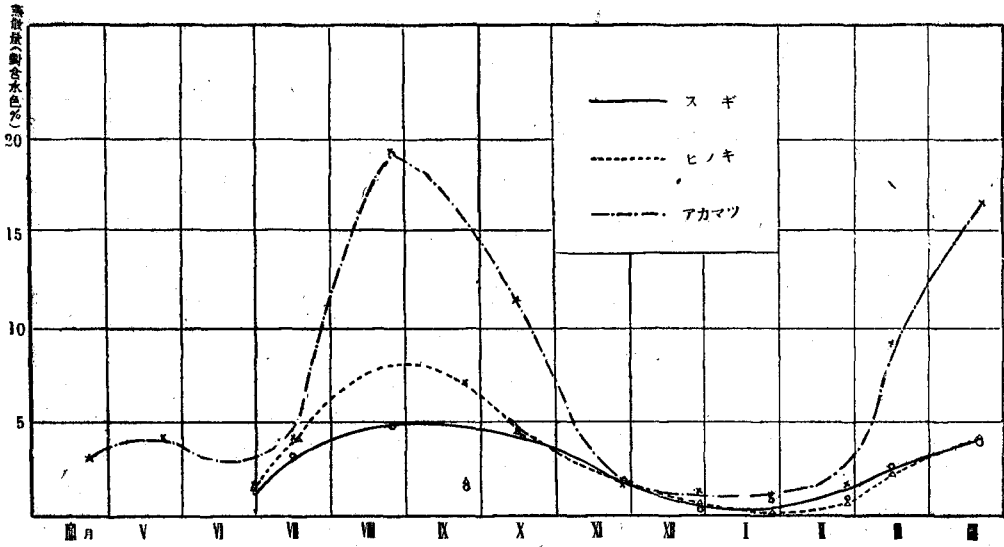
5. 蒸散量の季節的變化

(1) アカマツは3月中旬既に特に蒸散作用が著しく旺盛となり、4月となり新しい葉芽が伸長し初める初期においては、その葉芽よりは1年葉から2年葉への轉換期にある針葉の蒸散量が大きであることは注目すべきである。

スギ、ヒノキもまた2月に比して3月は蒸散量が急に増大するがアカマツ程でない。

×まだ充分伸びない針葉と軸との合體したすのについて測定した。

第5圖 (b) 蒸散量の季節的變化 (対含水量%) 上賀茂試験地壯齡木1年葉



(2) スギ, ヒノキは実験 (A) 列2年生葉も (B) 壯齡木も 8月に至つて蒸散量最大を示す。然るにアカマツの2年生葉実験 (A) 列は4月乃至6月に最大を示し, 8月には既にいちじるしく減退したが, 実験 (B) 壯齡木でに8月に最大を示した。

第7表 蒸散量最大の時季

區別 試驗地 葉齡	蒸散量 (對生量%)						蒸散量 (對含水量%)					
	スギ		ヒノキ		アカマツ		スギ		ヒノキ		アカマツ	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
(A)本部試験地	8.2 (VII)	10.9 (VII)	7.2 (VII)	6.7 (VII)	△15.3 (IV)	9.9 (V)	29.2 (VII)	14.4 (VII)	18.2 (VII)	12.2 (VII)	21.6 (VI)	△18.8 (IV)
(B)上賀茂試験地	○9.3 (VII)	8.3 (VII)	8.4 (VII)	9.9 (VII)	19.5 (VIII)	21.0 (VII)	12.1 (VII)	12.0 (VII)	16.4 (VII)	11.9 (VII)	36.8 (VII)	31.3 (VII)

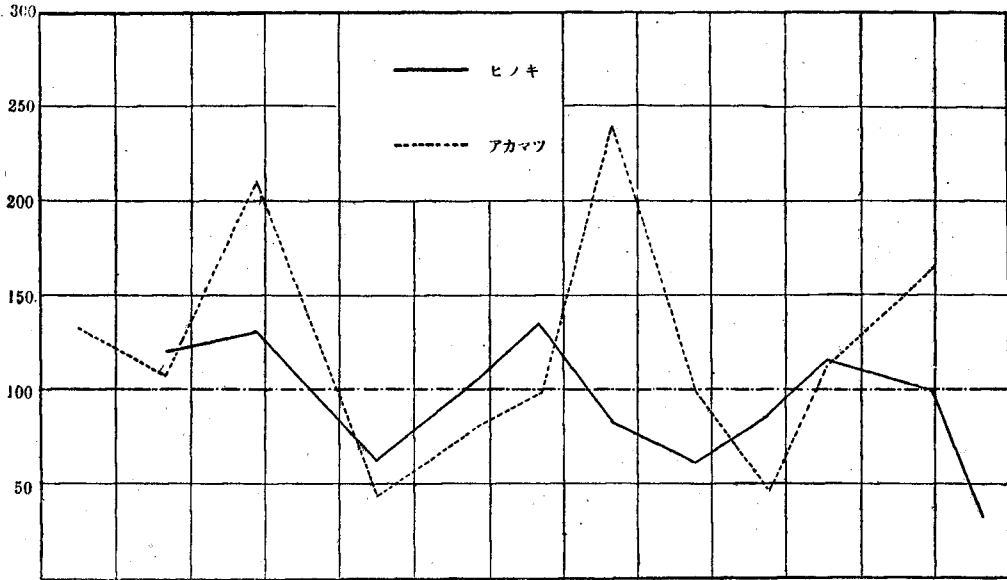
(4) 2年生葉は1年生葉より概して蒸散量小であるが, 時に却つて大きいことがある。

葉齡の差による蒸散量の差異はスギはヒノキよりも大であるが, (岡崎博士も同様に述べられている岡崎 7. P. 63) アカマツはヒノキまたはスギよりも大なることがある。

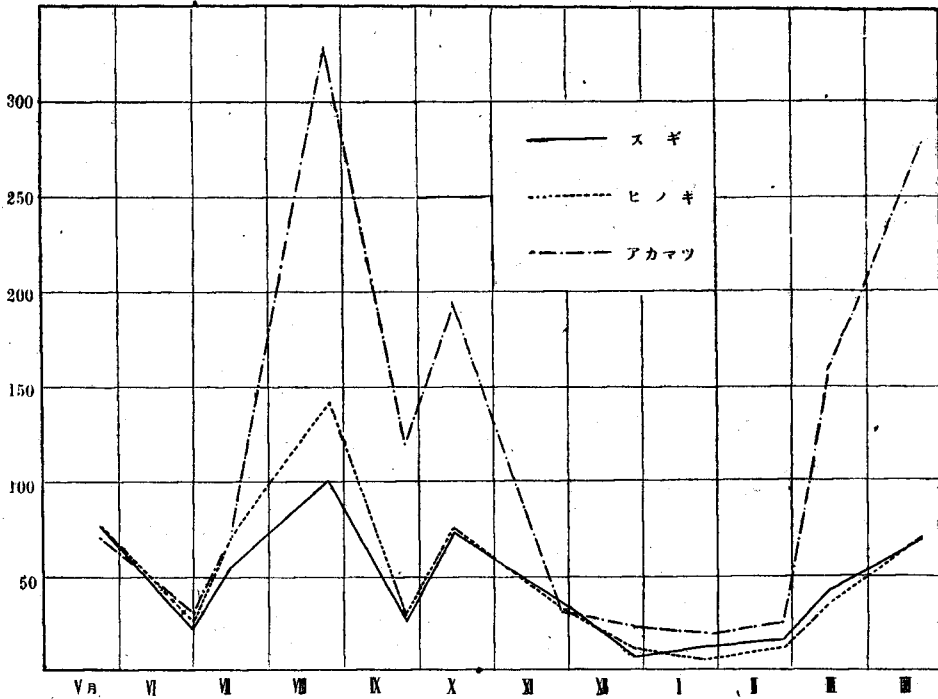
(5) 生長期における1年生葉の蒸散量はスギはヒノキよりも大である。アカマツとの関係は, 実験 (A) 列では成長期1年生葉スギ>ヒノキ>アカマツ 2年生葉スギ<ヒノキ<アカマツであり, 成長休止期では1年生葉スギ<ヒノキ<アカマツ, 2年生葉ではスギ<ヒノキ>アカマツである。

実験 (B) 列ではアカマツが成長期, 休止期を通じてスギ, ヒノキよりも遙かに大きい。

第 6 圖 (a) 蒸散量の比較：各月いつもスギに於ける値を100とする時のヒノキ，アカマツの比較
(實驗A)列幼苗1年葉)



第 6 圖 (b) 蒸散量の比較：スギに於ける年間最高値を100とせる時の蒸散量（對含水量%）
の季節的變化（實驗B）列壯樹木1年葉)



なおアカマツは11~4月において蒸散量が大いことも注目せねばならぬことであろう。

(6) アカマツは蒸散量の變化が、スギ及びヒノキに比して甚しく不規則である。之はアカマツが外界の状態に特に敏感であることを證査するものではあるまいか（註参照）。

第8表 成長期、休止別蒸散量（対乾量％）の比較

		スギ			ヒノキ			アカマツ		
		1	2	差	1	2	差	1	2	差
(A) 本試験部地	成長期(5~10月)	14.0	7.5	6.5	12.8	8.0	4.8	11.0	8.5	2.5
	休止期(11~4月)	2.6	2.2	0.4	2.8	2.8	0.0	5.4	1.3	4.1
	平均	8.3	4.9	3.4	7.8	5.4	2.4	8.2	4.9	3.3
(B) 上試験茂地	成長期(5~10月)	8.3	7.0	1.3	6.8	6.5	0.3	16.8	13.7	3.1
	休止期(11~4月)	2.3	2.1	0.2	1.9	1.9	0.0	4.9	—	—
	平均	5.3	4.6	0.7	4.3	4.2	0.1	10.9	—	—

第9表 毎時、スギに於ける蒸散量の値を100とせる時のヒノキ、アカマツの値(1年葉)

試験地	(A) 本部試験地2年生苗						(B) 上賀茂試験地壯齡木					
	対生量%		対乾量%		対含水量%		対生量%		対乾量%		対含水量%	
	ヒノキ	アカマツ	ヒノキ	アカマツ	ヒノキ	アカマツ	ヒノキ	アカマツ	ヒノキ	アカマツ	ヒノキ	アカマツ
成長期(5~10月)	144	148	111	107	150	168	106	167	80	167	117	234
休止期(11~4月)	112	149	79	133	118	126	125	307	127	394	143	327
平均	128	148	95	118	134	147	116	237	104	281	130	281
最大	240	310*	136	240	332	354*	177	362	163	378	257	485
	(IV)	(VI)	(X)	(XI)	(IV)	(VI)	(XI)	(IV)	(I)	(IV)	(II)	(III)

*4月中旬1年葉からまさに2年葉に轉換せんとする時にはスギに比して10倍にも及ぶことがある
 註 (1) マツ類は從來特に産地の氣候の問題が重要視されている。

6. 含水量・灰分量・蒸散量の日變化

昭和17年8月26日6時より27日9時にかけて著者はスギおよびアカマツの日變化を測定したが、この時同時にヒノキについて測定を行わなかつたので、これより先き17年6月5日より6日にかけて岡崎博士(7:P.73)がスギとヒノキの日變化を比較しておられるのを綜合して第10表および第7圖を作成して見た(日變化の詳細は岡崎7:P.53, 柴田10:P.10参照)

第10表 含水量, 灰分量, 蒸散量の日變化

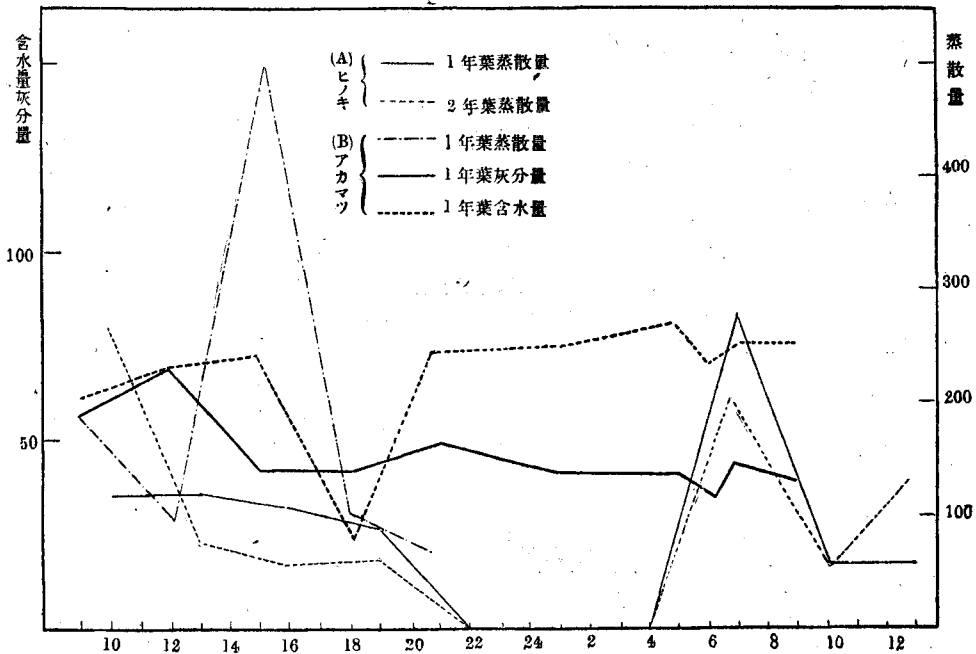
區別	含水量(対乾量%)				灰分量(対乾量%)				蒸散量(対乾量%)											
	1年葉				1年葉				1年葉				1年葉*				2年葉*			
	スギ		アカマツ		スギ		アカマツ		スギ		アカマツ		スギ		ヒノキ		スギ		ヒノキ	
極値	%	時刻	%	時刻	%	時刻	%	時刻	%	時刻	%	時刻	%	時刻	%	時刻	%	時刻	%	時刻
最大期	313	9	213	5	4.17	18	1.97	21	16.6	12	18.9	9	20.7	13	18.2	10	18.6	13	18.0	13
最小期	249	21	88	18	2.12	12	12.6	9	0.85 (1.65)	21 (18)	0.53 (1.66)	21 (18)	4.4	7	7.1	19	2.1	7	2.5	19

*は岡崎博士實驗, 昭17年6月5~6日(岡崎7.P.53) ()内は晝間の最少値

著者の實驗は1回到過ぎまた天候が曇天で夜半より小雨となつたためにその結果から結論を下することは差控えねばならないのであるが、

(a) 一日中含水量・灰分量等が刻々變動していること (b) 最大値または最小値を示す時刻がスギヒノキ、アカマツの間に相當の隔りがあること、(c) 含水量、灰分量はアカマツはスギよりも少ない (d) 蒸散量は、ヒノキ、アカマツ共に、スギよりも多いことが珍らしくないと言ふことを指摘してもよいと思ふ。何時に多いと言ふようなことはこの結果だけでは決定できない。

第7圖 蒸散量, 含水量, 灰分量の日を變化 (毎時スギの値を100としての比較)



IV 造林學的考察

1. 含水量のこと (a) 4月~5月において, アカマツの含水量が, スギ・ヒノキより大であるが, 6月中, 下旬より急に減少すること, (b) スギはアカマツよりもやや遅れて6~7月に最高に達し次第に減少すること, (c) ヒノキはスギよりもさらにおくれて8~9月に最高となること等は水分生理の點より見て苗畑または林の取扱い上考慮すべきことと言わねばならぬ。(蒸散作用の點をも考慮せねばならない)。

2. 葉における灰分量のこと 各樹種共に2月より3月, 4月と急に灰分量(對乾量%)が上昇している。これは根から吸収されて移動してくるためか, 葉の中の有機物の減少が灰成分の移動よりも急速であることか起因する。何れにしても2月頃より既に生活現象が活潑になつている證左である。この頃における有機物また灰分の消長について各組成分毎に精査することもこれらの樹種の取扱い上重要な問題であるように考えられる。

3. 蒸散量の點より アカマツは4月芽葉を伸長し初め, 5月下旬より急速に伸長成長をなすものであつて, この伸長成長と蒸散量とは密接の関係があるのである。(香山³⁾) 實際にアカマツの蒸散作用はその頃極めて旺盛でスギ, ヒノキに先んじて6月中旬に最大に達する。神田¹⁾ 香山³⁾ 氏等も既にそれを報告している。

したがつてその頃に蒸散作用に必要な水分が適當に(過剰は悪いが)あることは, 然らざる場合よりも望ましいことである。故にこの時期の苗畑の監理や, また植栽豫定地の5~6月或はさらに遡つて3~4月頃よりの降水量の配分状態に注意せらるべきではあるまいか。

次に附言したいことは蒸散作用に關與する四圍の條件の影響すなわち蒸發量を關聯せしめてその影響を削除すると言う考えの下に言われる蒸散力 Transpiring Power について見るとアカマツの蒸散力は蒸散量の最大の時期たる6月よりおくれて7月下旬に最大になると言う。(香山氏³⁾)

スギ、ヒノキについても、かかる考察を進めねばならない。

4. 蒸散係数 (Transpiration Coefficient) を見るとアカマツが最大であつて、スギの1.6倍乃至2.6倍にもおよぶものであつて(平田・神田¹⁾)これらの結果より著者がスギ、ヒノキ、アカマツ林について計算した蒸散水量は大體次表の如く推定される。

従來乾燥地に耐えるとされているアカマツ林の取扱いについてもその旺盛な成長を企圖するならば今一步水分の問題について考慮を拂わねばならない。

尙水分問題については土壤水分とスギ、ヒノキ、アカマツの生育との關係について後日論及したいと思う。灰分のことについても其の消長と共にその中の微量成分に關して分析究明されねばならない。

第11表 蒸散水量の比較(各々2等地としてHa當り)

	スギ林	ヒノキ林	アカマツ林
幹材の生産用(トン)	2160~2740	1710~3320	4260~ 8440
葉の生産用(トン)	1760~2210	620~1200	2070~ 3975
計 (トン)	3920~4950	2330~4520	6330~12415
厚さ(mm)	392~ 495	233~ 452	633~ 1242
蒸散係数*	555~ 699	410~ 795	1089~ 2092

* 平田, 神田 1933: P. 29. 30. 34.

計算の基礎については〔スギの研究〕P. 273 参照

引用文献

1. 平田, 神田 1933, 樹木の通發量測定試験成績 森林治水氣象彙報 13
2. 鎌倉 道 1941, アカマツ生材の含水量及びその分布 京都大學卒業論文
3. 香山 信男 1942, 主要造林樹種の幼苗時に於ける蒸散作用 豫報 日本林學會誌 Vol 24. No. 1
4. Langlet, O., 1936, Studien über die physiologische Variabilitäte der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima. Boeitragte zur Kentnis der Okotypen von pinus silvestris L. Meddelander fran statens skogsfösöksanstalt Häfte 29.
5. 中塚友一郎 1943, 樹木及樹苗の生理化學的研究 第1報 日本林學會誌 Vol 25 No. 11
6. " 1944 第2報 " Vol 26 No. 3
7. 岡崎 文彬 1948, スギの水分經濟に關する研究
8. 佐藤, 岡崎, 柴田 1942, スギの細胞の滲透濃度に關する研究 第2報 日本林學會誌 Vol. 24 No. 11
9. 佐藤, 岡崎 1943 " 第3報 " Vol. 25 No. 8
10. 柴田 信男 1943, アカマツ及アカマツ林の生理生態に關する二, 三の實驗結果 赤松林施業法研究論文集
11. " 1950, スギ林とその環境
12. 鈴木 芳郎 1940, 數種樹種木の枝及葉についての含水量の状態並に變動に關する研究 京都大學卒業論文 No. 196

(未完以下次回)