

植付け密度の異なるクロマツ幼令林分の 生産量について

上 中 幸 治 ・ 羽 谷 啓 造
那 須 孝 治 ・ 赤 井 龍 男

ま え が き

地力のきわめて低い林地におけるクロマツ林の立木密度と林分生産力の関係については、まだあまり明らかにされていないようである。この報告はせき悪¹⁾な土壤環境の京大演習林白浜試験地において、植付け密度と保育の適切な指針をもとめるために柴田らによって設定されたクロマツ植付け密度試験地の中、14生育期を経た1970年3月現在、立木密度の高い林分ははやくも完全に閉鎖し自然間引きをおこす状態に達したので、一応これらの林分の地上部現存量、林分を生産量を調査解析しとりまとめたものである。本研究にあたり協力いただいた元京都大学演習林助教授柴田信男氏ならびに演習林古野助教授に深く感謝する。

1. 調査林分の概況

白浜試験地の3林班内に設定された調査地は、25°前後の南西傾斜の小さい丘陵で、地質は第3紀層に属しきわめてせき悪地である。調査林分は立木密度が疎、密、すこぶる密（高密）の3段階で、やせ地であるため肥料を植付け後2回単位面積当たり同量となるように均一に散布したが、同一林分においても斜面下部から上部の峰に向かって生長の低下が認められた。これは当試験地のようなせき悪林地の各所によくみられる。各林分の中央付近に適当な大きさの標準地を設け（高密度区のみ2カ所）、胸高直径と樹高の毎木調査を1970年3月上旬に行なったが、調査林分の構成状態は表1のようであった。1956年3月試験地設定当初の計画によるha当りの植付け本数は2,500本（疎）、10,000本（密）、40,000本（高密）の3段階であったが、今回の調査の結果、表1のように特に高密度の40,000本区

表1 調査林分の構成状態

区	立木本数 (本/ha)	平均樹高 (m)	平均胸高直径 (cm)	胸高断面積合計 (m ² /ha)
疎	2,554	4.16	4.6	5.2
密	9,938	4.71	3.8	13.2
高密 I	26,605	6.51	4.0	38.2
高密 II	27,649	4.65	2.8	20.6

(I, II) は約1/3ほど少なかった。これは数年前より自然間引きによる枯死が多くなったためと考えられる。また高密度区は生枝下高が相対的に著しく高かったが、表から明らかのように、高密Iの平均胸高直径は他の立木本数の少ない区と比較してあまりかわらず、したがって胸高断面積合計は約38m²/haにもなり最多密度の状態に達しているものと思われた。これに反し、疎な林分は全く閉鎖せずまだ孤立木状態であった。

下層植生については全般的にコシダが多く、木本植物ではヒサカキ、クチナシなどが疎林分に多くみられた。しかし高密度区の斜面下部では閉鎖が完全であるため、ほとんど下層植生はみられなかった。

2. クロマツの相対生長関係

1) 測定方法

各密度区の林分からいろいろの大きさの資料木を24本（疎区2本, 密区9本, 高密度区13本）を選び、それぞれ地際より伐倒し地際(0m)から地上0.3mまでと、それ以上は1.3, 2.3……と各1mの層ごとに切り離し、幹、枝（生枝, 枯枝）、葉（新葉, 旧葉）の生重量を計測し、サンプリングによる絶乾率からそれぞれの乾重量をもとめた。さらに各層から採取した円板の樹幹解析で、幹材積、幹生長量をもとめた。

2) 相対生長関係

伐倒した各個体の胸高直径 (D) と樹高 (H) の D^2H ($\text{cm}^2 \text{m}$) に対する幹材積 (V_s , cm^3) ならびに幹乾重 (ws , Kg) の相対生長関係をもとめると図1および3のようであるが、ここで用いた胸高直径は、樹体各部分の林分現存量を毎木調査の資料からもとめるための相対生長関係であるので

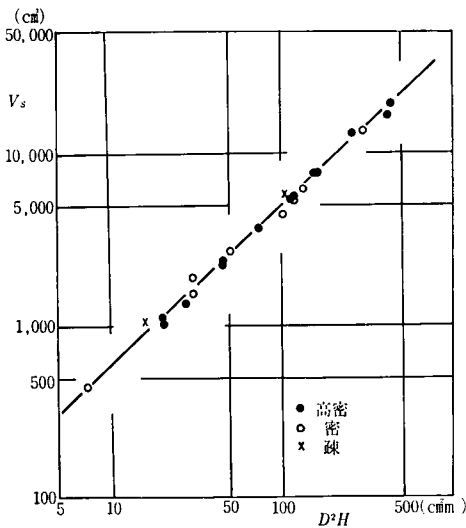


図1 D^2H に対する幹材積 (V_s) の相対生長関係
 $\log V_s = 0.9276 \log (D^2H) + 1.8293$

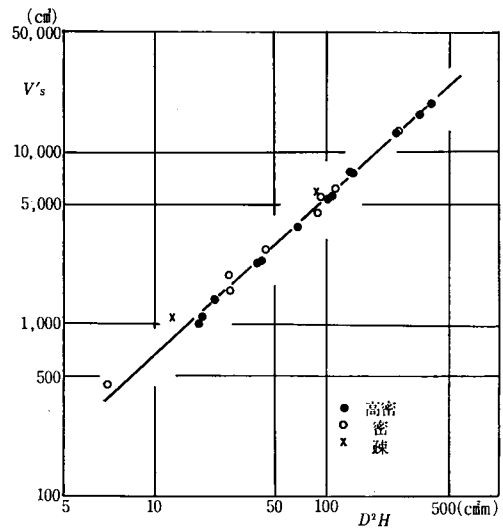


図2 円板の読みとりからもとめた胸高直径を用いた D^2H に対する幹材積 (V'_s) の相対生長関係
 $\log V'_s = 0.9179 \log (D^2H) + 1.8918$

伐倒時輪尺で測定した値を用いた。それ故樹幹解析によって円板から読みとった胸高における直径 (D_a) からもとめた相対生長関係は図2に示したように前者とは多少異なる。これらの関係式はつぎのように近似された。

$$\text{幹材積 } (V_s, \text{ cm}^3) \log V_s = 0.9276 \log (D^2H) + 1.8293 \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{幹材積 } (V'_s, \text{ cm}^3) \log V'_s = 0.9179 \log (D_a^2H) + 1.8918 \dots\dots\dots(2)$$

(V'_s は円板読みとりの D からもとめた材積)

$$\text{幹乾重 } (ws, \text{ kg}) \log ws = 0.9086 \log (D^2H) - 1.3717 \dots\dots\dots(3)$$

D^2H ; cm^2m

上式の常数植を、同じ白浜試験地に設定されたほぼ同じ年齢のテーダマツ²⁾とスラッシュマツ³⁾の

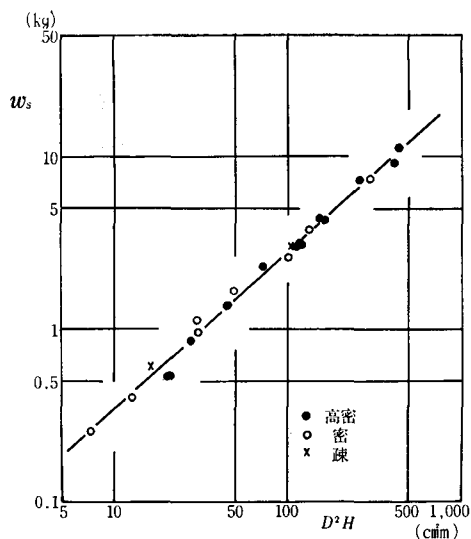


図3 D^2H に対する幹乾重 (w_s) の相対生長関係
 $\log w_s = 0.9086 \log (D^2H) - 1.3717$

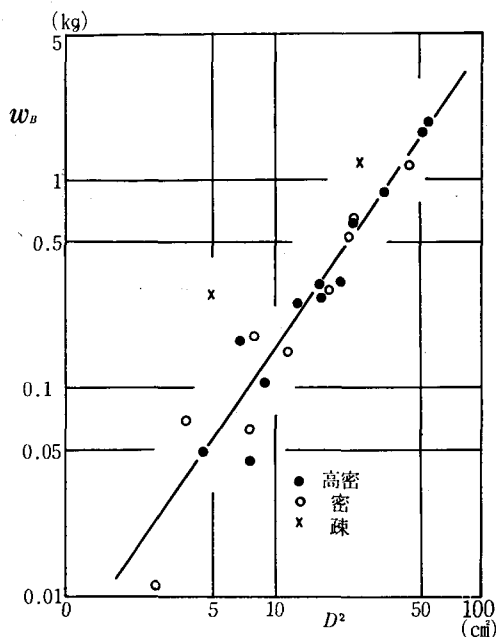


図4 D^2 に対する枝乾重 (w_B) の相対生長関係
 $\log w_B = 1.4429 \log (D^2) - 2.2644$

結果と比較すると、よく似た値を示しているようである。

つぎに枝乾重 (w_B , kg) と葉乾重 (w_L , kg) の相対生長関係は、幹重の場合と同じ D^2H を用いても立木密度が異なると林分ごとに分離するので、林分別に関係式をもとめなければならない。それ故、比較的計算の容易な 1 変数式で、そして特に実測の容易な胸高直径に対する相対生長関係をもとめる方が都合がよい。さらに図上から勾配値をもとめる場合はなるべく 45° に近い方がより正確であるので、図 4 および 5 には D^2 に対する枝および葉の乾重の相対生長関係を示した。

図 4, 5 から明らかなように立木密度の高い二つの林分すなわち高密 (I, II) 区と密区の資料木の間にはかなりのちらばりがあるが、枝、葉ともほとんど分離が認められない。これに反し、疎な林分では資料木がわずか 2 本であるが、明らかに分離し、同じ太さでも枝、葉の量が多いことがわかる。したがって疎な林分については別の相対生長関係を用いる必要がある。

高密区と密区に適用できる D^2 に対する枝および葉の乾重の相対生長関係式はつぎのように近似された。

枝乾重 (w_B , kg)

$$\log w_B = 1.4429 \log (D^2) - 2.2644 \dots\dots(4)$$

葉乾重 (w_L , kg)

$$\log w_L = 1.4190 \log (D^2) - 2.2846 \dots\dots(5)$$

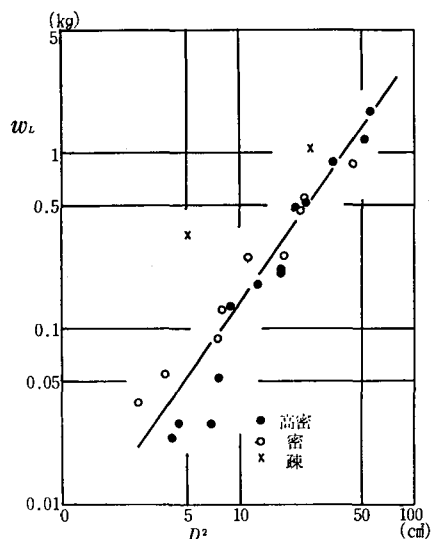


図5 D^2 に対する葉乾重 (w_L) の相対生長関係
 $\log w_L = 1.4190 \log (D^2) - 2.2846$

実際に林分現存量をもとめる場合には、 D^2 より D を用いる方が便利であるので、勾配値を2倍にして計算すればよい。

枝や葉の量と他の部分の大きさとの相対生長関係について比較的よく適合するのは生枝下直径 (D_B , cm) との関係である。図6, 7に D_B^2 に対する枝乾重 (w_B , kg) と葉乾重 (w_L , kg) の相対生長関係を示した。これらからも明らかなように、ちらばりも少なく林分のちがいによってほとんど分離しない。これらの近似式はつぎのようであった。

枝乾重 (w_B , kg) $\log w_B = 1.6168 \log (D_B^2) - 2.2295$ (6)

葉乾重 (w_L , kg) $\log w_L = 1.4770 \log (D_B^2) - 2.1540$ (7)

疎な林分の枝と葉の林分現存量は(6), (7)式を用いて推定することにした。

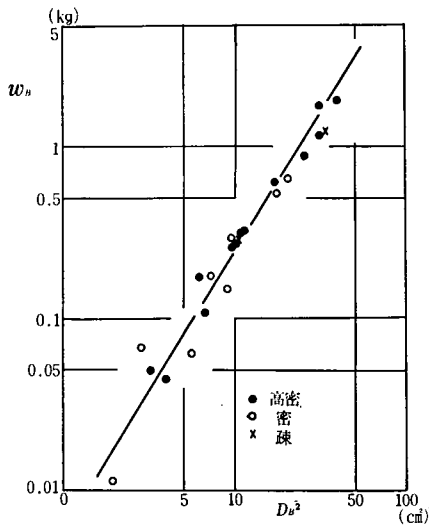


図6 D_B^2 (生枝下直径) に対する枝乾重の相対生長関係
 $\log w_B = 1.6168 \log (D_B^2) - 2.2295$

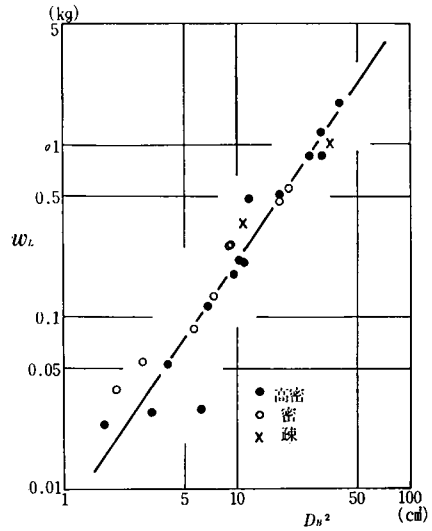


図7 D_B^2 (生枝下直径) に対する葉乾重 (w_L) の相対生長関係
 $\log w_L = 1.4770 \log (D_B^2) - 2.1540$

3. 林分の地上部現存量

D^2H および D^2 あるいは D_B^2 に対する各部分量の相対生長関係式(1)~(7)を、毎木調査結果からもとめた直径階別本数分配表にあてはめ、各立木密度別のそれぞれの地上部現存量を推定し、その結果を表2に示した。

高密区Iの林分の幹現存量が植付け後14年で約90ton/ha(約160m³/ha)にも達したことはきわめて注目すべきことである。東大造林教室が調査した若いアカマツ林(12~15年生)⁴⁾のその約2倍も多く、

表2 クロマツ幼令林の地上部各部分の ha あたり現存量

区	幹材積 (m ³)	幹乾重 (ton)	枝乾重 (ton)	葉乾重 (ton)
疎	16.6	9.1	4.5	3.2
密	42.2	23.9	3.9	3.4
高密 I	159.0	90.7	11.3	9.9
高密 II	75.7	43.8	4.5	4.0

また白浜試験地のほぼ取りあつかいの等しい若いテーダマツやスラッシュマツの現存量の最大値よりいくらか多い。このことはたとえ白浜試験地のようなせき悪地であっても施肥を充分行ない、さらに植付け密度を高めることによって若い間の林分の生産力を著しく高めることができることを示したといえよう。

森林が充分閉鎖すると林分の葉量は樹種に特有な一定量に達するが、自然間引きの状態に達している高密Ⅰの林分葉量は約 10 ton/ha と推定された。林分の葉量は生長期や落葉期などそれぞれ季節によって異なり、この値は 3 月に調査された結果からの推定値であるので、年間を通じ着葉の比較的小さい時期の値と思われる。しかしながら只木、蜂屋がまとめた各地のクロマツ林の林分葉量は大体 7~10 ton/ha で、これと比較しても高密Ⅰの林分葉量は比較的多いといえよう。

また、白浜試験地のテーダマツの最大着葉量は約 14ton/ha で、スラッシュマツのそれは約 17 ton/ha であるが、これは落葉前の年間でもっとも着葉の多い時期の値であるので、その後の落葉量から推定した林分葉量と比較すると、それほどちがわないように思われた。

いずれにしてもこのように密度の高い林分の葉量の多いことが、前述のように林分の幹現存量を高め、生産力を大きくしていると考えられる。

4. 林分の年間幹生産量

伐倒した調査木の最近 1 年間の幹材積生長量の D^2 に対する相対生長関係は図 8 のようで、一般に

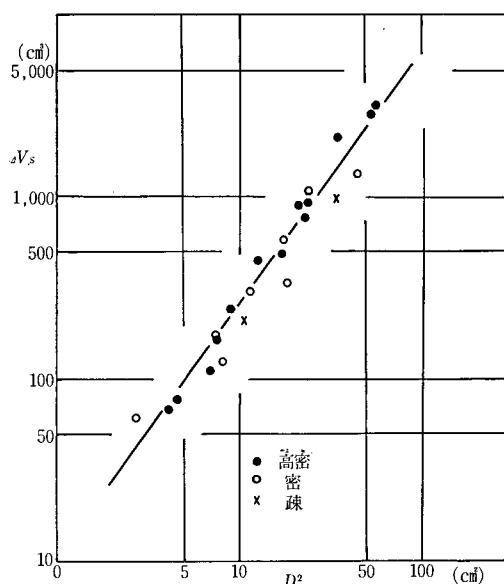


図 8 D^2 に対する最近 1 年間の幹材積 (ΔV_s) の相対生長関係

$$\log \Delta V_s = 1.3767 \log (D^2) + 1.0337$$

は立木密度のちがいによって林分ごとに分離するはずであるのに、この資料ではほとんど分離せず、同じ太さでは疎な林分の個体の生長量は密な林分よりむしろ小さい傾向を示した。それ故一つの曲線に近似させてつぎのような相対生長関係式をもとめた。

皮付年間幹材積生長量 (ΔV_s , cm^3)

$$\log \Delta V_s = 1.3767 \log (D^2) + 1.0337 \dots (8)$$

一方、皮付年間幹乾重生長量もこれとほぼ同じ傾向を示した。

(8)式を毎木調査結果からもとめた直径階別本数分配表にあてはめ、各林分の最近 1 年間の幹材積生産量を計算したが同様に幹乾重生産量も推定し、その結果を表 3 に示した。

高密Ⅰの林分の年間幹材積生産量を、これまで調査されたクロマツ林の値⁵⁾約 10ton/ha と比較すると、14年生という若い林分にもかかわらずかなり生産量が多いといえよう。また、白浜試験地のテーダマツやスラッシュマツのもっとも大きい幹乾重生産量は 10~14 ton/ha で、ほぼこれと同じ程度の生産量を示した。以上のように、白浜試験地のような極端なせき悪地であっても、適当な施肥を行ない、植付けの本数がある程度多くすることによって幼令時の林分生産量を著しく高めることができることがわかった。

表3 最近1年間の林分の幹生産量 (ha あたり)

区	疎	密	高密 I	高密 II
幹材積生産量 (m ³)	—	6.1	17.9	7.3
幹乾重生産量 (ton)	—	3.5	10.2	4.2

あ と が き

この研究はせき悪な土壤環境の白浜試験地のような、地力のきわめて低い林地における森林造成のための指針をもとめる目的で行なったものであるが、今回の報告は試験地を設定してから14年を経過した時点における主として現況報告である。したがって疎な林分が閉鎖するようになった段階での林分生産力や、適切な保育方法の確立などの問題は持続される今後の研究に期待したい。

文 献

- 1) 柴田信男 : 植栽密度に関する 2, 3 の考察 (第 1 報), 日林関西支講, **10**, 40~42, (1960)
- 2) 赤井竜男・古野東洲・上田晋之助・佐野宗一 : テーダマツ幼令林の物質生産機構, 京大演報, **40**, 26~49, (1968)
- 3) 赤井竜男・上田晋之助・古野東洲 : スラッシュマツ幼令林の物質生産機構, 京大演報, **41**, 56~79, (1970)
- 4) 四大学林学教室 : 物質循環面よりみた森林生態系の生産力, 資料No. 1, 316~373, (1963)
- 5) 只木良也・蜂屋欣二 : 森林生態系とその物質生産, わかりやすい林業研究解説シリーズ, **29**, (1968)
- 6) 赤井竜男・古野東洲 : テーダマツ幼令林の落葉量と被食量について, 京大演報, **42**, 83~95, (1971)

付 表

資料木の樹体地上部各部分の大きさ

区	No.	樹高 H (m)	胸高直径 D (cm)	円板からの 胸高直径 D (cm)	幹材積 V (cm^3)	生枝下高 H_B (m)	生枝下直径 D_B (cm)	幹乾重 w_S (kg)	枝乾重 w_B (kg)	枯枝乾重 $w_{B'}$ (kg)	新葉乾重 w_{NL} (kg)	旧葉乾重 w_{OL} (kg)
高 密	1	7.90	7.3	6.7	16,700	4.2	5.6	9.23	1.729	1.503	0.650	0.539
	2	6.81	6.7	6.2	13,680	3.2	5.6	7.45	1.179	1.619	0.530	0.329
	3	5.14	3.0	2.8	2,250	2.8	2.6	1.37	0.107	0.136	0.061	0.0720
	4	7.95	4.6	4.3	7,620	5.2	3.4	4.34	0.320	0.335	0.243	0.244
	5	7.69	5.9	5.8	13,050	4.2	5.1	7.27	0.880	0.393	0.490	0.377
	6	6.60	4.9	4.6	7,700	3.6	4.2	4.37	0.613	0.374	0.273	0.234
	7	5.72	3.6	3.5	3,660	3.4	3.1	2.31	0.257	0.215	0.0840	0.0947
	8	6.57	4.2	4.0	5,360	4.1	3.3	3.07	0.314	0.326	0.121	0.0831
	9	4.95	2.1	2.0	1,090	3.7	1.3	0.52	0.005	0.0273	0.0108	0.0130
	10	5.92	2.8	2.7	2,320	4.0	2.0	1.37	0.044	0.0826	0.0294	0.0238
	11	7.88	7.5	7.2	19,150	4.1	6.3	11.69	1.830	1.198	0.974	0.748
	12	6.82	4.2	4.0	5,500	3.7	3.2	3.16	0.272	0.0884	0.106	0.108
	13	4.56	2.2	2.0	998	2.7	1.8	0.55	0.049	0.0768	0.0143	0.0144
	14	4.08	2.7	2.4	1,340	1.9	2.5	0.87	0.171	0.0727	0.0251	0.0543
密	15	5.22	4.8	4.2	5,460	2.5	4.2	3.12	0.538	0.570	0.271	0.195
	16	4.40	3.4	3.2	2,710	2.8	3.0	1.66	0.151	0.207	0.150	0.106
	17	3.82	2.9	2.7	1,900	1.5	2.7	1.12	0.177	0.273	0.0732	0.0570
	18	5.75	4.9	4.5	6,180	2.8	4.5	3.79	0.654	0.341	0.259	0.289
	19	5.63	4.3	4.0	4,440	3.4	3.1	2.59	0.296	0.248	0.182	0.0781
	20	4.19	2.8	2.6	1,550	2.6	2.4	0.96	0.063	0.104	0.0524	0.0323
	21	3.36	2.0			2.1	1.7	0.41	0.069	0.108	0.0346	0.0202
	22	2.77	1.7	1.4	439	1.8	1.4	0.26	0.011	0.0231	0.0182	0.0198
疎	23	4.22	5.1	4.6	5,910	0.9	5.9	3.07	1.259	0.470	0.530	0.515
	24	3.30	2.3	2.0	1,080	0.6	3.3	0.63	0.291	0.132	0.156	0.189