

溝口演習林におけるアカマツ林の生産力 に関する研究 (第1報)

約20~25年生林の現存量および生長量について

小 笠 原 隆 三

Studies on Productivity of Japanese Red Pine Forest in
Tottori University Forest in Mizoguchi (1)
Biomass and Growth of about 20-25
Years Old Stands

Ryuzo OGASAWARA

Summary

The subject of the studies is to account for the productivity of Japanese red pine (*Pinus densiflora*) forest in Tottori University forest in Mizoguchi (Tottori prefecture). In this paper, the biomass and growth of an about 20-25 years old stands are investigated.

The diameter breast height and height, etc. of three stands are as follows;

The mean diameter breast height : 14.96 cm

The mean height : 12.03 m

The mean number of trees : 2148 / ha.

The mean basal area at breast height : 40.63 m² / ha.

The 15 sample trees of various diameters were taken from three stands and the volume of stem, the weight of stem, branches and leaves, beside the annual increment of the stem, etc., using the stratified clip technique.

The allometric relation of the stem volume (V_s m³), the stem dry weight (W_s kg), the branches dry weight (W_b kg), leaves dry weight (W_L kg) and the annual increment of the breast height (V_{SG} m) to the diameter breast height (D cm) and $D \cdot H$ (D cm : diameter breast height, H m : tree height) closely correlated to with the linear relation shown in the logarithm.

These regression formulas were found to be :

$$\log V_s = 2.115 \quad \log D - 3.4165$$

$$\log W_s = 2.1933 \quad \log D - 0.857$$

$$\log W_b = 2.2055 \quad \log D - 1.7474$$

$$\log W_L = 2.7527 \quad \log D - 2.5701$$

$$\log V_{SG} = 2.2329 \quad \log D - 4.8358$$

$$\log V_s = 0.8993 \quad \log D^2H - 4.0615$$

$$\log W_b = 0.9309 \quad \log D^2H - 2.3985$$

$$\log W_L = 1.1587 \quad \log D^2H - 3.373$$

$$\log V_{SG} = 0.9472 \quad \log D^2H - 5.5098$$

The biomass of the each organ are as follows ;

The mean stem volume : 280.67 m³ / ha.

The mean stem dry weight : 125.27 ton / ha.

The mean branch dry weight : 16.52 ton / ha.

The mean leaves dry weight : 12.65 ton / ha.

The ratio of distribution of dry matter biomass among various organ in above-ground parts were estimated roughly 81.1% to stem, 10.7% to branch, 8.2% to leaves.

The annual average increment of stem, etc. in three stands are as follows;

The stem volume : 14.71 m³ / ha.

The stem dry weight : 6.57 ton / ha.

The leaves dry weight 7.59 ton / ha.

The all organ dry weight in above and under ground parts : 17.45 ton/ha.

The mean net assimilation rate, etc. in three stands are as follows;

The mean net assimilation rate (NAR) : 1.3893 ton / ton•yr.

The mean rate of leaves to whole weight (LWR) 6.81 %

The mean relative growth rate (RGR) : 0.06811 ton / ton•yr.

The mean rate of the annual increment of stem to leaves : 1.1628 m³ / ton•yr.

The mean rate of the annual increment of stem to leaves : 1.1628 m³/ton•yr.

The mean rate of the annual increment of stem to stem dry weight : 5.34 %

緒 言

アカマツは我国の主要な樹種の一つであり、近年バルブ用材等に利用され、その需要が益々高まっている。大山山麓一帯のマツ類は材質がすぐれていることでも知られ、鳥取県ではスギと共に重要な樹種となっており、今後一層の発展が望まれている。

近年我国でも森林の生産力に関する調査研究が盛んに

行われるようになった。

アカマツ林の生産力に関してはこれまで種々の報告が行われてきたが、山陰地方におけるアカマツ林についての報告はあまりみられず不明な点が多いようだ。

今回は大山山麓にある鳥取大学溝口演習林のアカマツ林について調査を行ったが、このうち約20~25年生天然林の現存量や生長量等について報告する。

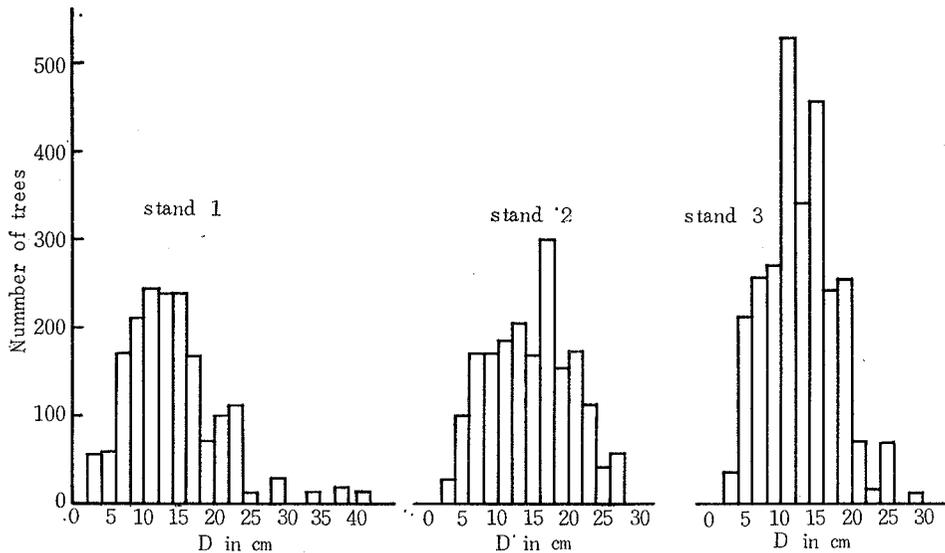


Fig. 1 Frequency distribution of diameter breast height (D)

調 査 地

溝口演習林は鳥取県溝口町に所在する。本演習林は伯耆大山の西面斜面の比較的地形の平坦なところにある。

地質は半固結火山灰角礫層より成り表土は黒色土壌である。

本演習林内の林のほとんどはアカマツが林であるこれら林分の多くは林床にイヌガヤ等の矮小林床植物がみられる程度のアカマツ純林である。

本調査は過去においてごく軽い間伐，除伐を行った程度で完全に閉鎖している約20~25年生が主流を占める林分3ヶ所を選んで行った。

3林分の胸高直径の分布及び平均胸高直径，平均樹高，平均立木密度，平均

胸高断面積合計等について調べた結果はFig-1およびTable-1に示す如くであった。

胸高直径の分布についてみれば正規分布に近いややL型である。完全な自己間引きがおこり最多密度線に近くなると直径の分布はL型になるとされているが，この点からみると，これらの林分は最多密度線に達する以前の状態と思われる。なおアカマツの胸高断面積合計の最大は60m²/ha¹⁰⁾とされているに対し，これらの林分が約40m²/haであった。

調 査 方 法

3林分にそれぞれ標準地(100m²)7ヶ所計21ヶ所をもうけた。標準地内の全立木について胸高直径，樹高の測定を行った。毎木調査後3林分から胸高直径ができるだけ全範囲にわたるように5本ずつ計15本の標準木を選定した。標準木は伐倒後1m間隔に層別刈取法により調査した。また，全標準木の幹部から所定の円板をとり樹幹析解を行い，幹の材積や生長等を求めた。

絶乾重量は各標準木の幹・枝・葉からサンプルをとり，生重量を測定後実験室に持ち帰り105℃で乾燥して乾物率を求めて計算した。林分の各器官の現存量や幹の生長量等については相対生長関係や標準地調査等から推定した。

本調査は1968年10月および1969年10月に行ったもので

ある。

結果および考察

(1) 現 存 量

3林分から選定された15本の標準木の各器官の間の相対生長関係式を求め，これにより各直径階ごとの各器官の現存量を計算し，さらに各林分ごとに7ヶ所計21ヶ所

Table 1 Description of pine stands.

Stand	Mean diameter breast height cm	Mean height m	Mean number of trees	Mean basal at breast height m ²
Stand 1	15.62	11.89	1786	38.16
Stand 2	15.58	12.77	1857	39.66
Stand 3	13.67	11.85	2800	44.06
Average	14.96	12.03	2148	40.63

の標準地の毎木調査の結果とからha当りの現存量を推定した。各器官の間にみられた相対生長関係式は次の如くであった。

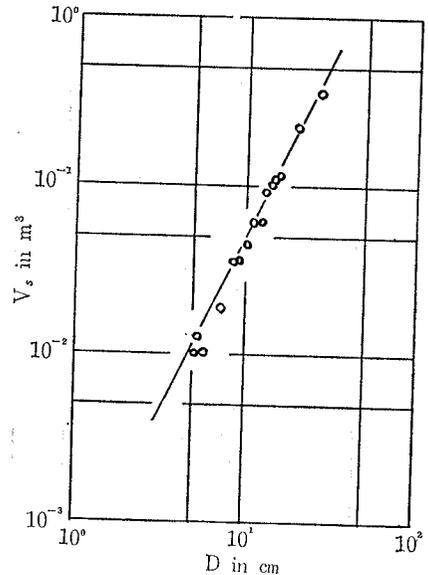


Fig. 2 Allometric relation between stem volume (Vs) and diameter breast height (D)

$$\log V_s = 2.115 \log D - 3.4165$$

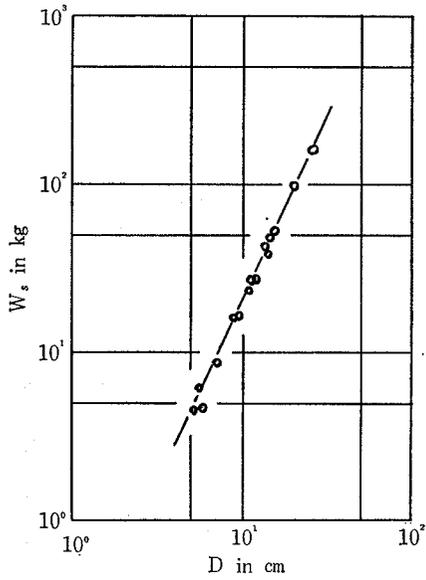


Fig. 3 Allometric relation between stem dry weight (W_s) and diameter breast height (D)

$$\log W_s = 2.1933 \log D - 0.857$$

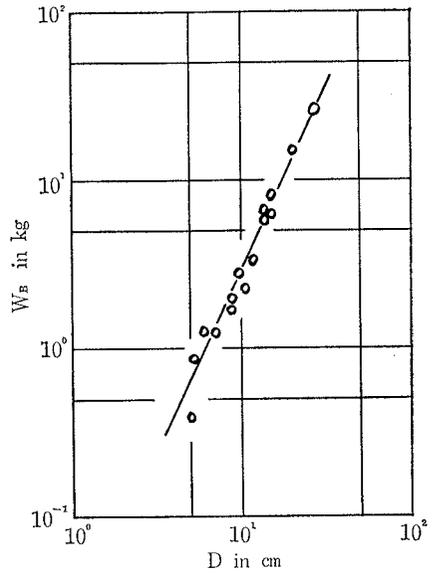


Fig. 4 Allometric relation between branch dry weight (W_B) and diameter breast height (D)

$$\log W_B = 2.2055 \log D - 1.7474$$

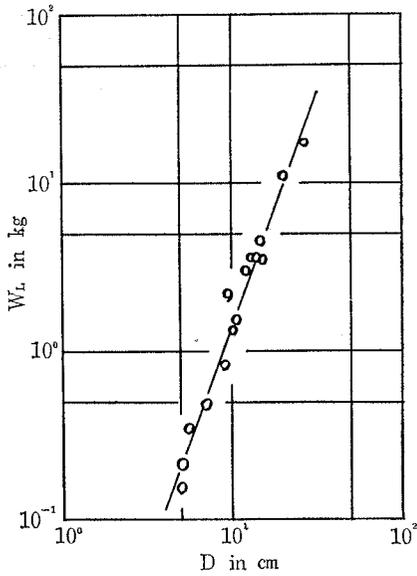


Fig. 5 Allometric relation between leaves dry weight (W_L) and diameter breast height (D)

$$\log W_L = 2.7527 \log D - 2.5701$$

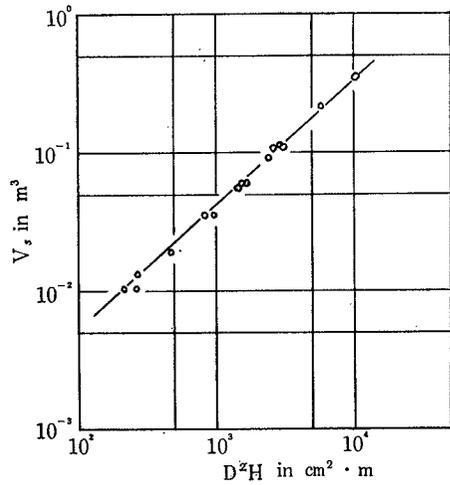


Fig. 6 Allometric relation between stem volume (V_s) and D^2H

$$\log V_s = 0.8993 \log D^2H - 4.06151$$

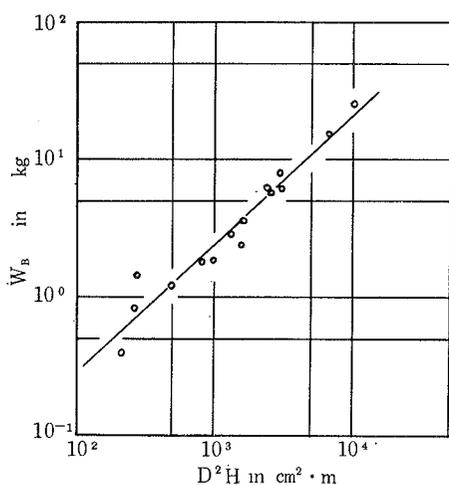


Fig. 7 Allometric relation between branch dry weight (W_B) and D^2H

$$\log W_B = 0.9309 \log D^2H - 2.3985$$

- V_S : 幹材積 m^3 , W_L : 葉乾重 kg
 W_S : 幹乾重 kg, D : 胸高直径 cm
 W_B : 枝乾重 kg, D^2H : 胸高直径の2乗×樹高 $cm^2 \times m$

幹・枝・葉と胸高直径 (D) との相対生長関係と胸高直径の2乗×樹高 (D^2H) との相対生長関係をみると D^2H との関係の方がばらつきが小さく回帰性がよいと思われたが、しかし、それほど差があるとは思われない

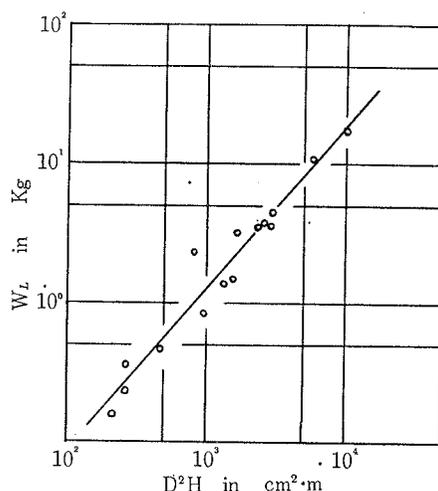


Fig. 8 Allometric relation between leaves dry weight (W_L) and D^2H

$$\log W_L = 1.1587 \log D^2H - 3.373$$

ことや樹高測定 of 誤差を考慮すると D^2H との関係から求めた場合誤差率が大きくなる可能性もありうる。安藤³⁾ はアカマツ林において D , D^2 , D^2H 等との相対生長関係から葉量を推定したが、いずれの方法も大差のない値がえられたとしている。これらのことから考慮して溝口の場合 D との相対生長関係から現存量の推定を行なった。その結果は Table—2 に示す如くであった。

Table 2 The biomass of each organ of stand ber hectare.

Stand	Volume of Stem m^3	Stem dry Weight ton	Branch dry Weight ton	Leaves dry Weight ton
Stand 1	260.51	116.28	15.48	12.47
Stand 2	282.69	126.18	16.82	12.99
Stand 3	298.80	133.37	17.27	12.48
Average	280.67	125.27	16.52	12.65

林分間にはあまり大きな差がみられなかったが立木密度が高いほど幹や枝の現存量がいくぶん多くなる傾向がみられた。

蜂屋等⁴⁾ によると岩手県のアカマツ林において多少の年令、樹高の差があるにもかかわらずha当りの幹重、幹

材積、胸高断面積合計、葉重、枝重、地上部重などと本数密度との間の関係は両対数ではほぼ直線的な関係すなわち収量—密度効果の冪乗式でよく近似されたとしている。

葉重については立木密度による差はあまり認められず

ほぼ類似した値を示し、その平均値は乾重にして 12.65 ton/ha となり、かなり高い値を示している。

蜂屋等⁴⁾によれば岩手県のアカツ林のいわゆる Full density の状態に近い林分で葉量は乾重にして 7 ton/ha であったとし、佐藤等⁵⁾はうっぺいしたアカツ林の葉量は生重にして 12~13 ton/ha (乾重にして約 5~6 ton/ha と推定される) であるとし、安藤⁶⁾は栃木県によく密生したアカツ林で葉量は乾重にして多い方で 7~8 ton/ha であるとし、管等⁷⁾は長野県のアカツ林において葉量は 8~10 ton/ha であるとして、川那辺等⁸⁾によると滋賀県のアカツ林において葉量は乾重にして 5.5 ton/ha と 9.7 ton/ha であるとしている。これらの葉量に比べると溝口のそれはかなり高い値を示している。川那辺⁷⁾によれば苗畑の高密林分においてアカツの葉量は 12.6 ton/ha、クロマツで 16.1 ton/ha であるとしている。赤井等⁹⁾によればスラッシュマツの密林分で葉量が 18 ton/ha であるとしている。また赤井等¹⁰⁾によればテーダマツの高密林分での葉量は 12.6~13.9 ton/ha であるという。

溝口のアカツ林の場合の葉量はこの一帯個有のものであるか、それとも推定方法からもたらされた異常な数値であるかは今後さらに検討を加えて明らかにしていきたい。

地上部の幹・枝・葉の割合は平均 81.1%, 10.7%, 8.2% であった。(Table-3) また枝の幹に対する割合は 13.2% であった。岩手県のアカツ林⁴⁾に比較すると溝口の場合は葉の割合がかなり高く、また枝の幹に対する割合もやや高い傾向がみられた。

Table 3 Ratio of each organ to above-ground parts.

Stand	Stems	Branches	Leaves
	%	%	%
Stand 1	80.7	10.7	8.6
Stand 2	80.9	10.8	8.3
Stand 3	81.8	10.6	7.6
Average	81.1	10.7	8.2

(2) 林分生長量

標準木 15 本についてそれぞれ幹の最近 5 年間の平均生長量を求め、それと胸高直径 (D) および胸高直径の 2

乗×樹高 (D²H) との相対生長関係は Fig-9, 10 の如くで、その式は次の如くであった。

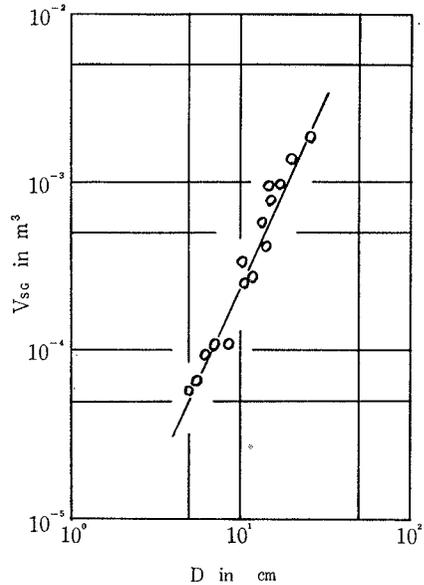


Fig. 9 Allometric relation between annual increment of stem Volume (V_{sc}) and diameter breast height (D)

$$\log V_{sc} = 2.2329 \log D - 4.8358$$

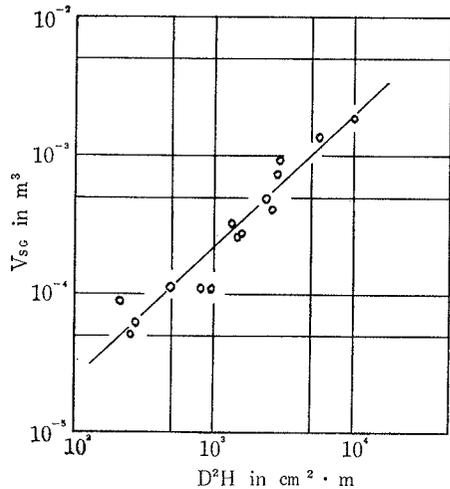


Fig. 10 Allometric relation between annual increment of stem (V_{sc}) and D²H

$$\log V_{sc} = 0.9472 \log D^2H - 5.5098$$

V^{50} : 幹材生長量 m^3 , D : 胸高直径 cm

D^2H : 胸高直径の2乗×樹高 $cm^2 \times m$

このうち現存量の場合と同様胸高直径との相対生長関係から各直径階の生長量を求め、これと標準地の毎木調査の結果とから林分の1年間の生長量を推定した。葉の生長量については1年生葉と2年生葉との比率は平均60.1% : 39.9%であったので葉の現存量の60%を葉の1年間の生長量とみなして計算をした。また全生長量につ

いては幹・葉・枝・根の生長量の合計して求めたが、このうち枝および根の生長量は直接測定は行わなかった。

すなわち、幹・枝・根とも全て非同化部の生長率は同一と仮定し、枝の生長量については枝の現存量に幹の生長率をかけて求め、根の生長量については根の現存量を全地上部の30%として計算し、これに幹の生長率をかけて求めた。このようにして得られた結果を示すと Table 4 に示す如くである。

Table 4 The annual increment of stand per hectare.

Stand	Volum of Stem m^3	Stem dry weight ton	Leaves dry weight ton	Whole dry weight ton
Stand 1	13.70	6.11	7.48	16.49
Stand 2	14.88	6.64	7.79	17.88
Stand 3	15.56	6.94	7.49	17.98
Average	14.71	6.57	7.59	17.45

幹の生長量についてみれば材積にして $14.1 m^3/ha$ 、乾重にして $6.57 ton/ha$ となり、また材部全体の生長量については $9.51 ton/ha$ となる。

これらの値は岩手県の33年生林⁴⁾の場合よりは低いが40余年生林¹⁾のものにやや近い。また千葉県¹²⁾の15年生林の場合にやや類似している。葉の生長量については $7.59 ton/ha$ となり、岩手県の33年生アカマツ林⁴⁾で $3.4 ton/ha$ 、千葉県¹²⁾の15年生アカマツ林で $4.2 ton/ha$ 、長野県⁵⁾の38年生アカマツ林で $2.2 \sim 2.7 ton/ha$ 等と比べてかなり高い値を示している。赤井等²⁾によればスラッシュマツの葉の現存量は $18 ton/ha$ であり、この半分を新葉量にしても $9 ton/ha$ となり、溝口のアカマツ林の場合を

うわまわることになる。溝口のアカマツ林の葉の生長量については葉の現存量とも関連していることでもあり、今後さらに検討を加えていきたい。

全生長量についてみれば $17.45 ton/ha$ となり、岩手県の33年生アカマツ林⁴⁾の $17.0 ton/ha$ とほぼ同じで、千葉県¹²⁾の15年生アカマツ林の $14.9 ton/ha$ よりは上回っている。また只木等¹¹⁾によると苗畑での密生させた3年生の模型林分で地上部の3年間の年平均純生産量は $20 ton/ha$ であるとし、Ovington⁸⁾によればヨーロッパアカマツの20年生前後で最大純生産量は約 $22 ton/ha$ であるとしている。これからみて溝口のそれは決して高すぎる値ではないと思われる。

Table 5 Net assimilation rate, relative growth rate, etc. of stands.

Stand	Net assimilation rate (NAR) ton/ton	Rate of leaves to whole weight (LWR) ton/ton	Relative growth rate (RGR) ton/ton	Annual increment of stem to leaves dry weight m^3/ton	Annual increment of stem to stem dry weight m^3/ton
Stand 1	1.3450	0.06369	0.08566	1.0986	0.0542
Stand 2	1.3785	0.06919	0.09538	1.1454	0.0535
Stand 3	1.4444	0.07146	0.10321	1.2467	0.0526
Average	1.3893	0.06811	0.0946	1.1628	0.0534

(3) 相対生長率, 純同化率等

単位面積当りの全現存量に対する全生長量の比率すなわち相対生長率 (RGR), 葉量に対する全生長量の比率すなわち純同化率 (NAR), 全現存量に対する葉量の比率すなわち葉重量比 (LWR), 葉量に対する幹材生長量の比率すなわち幹材生産能率, 幹材現存量に対する幹材生長量すなわち幹材生長率について調べた結果は Table-5 に示す如くである。

相対生長率は平均で9.39%, 葉重量比で6.27%でこれは岩手県のアカマツ林⁹⁾の場合に比較してかなり高い値を示している。これに対して純同化率や幹材生産能率は低い値を示している。すなわち, 純同化率は1.3893であり, これは岩手県の33年生アカマツ林¹²⁾の2.46に対して約60%にすぎない。この原因として溝口の場合葉量の多いことも考えられる。蜂屋等⁹⁾によればアカマツ林で葉量の増加と共に純同化率がほぼ直線的に低下していている。また溝口の幹材生産能率は1.1628であるが, 岩手県のアカマツ林¹²⁾で 2.5 ± 0.4 , 栃木県のアカマツ林¹²⁾で 1.4 ± 0.6 , 長野県のアカマツ林¹²⁾で1.5~1.7で溝口のそれよりは高い値を示している。

これらのことからみて溝口の葉の単位重量当りの効率は低い方と思われる。しかし, 葉の効率が低くても単位面積当りの葉量が多いために全体として良好な生長をもたらしているものと考えられる。

要 約

鳥取県溝口町に所在する鳥取大学演習林内のアカマツ林のうち, 約20~25年生天然林の現存量, 生長量等について調べた。

(1) 林分はほぼ完全に閉鎖しており, その平均胸高直径は14.96cm, 平均樹高は12.03m, 平均立木密度はha当り2148本, 平均胸高断面積合計は40.63m²/haであった。

(2) 各器官の間に成立する相対生長関係の近似式は次のようであった。

$$\begin{aligned} \log V_s &= 2.115 & \log D &= 3.4165 \\ \log W_s &= 2.1933 & \log D &= 0.8570 \\ \log W_B &= 2.2055 & \log D &= 1.7474 \\ \log W_L &= 2.7527 & \log D &= 2.5701 \\ \log V_{sc} &= 2.2329 & \log D &= 4.8358 \\ \log V_s &= 0.8993 & \log D^2H &= 4.0615 \\ \log W_B &= 0.9309 & \log D^2H &= 2.3985 \end{aligned}$$

$$\log W_L = 1.1587 \log D^2H - 3.373$$

$$\log V_{sc} = 0.9472 \log D^2H - 5.5098$$

$$\begin{aligned} V_s &: \text{幹材積 m}^3, & W_L &: \text{葉乾重 kg} \\ W_s &: \text{幹乾重 kg}, & V_{sc} &: \text{幹材生長量 m}^3 \\ W_B &: \text{枝乾重 kg}, & D &: \text{胸高直径 cm} \\ D^2H &: \text{胸高直径の2乗} \times \text{樹高 cm}^2 \times \text{m} \end{aligned}$$

(3) 林分の各器官の現存量は相対生長関係と標準地の毎木調査から推定した結果は次の如くである。

$$\begin{aligned} \text{幹材積} &: 280.67 \text{ m}^3/\text{ha} \\ \text{幹乾重} &: 125.28 \text{ ton}/\text{ha} \\ \text{枝乾重} &: 16.52 \text{ ton}/\text{ha} \\ \text{葉乾重} &: 12.65 \text{ ton}/\text{ha} \end{aligned}$$

(4) 生長量については次の如くである。

$$\begin{aligned} \text{幹材生長量} &: 14.71 \text{ m}^3/\text{ha} \\ \text{幹乾重生長量} &: 6.57 \text{ ton}/\text{ha} \\ \text{葉乾重生長量} &: 7.59 \text{ ton}/\text{ha} \\ \text{全生長量} &: 17.45 \text{ ton}/\text{ha} \end{aligned}$$

(5) 3林分の平均相対生長率 (RGR) は0.0946, 平均純同化率 (NAR) は1.3893, 平均葉重比 (LWR) は0.06811, 葉の幹材生産能率は1.1628, 幹材積に対する幹材生長量の比率は5.34%であった。

文 献

- (1) 赤井竜男・古野東洲・上田晋之助・佐野宗一：テラダマツ幼令林の物質生産機構 京大演報 40, 26~49 1968
- (2) 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
- (3) 安藤貴：アカマツ天然生除伐試験林の解析 (第2報) 本数密度を中心とした解析 林試報 147, 45~77 1962
- (4) 蜂屋欣二・土井恭次・小林玲爾：アカマツ林の林分成長の解析——岩手地方社令人工林の一例 林試報 176, 75~88 1965
- (5) 菅誠・四手井綱英：長野県諏訪市附近の金沢国有林におけるアカマツ林の樹体各部の相対生長関係および林分現存量について (予報) 日林講集 77, 207~209 1966
- (6) 川那辺三郎・四手井綱英・岩坪五郎：パキスタンマツ林とアカマツ林の物資生産について 日林講集 72, 242~244 1962
- (7) 川那辺三郎・四手井綱英：針葉樹苗木の生育におよぼす被陰の影響 京大演報 40, 111~121 1968

- (8) Ovington, J. D. : Dry matter production by *Pinus sylvestris* L.
Ann. Bot. N. S. 21, 287~314 1957
- (9) 佐藤大七郎 林分生長論資料(1) 立木密度のちがう若いアカマツ林 東大演報 48, 65~90 1955
- (10) 四手井綱英編：アカマツ林の造成——基礎と実際 地球出版社 1963
- (11) 只木良也・四手井綱英：林木の競争に関する研究Ⅲ アカマツ幼樹を用いた小型林分での機械的な間伐試験 日林誌 44, 5, 129~139 1962
- (12) 只木良也・蜂屋欣二：森林生態系とその物質生産 林業科学技術振興所 1968

