

## A Study on Characteristics of Working of KARAMATSU (*Larix leptolepis* Gord.) Forests in Kyushu District

柿原, 道喜

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

---

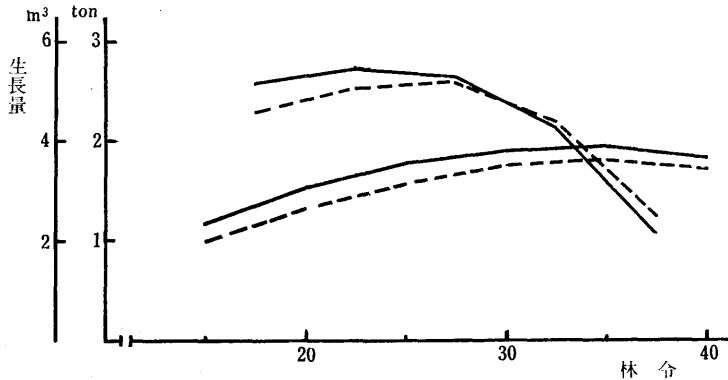
出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 41, pp.1-107, 1967-02-15. Research Institution of University Forests, Faculty of Agriculture, Kyushu University

バージョン :

権利関係 :



第49図 連年および平均生長量



況は、樹種、立地条件、施業方法により異なり、また、構造材生産に向けたカラマツ林の重量収穫表が調製されていないので、結論を導くことは困難であるが、九州地方のカラマツ林の材積と重量の平均生長量が最大となる年令の差の短いことの一理由として、施業方法の違いが考えられる。すなわち、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、立木密度が高く、その結果、胸高直径は地位の悪い割合にはよい生長を示すが、構造材林にくらべると小さく、特に、30年頃よりその生長が著しく減少（第30図）して年輪巾が狭くなることに起因するものと推定される。しかし、この問題は、樹種による違い、立地条件の相違なども関係するものであるから、今後、さらに検討を加えることが必要であろう。

## 第8章 林分熱量収穫表

カラマツの用途として、建築、土木などの構造材、および化学工業原料としての原料材に大別し、その測定の尺度である材積、利用材積、および重量の生長経過について検討を加え、立地条件および施業方法の違いによる相違点を明らかにした。熱量は、木材を燃料材として利用する場合の測定尺度としてとりあげられる。カラマツは、その材質から考えて燃料材としての利用は大きくはないと考えられるが、熱量は、比重と高度の相関があり、<sup>3)</sup> 木材実質量の測定尺度として重量とともに大きい役割を果すものといえる。そこで、原料材林の生長量予測、収穫予定、伐期令決定などの尺度として熱量をとりあげた場合を想定し、熱量生長の面から九州地方のカラマツ林の特徴の究明をこころみる。

林木の熱量については、三浦・西田<sup>88)</sup> 津田<sup>89)</sup> 里中<sup>90)91)</sup>らの報告がみられるが、これらは木材化学的な立場からの研究であって、林業経営の立場から林木および林分の熱量を測定した報告は、関屋<sup>3)</sup> がアカマツについて行なったもの以外はまったく見受けられず、特に、立地条件および施業方法の相違が、熱量生長におよぼす影響についての研究は皆無に等しい。

このような観点から、測樹学的に計測できる、年令、胸高直径、樹高との関係から熱量生長経過の把握を行ない、材積生長、重量生長との比較から、その特徴を明らかにしようとするものである。

## I. 資 料

### i. 資料の収集

林分熱量平均木の胸高直径は、林分断面積平均木、林分材積平均木、林分重量平均木の胸高直径と同一とみなされるので、<sup>3)</sup>重量測定用の各供試木を、そのまま熱量測定用供試木とした。

### ii. 供試粉の抽出

重量測定用に採取した各円盤を熱量測定用の資料とし、各円盤からノミおよび粉碎機を用いて作製した木粉を 60 mesh の篩により選別し、これを測定に供することにした。

### iii. 測定

前述の方法で採取した木粉を成型器により固定し、定温乾燥器で全乾状態にして秤量し全乾重量に対する発熱量を測定した。測定に用いた熱量計は、燃研式断熱熱量計 (JIS-B 型断熱熱量計) であって、JISM 8802 に指定された熱量計である。

測定は、一般の発熱試験方法に準じて行ない、次式によって発熱量を算出した。

$$\text{発熱量 (cal/gr)} = \frac{\text{上昇温度 (}^{\circ}\text{C)} \times \text{内筒水量 (gr)} + \text{水当量 (gr)} - (\text{補正值})}{\text{試料 (gr)}}$$

補正は点火用 = ッケル線の燃焼熱について行なうものである。測定は同一試料について 2 回以上行ない、結果が平均値より 0.5% 以下の差、すなわち 50 cal/gr を越えないものを平均して測定値とした。

上記の方法によって各円盤の単位全乾重量に対する発熱量 (標準重量熱量) を求め、これに区分重量を乗じて区分熱量を算出し、これを合計して単木総熱量とする。次に、これを皮内材積で除したものを単木標準容積熱量とした。

### iv. 結果

供試木の測定結果をとりまとめると、第53表のとおりである。

## II. 標準容積熱量

### i. 年令、胸高直径、樹高との関係

単木の熱量は、材積と標準容積熱量の積で表わされる。そこで、重量と同様に、まず各構成要素と標準容積熱量との関係の検討をこころみる。

いま、横軸に構成要素、縦軸に標準容積熱量をとったグラフ上に実測値を主、副林木別にプロットした結果は第50図のとおりであって、両者間の関係は、主林木と副林木とは異なると認められる。そこで、主、副林木別に相関係数  $r$  および回帰式  $y = a + bx$  (ただし、 $y$  は標準容積熱量、 $x$  は構成要素、 $a$ 、 $b$  は常数) を算出した。その結果は第54表のとおりであって、標準比重と同様に、標準容積熱量も、主林木の場合は年令、胸高直径、樹高が大きくなるにしたがって大きくなる傾向が認められるが、副林木の場合は、両者間の相関は殆んど認められず、標準容積熱量は、年令、胸高直径、樹高が変化しても変わらないと認められる。

### ii. 標準比重との関係

単木の重量および熱量は、その材積に標準比重および標準容積熱量を乗ずることによって求められる。そこで、重量生長と熱量生長を比較するに当っては、標準比重と標準容積熱量の関係を知る必要がある。そこで、両者間の関係をみるため、横軸に標準比重、縦軸

第53表 熱量測定結果一覧表

番号	所在地	主副 林木別	林令	樹高 m	胸高 直径 cm	幹材積 m <sup>3</sup>	標準比重	標準 容積熱量 cal/cm <sup>3</sup>	單木 熱量 10 <sup>3</sup> Cal
1	竹田 64た	主	17	7.1	8.4	0.0202	0.434	2,136	43
2	" 64た	主	17	7.3	10.4	0.0299	0.409	1,997	60
3	" 64た	副	17	4.4	5.0	0.0048	0.483	2,296	11
4	" 65ほ	主	22	7.8	9.3	0.0245	0.447	2,154	53
5	" 65ほ	副	22	4.7	4.1	0.0039	0.477	2,333	9
6	" 66ち	主	16	7.2	9.7	0.0274	0.444	2,114	58
7	" 61は	主	30	11.8	14.4	0.1017	0.440	2,117	215
8	" 61は	副	30	9.6	9.1	0.0361	0.426	2,067	75
9	玖珠 35わ	副	32	9.6	13.4	0.0672	0.412	1,995	134
10	" 21を	主	26	12.7	14.8	0.1096	0.435	2,081	228
11	" 21を	副	26	8.8	9.2	0.0295	0.463	2,276	67
12	" 13ろ	主	24	8.8	11.7	0.0425	0.408	1,963	83
13	" 13ろ	副	24	6.8	9.2	0.0223	0.433	2,059	46
14	" 14よ	主	33	14.8	19.7	0.2210	0.453	2,194	485
15	" 14よ	副	33	13.2	15.9	0.1357	0.446	2,145	291
16	波野民有林	主	6	4.9	6.0	0.0086	0.388	1,900	16
17	玖珠 40は	副	31	8.8	10.3	0.0384	0.505	2,451	78
18	竹田 66ち	副	16	5.9	5.9	0.0089	0.404	1,969	18
19	玖珠 40は	主	31	10.6	14.0	0.0884	0.504	2,425	214
20	波野民有林	副	6	3.6	3.1	0.0021	0.450	2,185	5

注 19, 20 は標準比重と標準容積熱量の回帰式から推定した数値

第54表 回帰式および相関係数

要因	主林木		副林木	
	$y=a+bx$	$r$	$y=a+bx$	$r$
年令と標準容積熱量	$y=0.1912+0.0008x$	0.881	$y=0.2179-0.0001x$	0.010
胸高直径と標準容積熱量	$y=0.1922+0.0013x$	0.556	$y=0.2277-0.0011x$	0.250
樹高と標準容積熱量	$y=0.1918+0.0017x$	0.591	$y=0.2265-0.0011x$	0.019

注  $y$  の単位は  $1/10^4$ 

に標準容積熱量をとったグラフ上に実測値をプロットしたところ、両者間には1次の回帰式が成立する。(第51図)そこで、回帰式を  $y=a+bx$  (ただし、 $y$  は標準容積熱量、 $x$  は標準比重、 $a$ 、 $b$  は常数)とし、まず、主、副林木間の差の検定を共分散分析により行なったところ有意差は認められなかった(第55表)ので、主、副林木をこみにして常数を最小自乗法によって求めた結果、次式が得られる。

$$y=72+4,675x \quad \dots\dots(23)$$

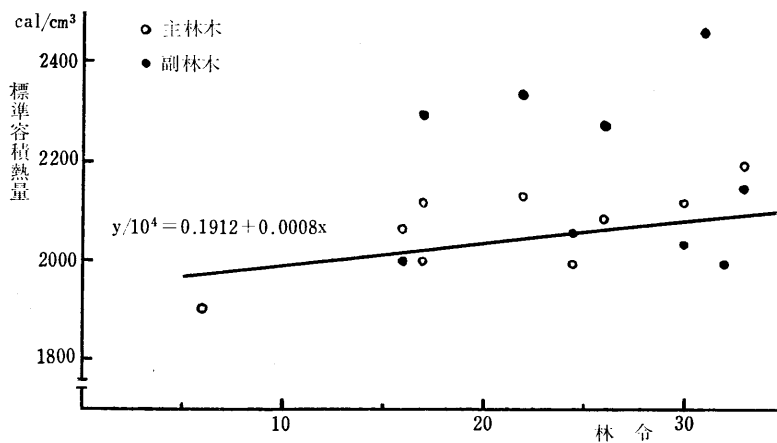
### III. 単木熱量

#### i. 年令との関係

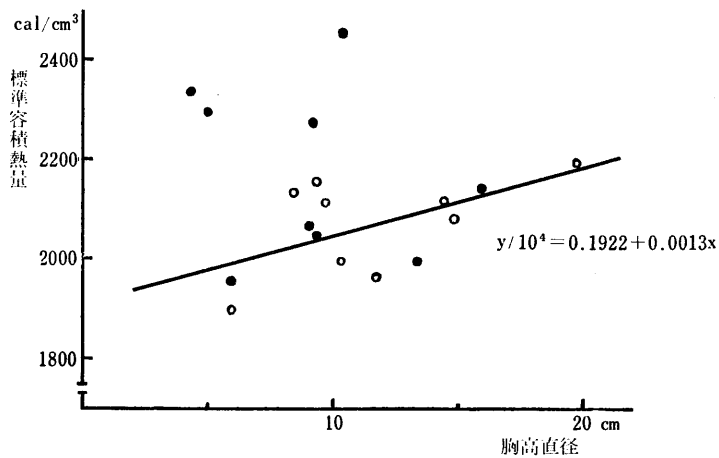
横軸に年令、縦軸に単木熱量をとった両対数グラフ上に実測値をプロットしたところ、主、副林木間には差があり、また、両者間の関係は拋物線であると認められる。そこで、

第50図 標準容積熱量

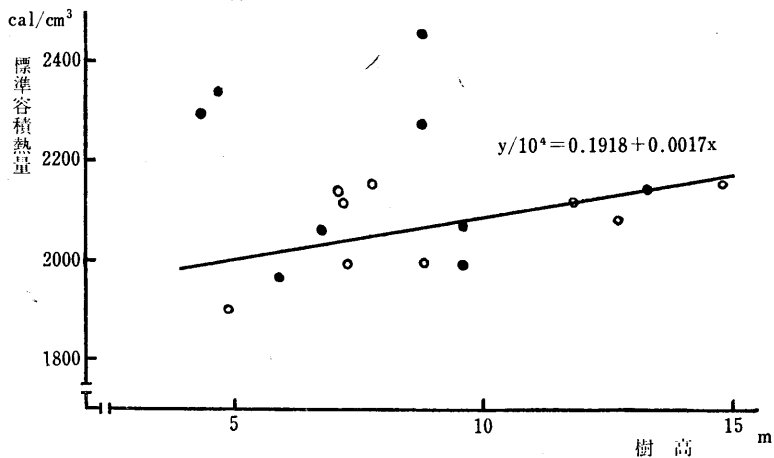
(1) 林令との関係



(2) 胸高直径との関係



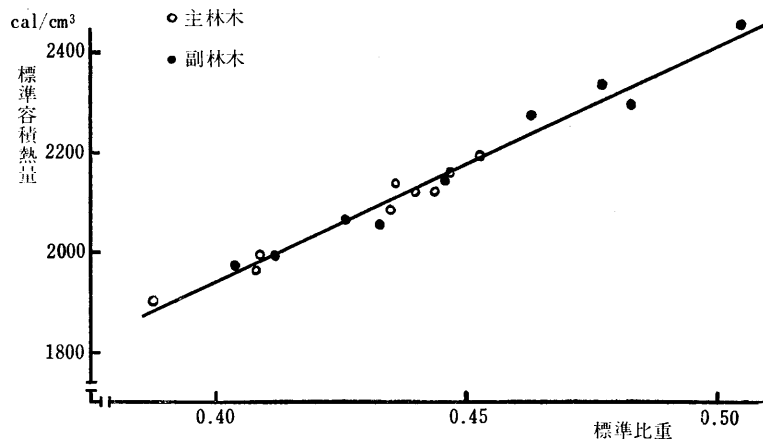
(3) 樹高との関係



第55表 共分散分析表

要因	平方和	自由度	平方平均	F
組内	0.0001	14	0.00007	
回帰係数	0.0000	1	0.00000	0.00
共通	0.0001	15	0.00007	
修正平均値	0.0000	1	0.00000	0.00
全体	0.0001	16		

第51図 標準比重と標準容積熱量の関係



回帰式として  $\log y = a + b \log x + c(\log x)^2$  (ただし,  $y$  は単木熱量,  $x$  は年令,  $a, b, c$  は常数) を適用, 最小自乗法により常数を決定した結果, 次式が得られる.

$$\text{主林木 } \log y = 1.6646 - 3.7439 \log x + 2.4000(\log x)^2 \quad \dots\dots(25)$$

$$\text{副林木 } \log y = -1.2791 + 0.2310 \log x + 0.8515(\log x)^2 \quad \dots\dots(26)$$

## ii. 胸高直径との関係

胸高直径と単木熱量の関係は第53図に示すとおりであって, 両者間には対数表示で1次の回帰式が成立する. そこで, 回帰式として  $\log y = a + b \log x$  (ただし,  $y$  は単木熱量,  $x$  は胸高直径,  $a, b$  は常数) を適用, まず, 主, 副林木間の回帰係数の差の検定を行なったところ, 第56表に示すとおり有意差が認められるので, 主, 副林木別に常数を最小自乗法により求めた. その結果は次のとおりである.

$$\text{主林木 } \log y = -2.1487 + 2.9695 \log x \quad \dots\dots(27)$$

$$\text{副林木 } \log y = -1.5571 + 2.4328 \log x \quad \dots\dots(28)$$

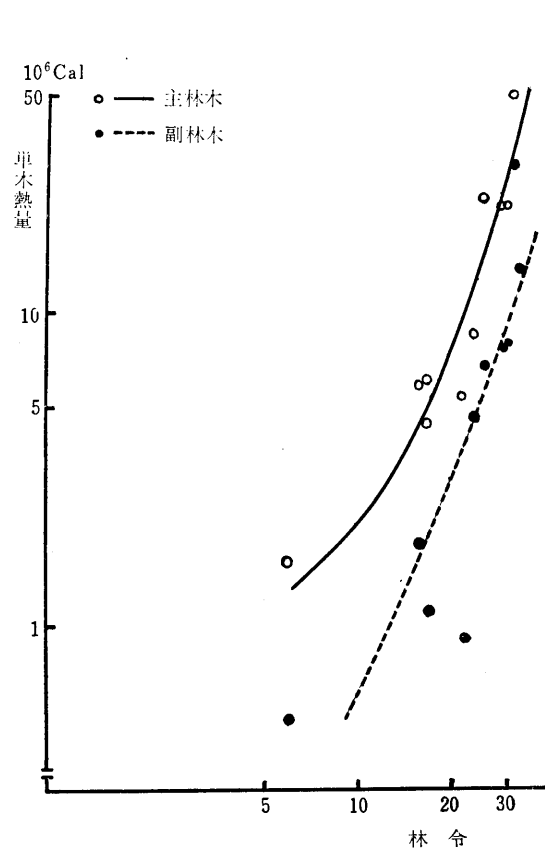
第56表 回帰係数の差の検定

	平方和	自由度	平方平均
平均回帰から	0.127	17	
各回帰から	0.094	16	0.006
回帰係数間	0.033	1	0.033

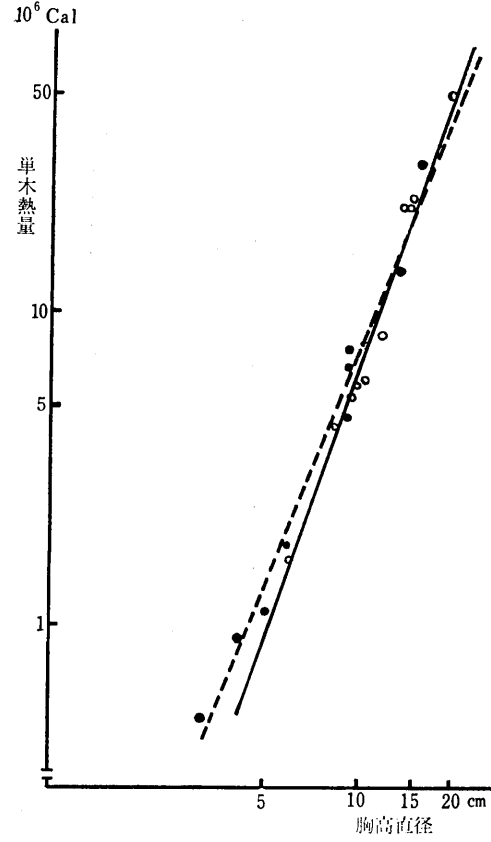
F=5.50\*

\*  $y$  の単位は  $10^4 \text{Cal}$

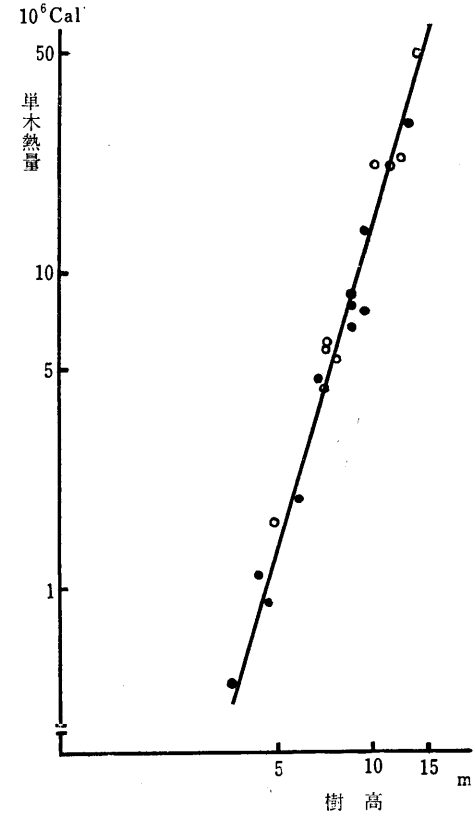
第52图 林令对单木热量



第53图 胸高直径对单木热量



第54图 树高对单木热量



### iii. 樹高との関係

第54図に示すとおり、樹高  $x$  と単木熱量  $y$  の間には、 $\log y = a + b \log x$  (ただし、 $a$ ,  $b$  は常数) の回帰式が成立する。そこで、まず、主、副林木間の差の検定を共分散分析により行なったところ有意差は認められなかった(第57表)ので、主、副林木をこみにして常数を求めた結果は次のとおりである。

$$\log y = -2.0183 + 3.1215 \log x \quad \dots\dots(29)$$

第57表 共分散分析表

要 因	平方和	自由度	平方平均	F
組 内	0.109	16	0.007	
回 帰 係 数	0.010	1	0.010	1.43
共 通	0.119	17	0.007	
修 正 平 均 値	0.028	1	0.028	4.00
全 体	0.147	18		

## IV. 林分熱量収穫表の調製

林分重量収穫表の場合と同様、各令階の平均木の熱量を求め、これに ha 当り本数を乗じて各令階の熱量を算出することとした。

### i. 平均木の熱量

今回の実験に供した資料木は、各令階の平均木ではないので、次の方法により各令階の林分平均木の熱量を算出した。

まず、

$$(\text{各令階の平均木の熱量}) = \{(\text{年令との回帰式より求めた熱量}) + (\text{胸高直径との回帰式より求めた熱量}) + (\text{樹高との回帰式より求めた熱量})\} \times 1/3$$

の方法により平均木の熱量を算出する。次に上と同様の方法によって平均木の標準容積熱量を求め、これに平均材積を乗じて求めた熱量とを比較し、適正を欠く部分は修正を加えた。かくして得られた平均木の熱量は第58表のとおりである。

第58表 平均木の熱量 (10<sup>6</sup>Cal)

要 素	令 階	15	20	25	30	35	40
	主 林 木		0.033	0.084	0.159	0.266	0.390
副 林 木			0.025	0.054	0.095	0.140	0.179

### ii. 林分熱量収穫表

前記の方法によって求められた各令階の平均木の熱量に、ha 当り本数を乗じて ha 当り熱量を算出した。かくして調製された林分熱量収穫表は第59表のとおりである。

## V. 考 察

### i. 林分材積収穫表との比較

本収穫表の特徴を明らかにするため、先に調製した林分材積(無皮)収穫表との比較を主林木についてこころみる。(第55図, 第56図)

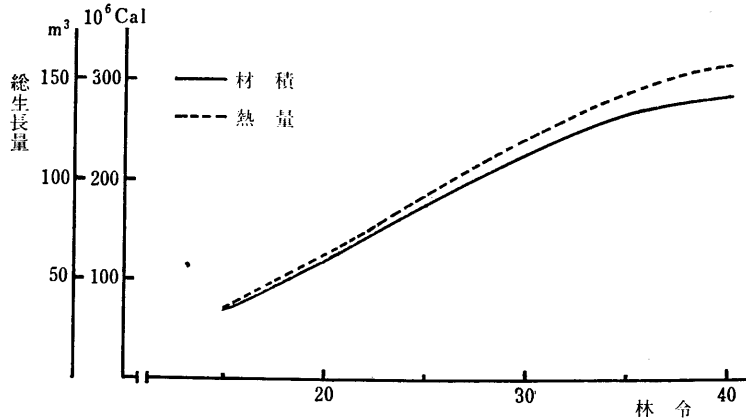


第59表 九州地方カラマツ林分熱量収穫表

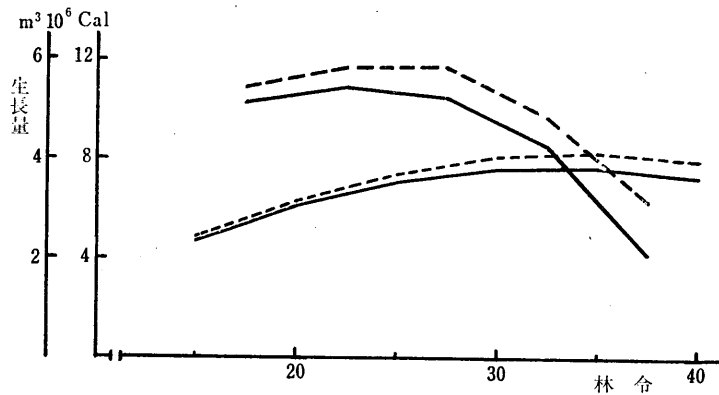
林令	主林木 (ha当り)					副林木 (ha当り)			主, 副林木合計 (ha当り)								
	本数	幹材積	熱量	連年生長量	平均生長量	本数	幹材積	熱量	本数	幹材積	熱量	連年生長量	平均生長量		総収穫量	生長率	
													A	B			
15	2,176	35.6	72.3	10.86	4.82				2,176	35.6	72.3	10.86	4.82	4.82	72.3		
20	1,510	61.2	126.6	11.68	7.40	666	7.5	16.3	2,176	68.7	142.9	14.12	7.15	7.15	142.9	14.6	
25	1,165	88.3	185.6	11.68	8.09	345	8.6	18.1	1,510	96.9	203.7	15.42	8.80	8.15	220.0	10.0	
30	916	114.4	243.4	9.70	8.34	249	10.9	23.7	1,165	125.3	268.1	16.42	10.08	8.94	302.5	7.7	
35	749	135.5	291.9	5.52	7.99	167	10.7	23.3	916	146.2	315.2	14.36	10.68	9.01	373.3	5.3	
40	652	146.0	319.5			97	8.0	17.4	749	154.0	336.9	9.00	10.46	8.42	418.9	2.9	

注 Aは総収穫量 Bは主, 副林木合計

第55図 総生長量曲線



第56図 連年および平均生長量



総生長量曲線は、両曲線とも同じ傾向のカーブをしているが、40年頃では材積の方がややゆるやかになる。

連年生長量最大の時期は、材積は20年～25年、熱量は25年頃で、重量の場合と同様、熱量の方がややおそく現われる。平均生長量最大の時期は、材積は33年、熱量は34年であって、熱量の方が1年おそく現われる。関屋<sup>3)</sup>がアカマツについて計算した結果によると、

材積の場合に比べ5年おそく現われているが、これに比べると九州地方のカラマツ林の場合は、その差は短いといえる。このことは、主、副林木合計、総収穫量についても同様のことが認められる。

### ii. 林分重量収穫表との比較

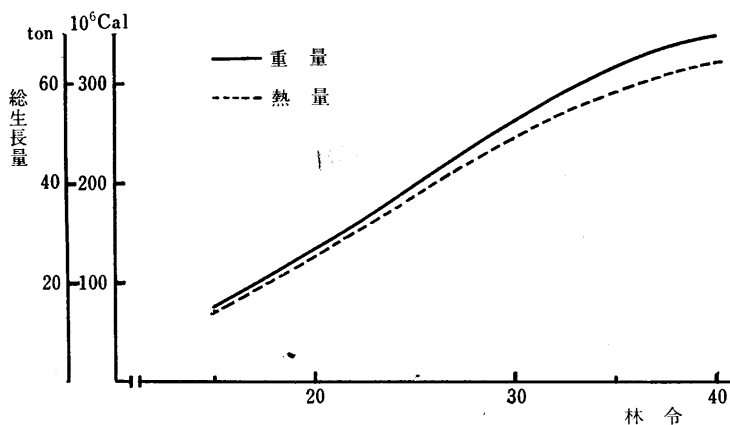
林分重量収穫表と主林木について比較した結果は、第57図および第58図のとおりである。

総生長量曲線は、重量生長、熱量生長ともに大体同じ傾向のカーブを示している。次に連年および平均生長量最大の時期についてみると、両者殆んど同一時期に現われている。厳密には、熱量の方が少し早いようであるが、その差はきわめて少なく、両者同一時期とみなして差支えない。このことは、主、副林木合計、総収穫量についても同様のことが認められる。

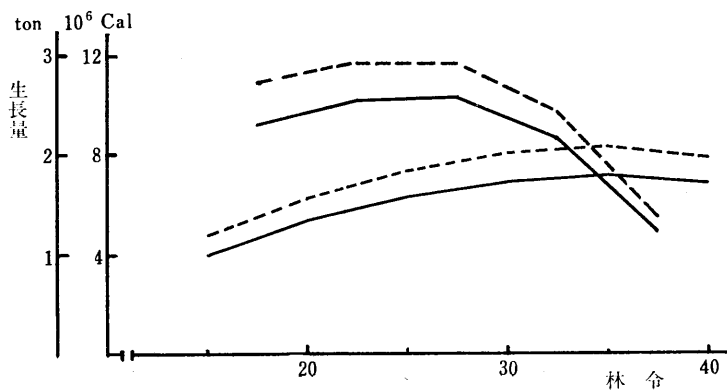
### iii. 総括

重量生長と熱量生長が大体同じような生長経過を示すのは、標準比重と標準容積熱量の相関がきわめて高く、両者間の関係が1次式で示されるためである。

第57図 総生長量曲線



第58図 連年および平均生長量



また、材積と熱量の平均生長量最大の時期の差の短いことの一つの理由としては、標準比重と標準容積熱量が比例関係にあることから、重量の場合と同様、原材料生産に向けた施業方法がとられていることに起因するものと考えられる。しかしながら、標準容積熱量の年令の増加にともなう変化の状況は、樹種、立地条件の違いにより異なり、また、構造材生産に向けたカラマツ林の林分熱量収穫表が調製されていないので、この問題については、今後、さらに検討する必要がある。

## 第9章 考察および研究の要約

この研究は、九州地方のカラマツ林を研究対象として、次の2つの目的を明らかにすることをこころみている。

第1は、天然分布の存在しない九州地方に造成されたカラマツ林は、その立地条件が、カラマツの郷土地帯である信州地方に比べ、降水量の多いこと、空中湿度が高いこと、風衝が強いことなどの相違点を有しているので、郷土地帯である信州地方や、これと類似する立地条件下に植栽されている北海道地方のカラマツ林と比較することにより、立地条件の違いが林木構成、立木の幹材積、林分材積、材積生長、利用材積生長に与える影響を明らかにしようとするものである。第2は、九州地方のカラマツ林の大部分は、その施業方法が結果的に原材料生産を目的として行なわれたものと想定できるので、除伐、枝打、間伐などの行なわれている信州地方や北海道地方のカラマツ林、および九州地方の一部にみられる保育作業実行林分を構造材林と想定し、木材の生産目標を構造材と原材料においた場合の施業方法の違いが、林木構成、立木の幹材積、林分材積、材積生長、利用材積生長、重量生長、熱量生長に与える影響を明らかにすることである。

上記の目的にしたがって、まず、木材の生産目標を構造材と原材料においた場合、構造材および原材料として要求される木材の形質、そのような木材を生産する施業技術、その林業が成立するための社会的、経済的条件を考察するとともに、構造材林および原材料林の測樹学的特徴を検討し、この結果から、九州地方のカラマツ林の大部分は、原材料林と想定され、信州地方や北海道地方のカラマツ林、および九州地方の一部にみられる保育作業実行林分は、構造材林と想定されることを明らかにした。次に、九州地方のカラマツ林のうち、原材料林と想定されるすべての林分を調査対象として、上記の測樹学的諸要素の測定を行ない、構造材想定林分のものと比較することにより、立地条件および施業方法と測樹学的諸要素との関係を見出すことをこころみた。これらの研究結果を要約して考察すれば次のとおりである。

### 1) 構造材林と原材料林

構造材は、木材の形態的利用を目的とするため、木材の性質としては、径級の大きいこと、健全であること、通直、完満であること、節のないこと、年輪巾が適当で、かつ均一であること、成熟材の部分が多いこと、心材部分が多いことなどが要求される。したがって、このような構造材を生産する施業技術としては次の諸点があげられる。対象となる樹種は、適正な保育作業を行なうことにより、無節、通直、完満な樹幹が育成