

## 九州地方におけるカラマツ林の施業上の特性に関する研究

柿原, 道喜

<https://doi.org/10.15017/14776>

---

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 41, pp.1-107, 1967-02-15. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン :  
権利関係 :

著しい。

副林木本数は多いにもかかわらず、それが被圧木、被害木を対象としているため、単木材積が小さく、その結果、副林木材積の総林木に対する比率は小さくなり、また、総収穫量と主林木の材積平均生長量最大の時期の差が、きわめて短くなる。

## 第6章 林分利用材積収穫表

樹幹形は、立地条件、施業方法によって異なり、そのため、素材（丸太）として利用できる材積の全材積に対する比、すなわち利用率は、立地条件、施業方法の違いにより異なり、その結果、単木材積の集まりである林分材積の利用率も、立地条件、施業方法の相違によって異なることが予想される。

一方、近年の工業原材料の需要増大にともない、林木は樹幹部のみでなく枝条部分まで利用されるにいたっているが、カラマツについては、構造材として利用する場合はもちろん、工業原材料として利用する場合でも、素材（丸太）として伐出し、これをそれぞれの用途に利用することが多い。

このような観点から、従来、幹材積を尺度として決定されていた生長量予測、収穫予定伐期令決定などの林業経営上の諸問題は、木材利用の立場から考えた場合には、幹材積のほかに利用材積についても検討することが必要である。そこで、九州地方のカラマツ林の林分利用材積収穫表を調製し、立地条件および施業方法と、利用材積の生長との関係を明らかにすることをこころみた。

### I. 利 用 率

利用率は、普通、樹幹材積に対する根株および梢頭部分を除いた実際に利用する部分の材積の比率をいうが、時には枝条のうちの利用できる部分を含めた材積に対する比率を意味していることもある。しかし、ここでは前者の場合に限定して考える。

利用できる部分は、その用途によって異なるので、利用率も用途によって違ってくる。構造材として利用する場合は、最近では、樹種によっては小丸太材、小角材などの需要が増加しているので小径丸太でも利用できるが、一般に考えられている構造材は、直径の大きい丸太の部分が利用されるので、この観点から考えると利用率は小さくなる。しかし、最近の原材料の不足から、構造材、原材料両方に利用できる樹種では、直径の大きい部分は構造材、梢頭の直径の小さい部分は原材料として利用されるので、このような利用をすれば、構造材生産を目的とした場合でも利用率は大きくなる。原材料として利用する場合は、末口直径 6 cm ぐらゐまでが利用の対象となるので、利用率は大きく、梢頭部をチップとして利用すれば、利用率はさらに大きくなる。特殊な用途として電柱材として利用する場合、立川・武石<sup>127)</sup>がスギについての調査によると、胸高直径 20cm 以下および 35cm 以上のものは利用できない、すなわち、利用率はゼロになると報告されており用途によっては径級の大きいことは利用率の大きいことを意味しない。また、筆者<sup>103)</sup>が、ミズナラを椎茸原木用として利用した場合の利用率を求めたところ、90%以上の高い数値が得られている。

このように、利用率は用途によって異なるので、利用率を論議するにさいしては、利用

目的、換言すれば採材方法を決定しなければならない。ここでは、九州地方のカラマツ林は原料材林であるという想定のもとに、その測樹学的特徴を検討しているの、原料材を採材した場合の利用率をとりあげることが妥当である。しかし、カラマツは、先に述べたように、原料材にも構造材にも利用できること、構造材として利用する場合でも梢頭部分は原料材として利用されることなどの理由により、普通、利用率の算定に用いられている方法、すなわち、採材長を4 m、採材末口直径を6 cmまでとし、梢頭部は適宜3 mまたは2 m採材した場合の、丸太総材積の立木幹材積に対する比率を利用率とし、立地条件および施業方法の違いによって生ずる林木構成の差が、林分の利用率にどのように影響するかを考察することとする。

## II. 調 製 方 法

利用部分（丸太）の材積を求めるためには、樹幹の細り具合を知る必要がある。そこでまず、細り表を調製し、これを用いて単木の利用材積表を調製する。次に、林分材積収穫表調製のさい調査した標準地資料を用いて林分の利用材積を算出し、これを幹材積で除することによって林分利用率を求め、年令との回帰より令階別の林分利用率を算出する。かくして得られた林分利用率を林分材積収穫表の幹材積に乗じて、林分利用材積収穫表を調製することとする。

## III. 細 り 表 の 調 製

### i. 資 料

立木幹材積表調製に使用した樹幹析解木を用いる。

### ii. 細 り 表

細り表調製の方法としては、(1) 各種の幹曲線式を用いる方法<sup>25)63)64)66)68)</sup> (2) 樹幹長を10等分し胸高直径との回帰式より各部位の直径を算出する方法<sup>65)67)</sup> (3) 多数の樹幹析解木より徒手法により作製する方法<sup>69)</sup>など各種の方法があるが、ここでは簡単に計算でき、しかも、かなりの高精度の結果が得られる(2)の方法による。

まず、各資料木の梢頭より胸高の位置までを10等分し、各部位の無皮直径を求める。同時に、地ぎわ（地上高0.2 mの部位）および胸高部位の無皮直径を測定する。次に、これら各部位の直径（ $y$ ）と、有皮胸高直径（ $x$ ）との回帰式

$$y = a_1 + b_1 x \quad \dots\dots(16)$$

$$y = b_2 x \quad \dots\dots(17)$$

ただし  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  は常数

を算出し、両式の比較検討を行ない、実測値によく適合する式を用いて胸高直径階別の各部位の直径を求めることとする。

有皮胸高直径と各部位の直径との回帰式および相関係数を算出した結果は、第39表ならびに第39図のとおりであって、両式間には大差なく、理論的には第(17)式が正しいのでこれを用いて第40表に示す細り表を調製した。

### iii. 細り表の適合度

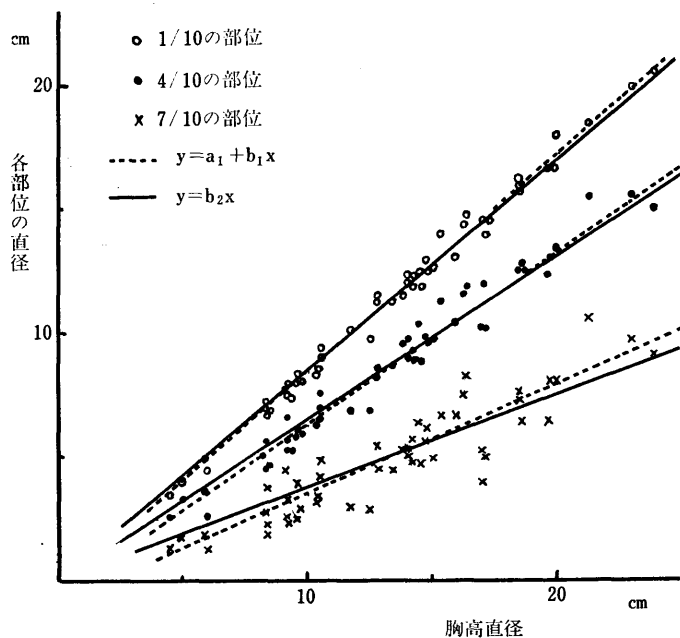
前項で調製した細り表が、実際によく適合するか否かを次の方法により検討した。

まず、先に調製した細り表から細り図を作製し、樹幹析解のさい測定する部位の直径を

第39表 九州地方カラマツの細り式

区分	相関係数		回 帰 式					
	$r$	有意性	$y=a_1+b_1x$	標準誤差	回帰係数の有意性	$y=b_2x$	標準誤差	回帰係数の有意性
0.2m	0.991	**	$y=0.3027+1.0624x$	0.653	**	$y=1.0833x$	0.775	**
1.2m	0.980	**	$y=-0.2629+0.9410x$	0.838	**	$y=0.9228x$	0.856	**
1/10	0.997	**	$y=-0.4589+0.8884x$	0.297	**	$y=0.8566x$	0.335	**
2/10	0.991	**	$y=-0.4878+0.8229x$	0.529	**	$y=0.7879x$	0.598	**
3/10	0.987	**	$y=-0.8012+0.7837x$	0.573	**	$y=0.7282x$	0.624	**
4/10	0.981	**	$y=-0.8098+0.7149x$	0.632	**	$y=0.6588x$	0.678	**
5/10	0.975	**	$y=-0.9912+0.6467x$	0.655	**	$y=0.5774x$	0.721	**
6/10	0.953	**	$y=-0.9715+0.5509x$	0.758	**	$y=0.4836x$	0.828	**
7/10	0.916	**	$y=-1.0873+0.4563x$	0.887	**	$y=0.3816x$	0.944	**
8/10	0.877	**	$y=-0.9951+0.3336x$	0.814	**	$y=0.2647x$	0.867	**
9/10	0.807	**	$y=-0.5202+0.1687x$	0.547	**	$y=0.1327x$	0.568	**

第39図 九州地方カラマツの細り図



求め、樹幹析解のさい行なう幹材積算出方法によって無皮幹材積を算出する。次に、先に調製した立木幹材積表の各数値（皮付）に、樹皮率17.1%を乗じて樹皮量を求め、皮付材積から樹皮量を引いて無皮材積を算出する。かくして得られた2組の無皮材積が一致するか否かを検討する。

以上の方法により、2組の無皮材積を比較した結果の一部を示せば第41表のとおりであって、各直径階とも誤差率10%以下のかなり高い精度の結果が得られているので、先に調製した細り表は、九州地方のカラマツ林に適用して差支えないものと判断される。そこで第40表をもって九州地方カラマツの細り表とする。

第40表 九州地方カラマツの細り表 (cm)

有皮 胸高 直径	無皮 伐直	皮根 直径	無皮 胸高 直径	部 位								
				1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10
6	6.50	5.54	5.14	4.73	4.37	3.95	3.46	2.90	2.29	1.59	0.80	
8	8.67	7.38	6.85	6.30	5.83	5.27	4.62	3.87	3.05	2.12	1.06	
10	10.83	9.23	8.57	7.88	7.28	6.59	5.77	4.84	3.82	2.65	1.33	
12	13.00	11.07	10.28	9.46	8.74	7.91	6.93	5.80	4.58	3.18	1.59	
14	15.17	12.97	11.99	11.03	10.19	9.22	8.08	6.77	5.34	3.71	1.86	
16	17.33	14.77	13.71	12.61	11.65	10.54	9.24	7.74	6.11	4.24	2.12	
18	19.50	16.61	15.42	14.18	13.11	11.86	10.39	8.71	6.87	4.77	2.39	
20	21.67	18.46	17.13	15.76	14.56	13.18	11.55	9.67	7.62	5.29	2.65	
22	23.83	20.30	18.85	17.33	16.02	14.49	12.70	10.64	8.40	5.82	2.92	
24	26.00	22.15	20.56	18.91	17.48	15.81	13.86	11.61	9.16	6.35	3.19	
26	28.17	23.99	22.27	20.49	18.93	17.13	15.01	12.57	9.92	6.88	3.45	
28	30.33	25.84	23.99	22.06	20.39	18.45	16.17	13.54	10.68	7.41	3.72	
30	32.50	27.68	25.70	23.64	21.85	19.76	17.32	14.51	11.45	7.94	3.98	
32	34.67	29.53	27.41	25.21	23.30	21.08	18.48	15.48	12.21	8.47	4.25	
34	36.83	31.38	29.12	26.79	24.76	22.40	19.63	16.44	12.97	9.00	4.51	

第41表 細り表の適合度

樹 高	D=10cm				D=14cm				D=18cm			
	$v_1$	$v_2$	$v_1-v_2$	$\frac{ v_1-v_2 }{v_1} \times 100$	$v_1$	$v_2$	$v_1-v_2$	$\frac{ v_1-v_2 }{v_1} \times 100$	$v_1$	$v_2$	$v_1-v_2$	$\frac{ v_1-v_2 }{v_1} \times 100$
m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%
4	0.017	0.013	0.004	23.5								
6	0.022	0.020	0.002	9.1	0.044	0.036	0.008	18.2				
8	0.028	0.027	0.001	3.6	0.055	0.050	0.005	9.1				
10	0.034	0.036	-0.002	5.9	0.064	0.065	-0.001	1.6	0.126	0.108	0.018	14.3
12	0.039	0.044	-0.005	12.8	0.077	0.080	-0.003	3.9	0.145	0.129	0.016	11.0
14					0.086	0.095	-0.009	10.5	0.160	0.149	0.011	6.9
16									0.176	0.171	0.005	2.8

樹 高	D=22cm				D=26cm				D=30cm			
	$v_1$	$v_2$	$v_1-v_2$	$\frac{ v_1-v_2 }{v_1} \times 100$	$v_1$	$v_2$	$v_1-v_2$	$\frac{ v_1-v_2 }{v_1} \times 100$	$v_1$	$v_2$	$v_1-v_2$	$\frac{ v_1-v_2 }{v_1} \times 100$
m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%
10	0.164	0.161	0.003	1.8								
12	0.193	0.191	0.002	1.0	0.264	0.268	-0.004	1.5	0.348	0.357	-0.009	2.6
14	0.216	0.223	-0.007	3.2	0.303	0.312	-0.009	3.0	0.398	0.415	-0.017	4.3
16	0.245	0.255	-0.010	4.1	0.339	0.357	-0.018	5.3	0.446	0.474	-0.028	6.3
18	0.267	0.287	-0.020	7.5	0.371	0.400	-0.029	7.8	0.499	0.533	-0.034	7.6
20	0.296	0.318	-0.022	7.4	0.434	0.444	-0.010	2.3	0.556	0.592	-0.046	8.3

注 D は胸高直径  $v_1$  は細り表から算出した無皮材積  $v_2$  は材積表の数値から樹皮量を除いた材積  $v_1-v_2$  は2組の材積の差  $|v_1-v_2|/v_1 \times 100$  は誤差率

#### IV. 利用材積表

利用材積表の調製には、先に調製した細り表を利用する。

その方法は次のとおりである。

- 1) 第40表より細り図を作製する。
- 2) 採材丸太長を4 m, 最小末口直径を6 cm とし, 梢頭部は, 適宜3 mまたは2 mとする。
- 3) 末口直径の測定は, 用材の日本農林規格にしたがい, 末口直径が14 cm以上のものは2 cm単位で, 14 cm以下のものは1 cm単位で実施する。
- 4) 以上の結果より, 各丸太の材積を丸太材積表を用いて求め, その総和をもって立木の利用材積とする。

以上の方法によって調製した利用材積表は第42表のとおりである。

第42表 九州地方カラマツ利用材積表 (m<sup>3</sup>)

樹高	胸 高 直 径 (cm)													
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
m														
4	0.007	0.010												
5	0.007	0.011												
6	0.007	0.011	0.014	0.020										
7	0.011	0.014	0.020	0.026										
8	0.011	0.014	0.020	0.032	0.040									
9	0.011	0.014	0.026	0.039	0.068									
10	0.014	0.020	0.033	0.050	0.069	0.083	0.092	0.116						
11		0.020	0.043	0.055	0.072	0.088	0.098	0.128						
12		0.027	0.046	0.062	0.078	0.104	0.134	0.142	0.177	0.215	0.225	0.272	0.318	0.358
13			0.046	0.068	0.084	0.117	0.149	0.160	0.201	0.228	0.283	0.283	0.371	0.415
14			0.046	0.074	0.091	0.128	0.161	0.199	0.213	0.252	0.302	0.346	0.374	0.414
15			0.052	0.081	0.111	0.129	0.174	0.212	0.222	0.258	0.316	0.386	0.386	0.462
16					0.123	0.140	0.180	0.228	0.234	0.288	0.328	0.400	0.470	0.488
17						0.146	0.196	0.230	0.301	0.309	0.379	0.418	0.495	0.545
18						0.162	0.209	0.247	0.312	0.321	0.393	0.473	0.531	0.601
19								0.291	0.325	0.396	0.406	0.482	0.556	0.630
20								0.294	0.368	0.410	0.458	0.518	0.598	0.706

#### V. 林分利用材積収穫表の調製

##### i. 林分利用率

林分利用率を算出するため, 各年令にわたって林分を選び, 立木幹材積表および利用材積表を用いて立木幹材積および利用材積を求め, 後者を前者で除すことによって林分利用率を主, 副林木別に算出した。その結果は, 第43表に示すとおりである。

次に, 横軸に林令 (x), 縦軸に林分利用率 (y) をとったグラフ上に実測値をプロットした結果は第40図に示すとおりである。

主林木については, 両者間の関係は2次式で示されるので, 2次式を適用, 最小自乗法

第43表 林分利用率 (ha 当り)

所在地 林小	林令	主林木			副林木		
		総材積	利用材積	利用率	総材積	利用材積	利用率
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%
竹田 66 ち	14	30.5	8.4	27.5	3.8	0.0	0.0
〃 64 た	15	44.3	9.7	21.9	1.8	0.1	5.6
〃 66 ち	16	39.9	13.9	34.8	6.2	0.6	9.7
〃 65 ほ	20	44.4	23.8	44.8	2.7	0.0	0.0
玖珠 13 ろ	21	93.6	41.3	44.1	6.2	0.0	0.0
竹田 65 ほ	22	52.2	21.7	41.6	4.6	0.0	0.0
玖珠 21 を	24	100.7	54.0	53.6	21.0	9.8	46.7
高千穂 75 ぬ	25	78.9	49.7	63.0	10.5	4.2	40.0
〃 75 ぬ	25	84.3	57.3	68.0	19.2	10.0	52.1
竹田 61 は	30	125.1	78.2	62.5	13.2	5.5	41.7
玖珠 14 よ	30	137.5	88.3	64.2	33.8	17.7	52.4
〃 14 よ	30	241.3	167.2	69.3	33.3	18.2	54.7
〃 14 よ	33	268.6	199.1	74.1	32.1	23.3	72.6
九林 44 い	35	240.0	150.2	62.6	23.3	13.0	55.6
玖珠 14 よ	37	297.8	206.4	69.3	35.8	15.0	41.9

により常数を求めたところ次式が得られる。

$$y = -52.2253 + 7.0575x - 0.0995x^2 \quad \dots\dots(18)$$

上式の実測値に対する適合度を検討したところ、一部不適当なところが認められたのでその部分は徒手法により修正した。

副林木については、数種の曲線式を適用して計算したところ、いずれも不適当と認められたので、実測値にもっともよく適合するとみられる曲線を徒手法により描いた。

かくして得られた林分利用率は、第44表および第40図のとおりである。

第44表 林分利用率 (%)

区分	林令	15	20	25	30	35	40
主林木		27.4	45.1	58.0	65.6	68.9	70.0
副林木			30.3	43.0	49.2	52.1	53.6

## ii. 林分利用材積収穫表

林分材積収穫表の幹材積に、先に求めた林分利用率を乗じて林分利用材積を算出した。かくして調製された林分利用材積収穫表は第45表のとおりである。

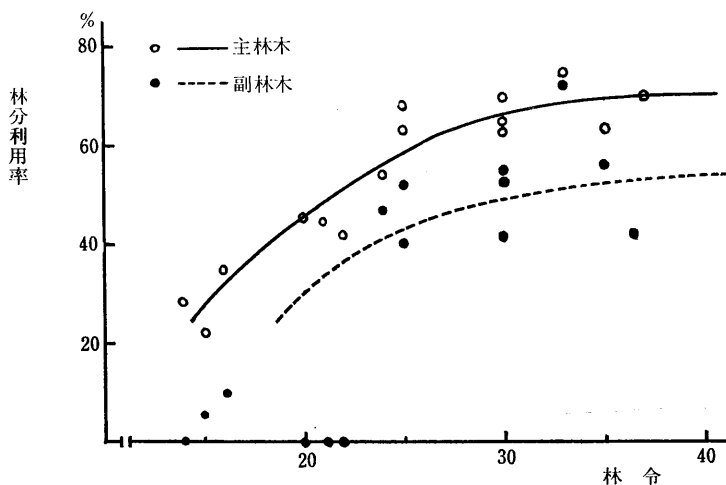
## VI. 考 察

### i. 林分材積収穫表との比較

次に、本収穫表の特徴を明らかにするため、林分材積収穫表との比較をこころみる。

総生長量曲線 (第41図) は、両曲線とも同じ型のカーブをしているが、利用材積の方が増加の度合はやや大きい。これを連年生長量曲線 (第42図) についてみると、最大の時期はともに25年~30年で同じであるが、増加している場合は、利用材積の方が増加の度合が

第40図 林分利用率



第45表 九州地方カラマツ林分利用材積収穫表

林令	主 林 木								副 林 木			
	平均		ha当り本数	ha当り幹材積	ha当り利材積	利用率	ha当り連年平均生長量	ha当り平均生長量	平均		ha当り本数	ha当り幹材積
	樹高	胸高直径							樹高	胸高直径		
15	6.4	7.8	2,176	42.9	11.8	27.4	0.79	6.1	6.8	666	9.0	
20	8.5	11.2	1,510	73.8	33.3	45.1	1.65	7.3	9.4	345	10.4	
25	10.0	14.6	1,165	106.5	61.8	58.0	2.47	8.2	12.0	249	13.2	
30	11.1	18.0	916	138.0	90.5	65.6	3.02	9.0	13.9	167	12.9	
35	12.1	20.5	749	163.5	112.7	68.9	3.22	9.6	15.4	97	9.6	
40	12.9	22.5	652	176.1	123.3	70.0	3.08					

林令	副 林 木			主, 副 林 木 合 計							
	ha当り利材積	利用率	総林木に対する比率	ha当り本数	ha当り幹材積	ha当り利材積	利用率	ha当り連年平均生長量	ha当り平均生長量		総収穫量
									A	B	
15	m <sup>3</sup>	%	%	2,176	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
20	2.7	30.3	8.1	2,176	42.9	11.8	27.5	4.84	0.79	0.79	11.8
25	4.5	43.0	7.2	1,510	73.8	33.3	45.1	6.60	1.80	1.80	36.0
30	6.5	49.2	7.1	1,165	106.5	61.8	58.0	7.40	2.76	2.65	69.0
35	6.7	52.1	6.0	916	138.0	90.5	65.6	5.78	3.47	3.23	104.2
40	5.2	53.6	4.1	749	163.5	112.7	68.9	3.16	3.80	3.41	133.1
					176.1	123.3	70.0	3.72	3.21	3.21	148.9

注 Aは総収穫量 Bは主, 副林木合計

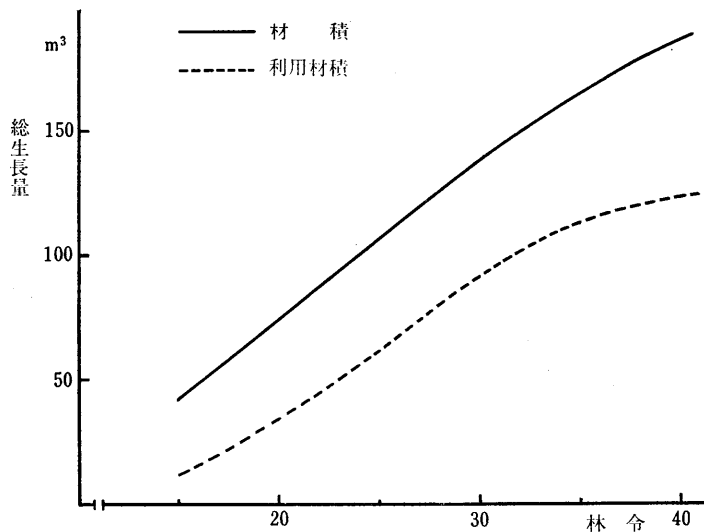
大きく、減少する場合は、逆に林分材積の方が、その割合はやや大きくなっている。利用材積の方が生長量の増加の割合の大きいのは、利用径級に達していないものが利用径級に達してくること、および立木材積が大きくなるにしたがって単木の利用率が大きくなることなどの理由により、年令の増加にともなう林分利用率の増加の割合が、林分材積の場合



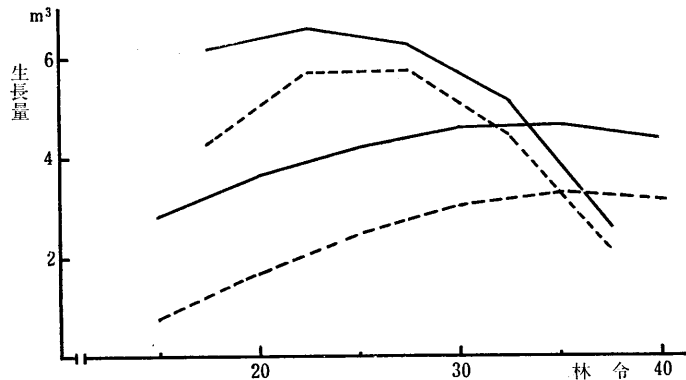
より大きいためであり、この結果は、利用材積について生長量を考えた場合の1つの特徴といえる。

平均生長量最大の時期（第42図）は、林分材積で33年、利用材積では35年であって、利用材積の方が2年おそく現われる。これは、林分利用率が年令の増加にしたがって拋物線的に増加し、第44表に示すとおり、材積平均生長量が最大の時期になっても林分利用率は最大に達しないためである。また、2年という僅かの年数しかおくれのないのは、30年以上になると胸高直径の生長が急に衰え、林分利用率の増加の度合が非常に少なくなるためである。

第41図 総生長量曲線



第42図 連年および平均生長量



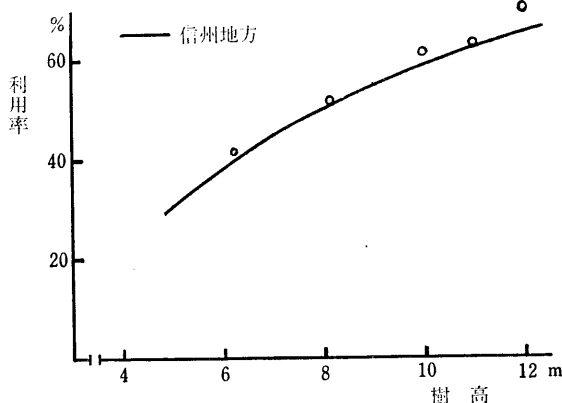
## ii. 信州地方のカラマツ林との比較

### 1. 単木の利用率

単木の利用率を比較した結果は、第43図のとおりである.\*なお、比較する資料としては

\* 九州地方の利用率は、収穫表の各年令の平均直径、平均樹高を有する林木の利用材積を幹材積で除して求めた。

第43図 単木の利用率



樋口<sup>123)</sup>の計算結果を用いた。

九州地方は信州地方にくらべ、利用率はやや大きい。これは、樹幹形が完満なことによるものである。

## 2. 林分利用材積収穫表

浅川ら<sup>70)</sup>が信州地方のカラマツについて計算した結果によると、利用材積の平均生長量最大の時期は、幹材積にくらべると、地位Ⅰで10年、地位Ⅱ、Ⅲで15年おこなわれている。これに対し、九州地方のカラマツ林は2年しか違わない。これは、九州地方のカラマツ林は原料材生産に向けた施業方法がとられているため、先に述べたように構造材林にくらべ、年令の増加にともなう林分利用率の増加の割合が小さくなるためである。

### iii. 九州地方における構造材林との比較

九州地方の構造材林の利用率は求められていないので、正しい結論を導くことはできないが、その幹材積は、九州地方より信州地方のものによく適合するため、単木の利用率も九州地方よりむしろ信州地方のものと同様になることが予想される。また、林木構成も、構造材林としての特徴を有しているため、林分利用材積の生長経過は、信州地方のカラマツ林と同じような傾向にあるものと推察される。

### iv. 総括

九州地方のカラマツ林は、立木密度が高いので径級が大きくなるにしたがって樹幹形は完満になり、その結果、樹幹形の梢殺な構造材林にくらべ、利用率は大きくなる傾向が認められる。しかし、単木の材積生長量が小さいので、年令の増加にともなう林分利用率の増加の割合は小さく、その結果、平均生長量最大の時期は、林分材積にくらべ2年おこなうに過ぎず、立木密度の低い構造材林の場合には、10年～15年おこなうのにくらべると著しく異なっている。これらの結果は、立地条件の違いより先に述べたように施業方法の違いによって生じるものであるから、原料材林の特徴を示すものといえよう。

## 第7章 林分重量収穫表

従来、森林生産量把握の尺度として材積が用いられてきたが、材積は林木の容積を求め