

## スギ老齡人工林の生長と現存量

### Growth and biomass of an old manmade *Cryptomeria japonica* stand

丹下 健\*, 山中征夫\*, 鈴木 誠\*

Takeshi TANGE\*, Ikuo YAMANAKA\* and Makoto SUZUKI\*

#### I. はじめに

森林が木材生産以外に、国土の保全、水源かん養などの機能をもつことは、古くから知られている。こうした公益的公共的機能をふくめ、緑としての森林の効用に社会一般の関心が深まっている。

これまでのスギやヒノキの人工林施業では、40年前後の伐期で数ha程度のまとまった面積の皆伐が行なわれることが多かった。しかし、こうした施業は、森林の公益的公共的機能を、ある期間いちじるしくそこなうだけでなく、条件によっては林地生産力を低下させ、長期的には木材生産機能にも悪い影響を与える可能性がある。

こうした森林の諸機能の低下をなるべくさける方法として、複層林施業や長伐期施業が考えられ、いろいろと検討されている。とくに、優良大径材の生産を目標とする長伐期施業は外材との競合面で経済的にも有利と思われる。

東京大学千葉演習林には800haのスギやヒノキの人工林がある。現在、70年生前後での皆伐、再造林が行なわれているが、一部については、さらに長伐期施業を目標として利用間伐を実施している。こうした長伐期施業の実行には、密度管理はもとより、従来の林分単位から単木単位の施業へと、考え方をきり変える必要があり、それには老齡林についての資料をできるだけ集める必要がある。

千葉演習林清澄管内今澄には126年生のスギ老齡林分がある。近年、枯損木や劣勢木が目立ってきたので、1985年度に間伐処分を実行した。この機会に生長経過、現存量等についての調査を行ったので、その結果を長伐期施業の基礎資料として報告する。

本研究を行なうにあたり、御指導いただいた根岸賢一郎教授、ならびに調査に御協力いただいた千葉演習林職員各位に感謝の意を表す。

---

\*東京大学農学部千葉演習林  
University Forest in Chiba, Faculty of Agriculture, University of Tokyo

## II. 調査地および方法

調査地は、1929年に東京大学千葉演習林40林班C<sub>5</sub>小班内に設けられたものである。1981年における調査地の概要を表-1に示す。この林分は水源かん養林としてとり扱われており、表-2のように、現存する資料によれば、1929年以降、枯損木や被害木以外の伐採はされていない。

表-1 調査地概況 (1981年)

Table 1. Outline of the study area in 1981

標高 Altitude m	面積 Area ha	立木数 Number of tree	林齢 Age yr	平均胸高直径 mean DBH cm	平均樹高 mean Height m	蓄積 Volume m <sup>3</sup>
300	0.81	336	122	50.5	27.6	1206

表-2 調査地における過去のスギの伐採記録

Table 2. Cuttings in the past in the study area

年 月 Date	伐採本数 Number of trees cut	伐採理由 Selection of trees for cutting
Mar., 1939	39	damaged
Jul., 1941	7	dead
Aug., 1942	1	dead
Feb., 1945	1	dead
May, 1948	6	dead
Sep., 1948	3	damaged
Nov., 1949	21	damaged
Sep., 1952	1	dead
Oct., 1956	2	dead
Oct., 1968	10	dead

本調査地では、1981年の調査結果にもとづいて1985年に保育と利用の両面を考慮した間伐(本数間伐率32%, 材積間伐率19%)が行なわれた。1981年の調査結果をもとに、間伐木の直径階分布を図-1に、樹高階分布を図-2に示す。間伐木のなかから、図-1、図-2のような、いろいろな胸高直径と樹高をもった5本の供試木を選び、各器官の乾重量および生長経過を調べた。供試木の概要を表-3に、調査地の地形および供試木の位置を図-3に、供試木のまわりの固体の胸高直径を図-4に示す。供試木はいずれも、調査地中央部の比較的傾斜のゆるや

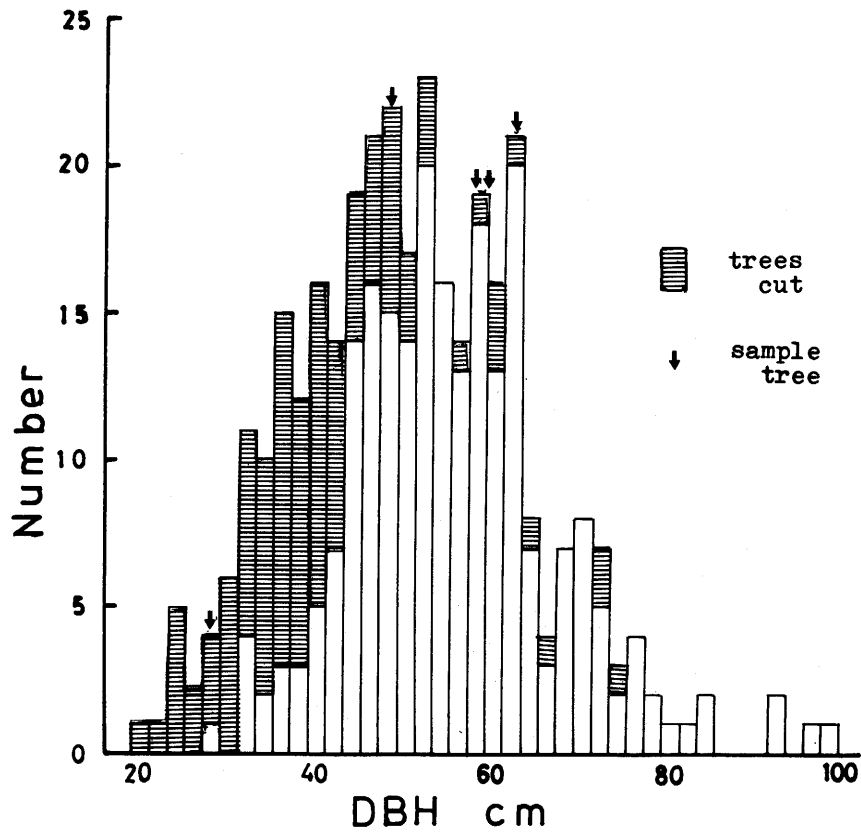


図-1 間伐木の直径階分布

Fig. 1. Frequency distribution of DBH

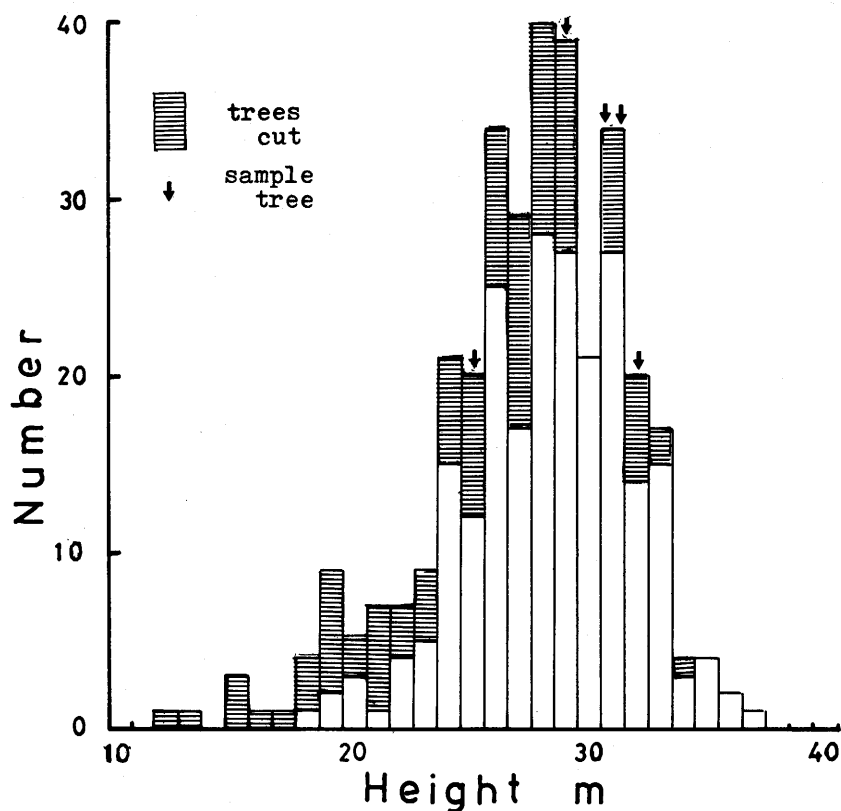
表-3 供試木概要 (1985年)

Table 3. Outline of sample trees in 1985

供試木 Tree No.	胸高直径 DBH cm	樹高 Height m	生枝下高直径 DB* cm	生枝下高 HB** m	材積 Volume m <sup>3</sup>
32	62.2	29.6	30.5	21.8	4.14
65	58.5	31.3	34.8	20.7	4.07
107	58.4	32.6	32.0	20.3	3.84
120	49.6	31.8	26.0	22.8	2.97
155	29.6	25.0	18.1	15.7	0.82

\*DB : Diameter at the crown height

\*\*HB : Crown height



図一 2 間伐木の樹高階分布

Fig. 2. Frequency distribution of height

かな場所に生育していた個体である。

樹幹解析に用いる円板は、高さ0.0m, 0.3m, 1.3m, それ以上は2mおきに採取した。クローネ層では、円板採取の高さで区分される階層ごとに、葉と枝を区別して、それぞれの生重量を測定した。なお、各階層ごとに少量ずつとった試料（葉200~400g, 枝400~1800g）の乾重率（85°C）から、各階層ごとの葉と枝の乾重量をもとめた。

円板の年輪は、年輪読みとり器（東洋理光器製）を用いて、4方向の半径を0.005mm単位で読みとった。材積計算は、区分求積法によった。幹重量は、直接測定が困難であったため、供試木No.32とNo.155の円板について、乾重量（85°C）に対する容積重をもとめ、それらの値と各階層の材積とから幹重量をもとめた。

本調査地の各個体の胸高直径および樹高は、1981年の測定値<sup>7)</sup>を用いる。

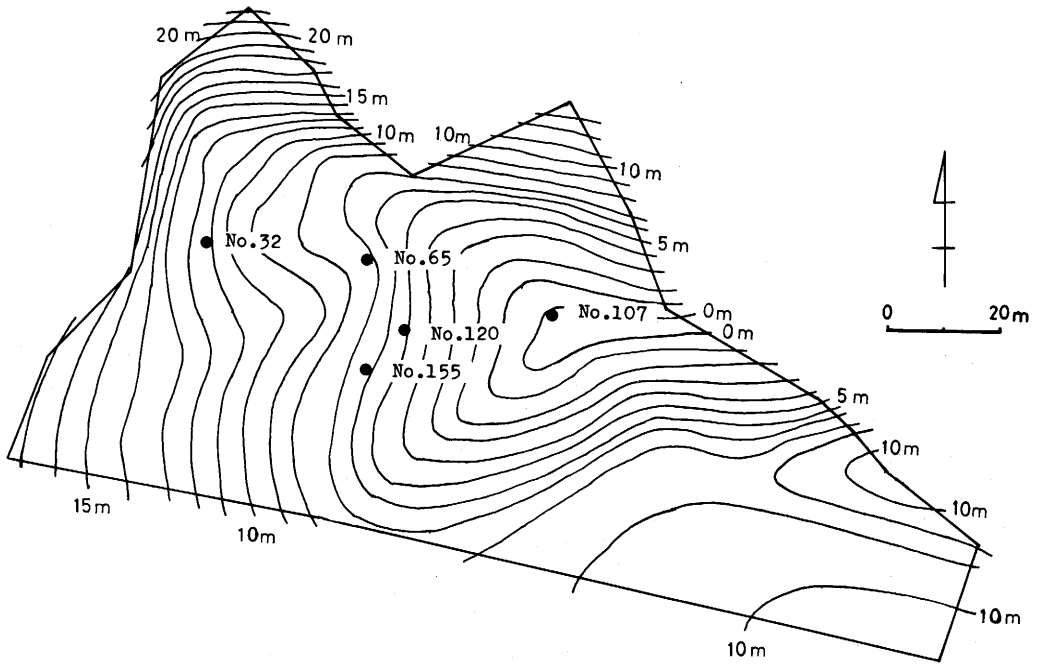


図-3 供試木位置図

Fig. 3. Standing position of the sample trees in the study area

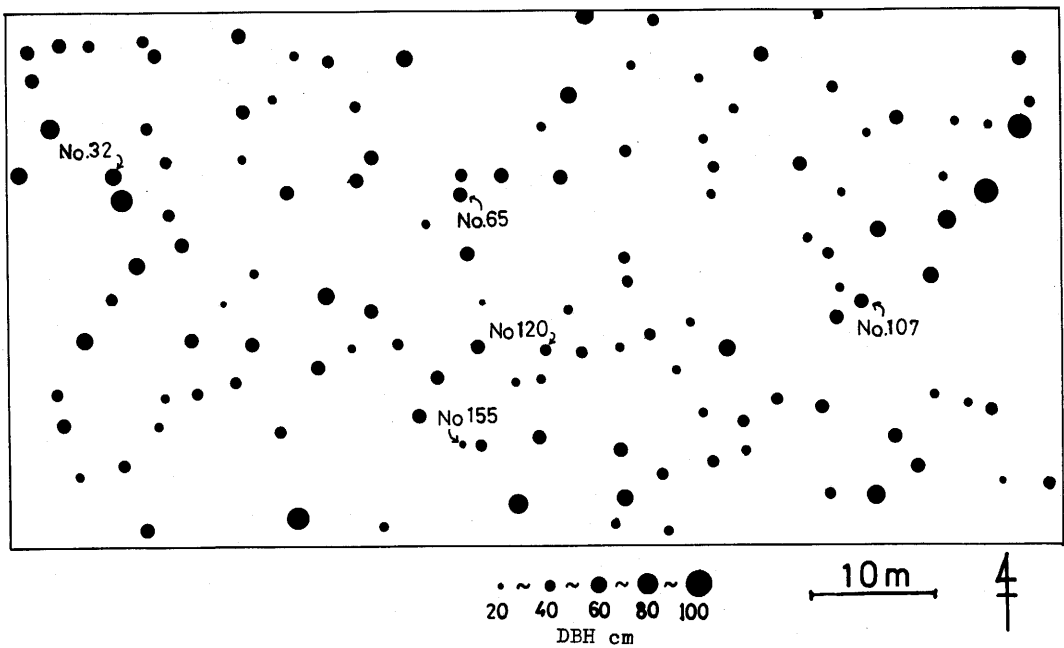
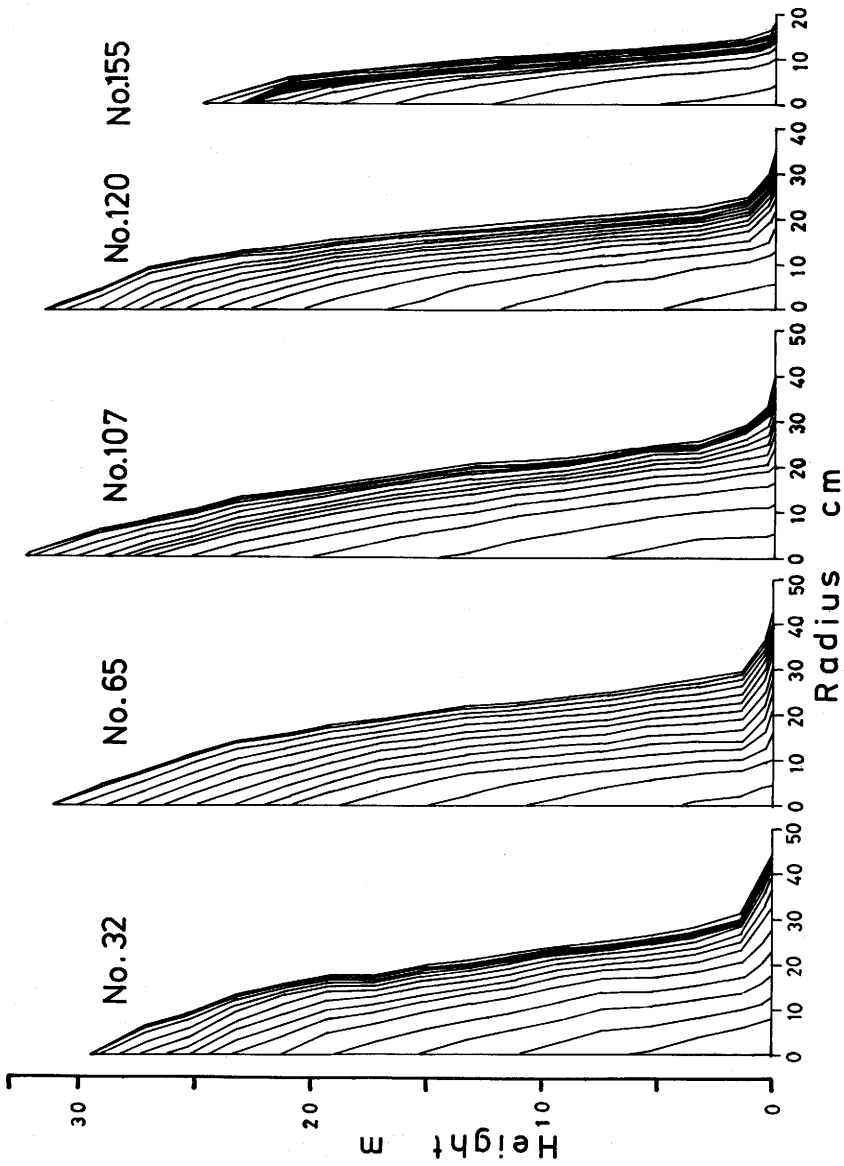


図-4 供試木およびまわりの林木の胸高直径

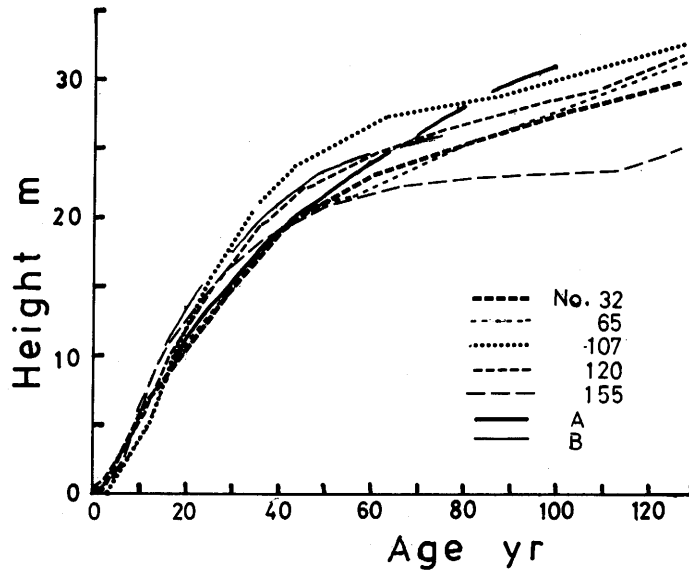
Fig. 4. DBH of the sample trees and the surrounding trees



図一五 供試木の樹幹解析図

Fig. 5. Stem analysis of the sample trees

The outside line shows the outer bark, the next one shows the current annual ring, and other inner ones show the annual rings at interval of ten years.



図一六 樹高生長経過

Fig. 6. Course of height growth

A: Growth curve in site class 1 in the Tokyo University Forest in Chiba  
 B: Growth curve obtained in this study area by Nakamura (1943)

### III. 結果と考察

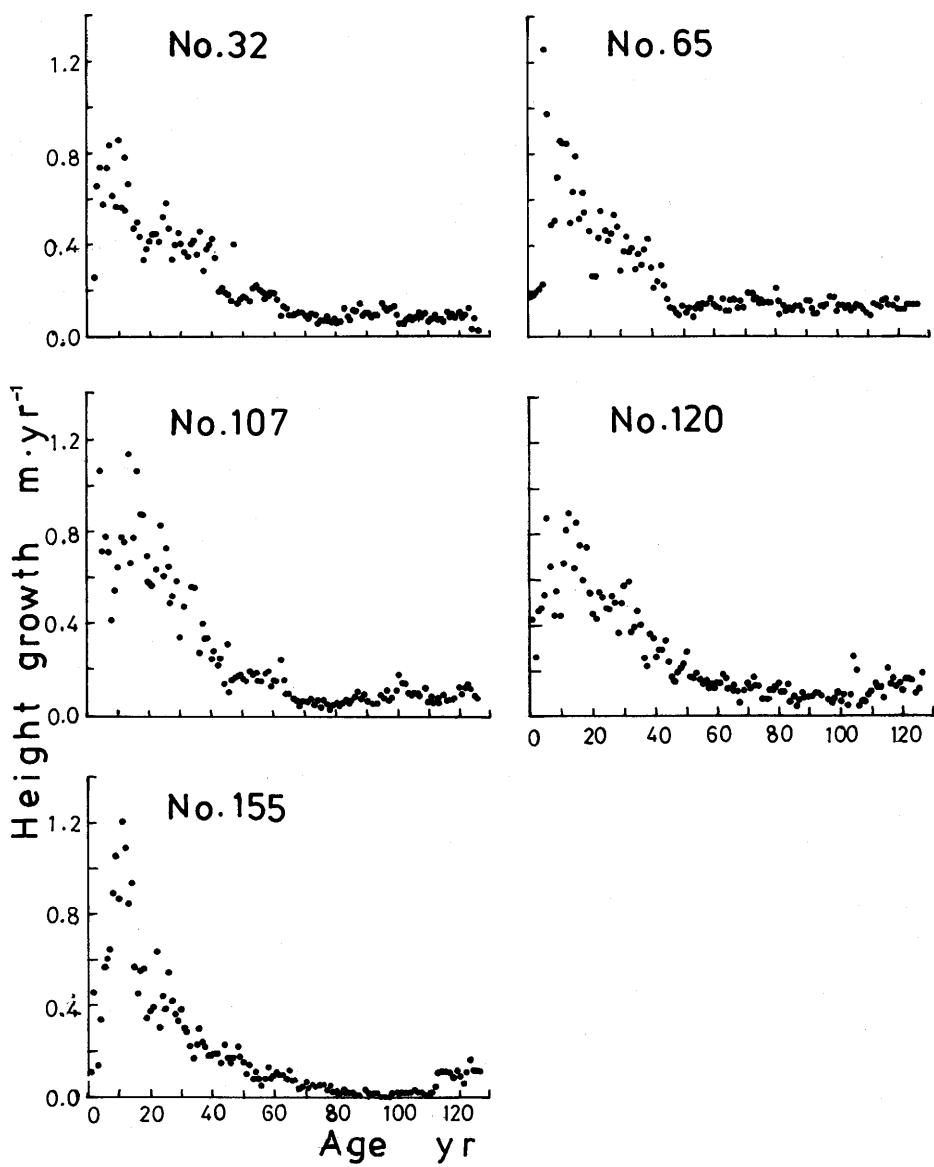
#### 1. 生長経過

樹幹解析図を図一五に、樹高生長経過を図一六に、連年樹高生長量を図一七に、材積生長経過を図一八に、連年および総平均材積生長量を図一九に示す。

122年生時(1981年)の平均樹高が27.6mであることから、本調査地は、千葉演習林における地位上～中、全国的には地位中に相当すると考えられる<sup>1,2,3)</sup>。

本調査地は、1943年に中村によってスギの幼・壮齢期の生長経過と土壌の形態学的性質、とくに、土壌断面における土性の垂直的な変化との関係が調べられている<sup>4)</sup>。その結果、本調査地は、幼齢期より壮齢期に至る樹高生長が収穫表の地位上に相当するとしている。本調査での5本の供試木の幼・壮齢期の樹高生長経過も、ほぼ中村のえた結果にちかい。しかし、壮齢期以降の樹高生長は、地位上のばあいと比べて、頭うちになる傾向がみられ、樹齢がますますほど、地位上との生長差がひらくように思われる。このことは、中村が調べた75年生時の標準木の樹高が26.3mであったのに対し、122年生時の平均樹高が27.6mとあまり増加していないことから考えられる。

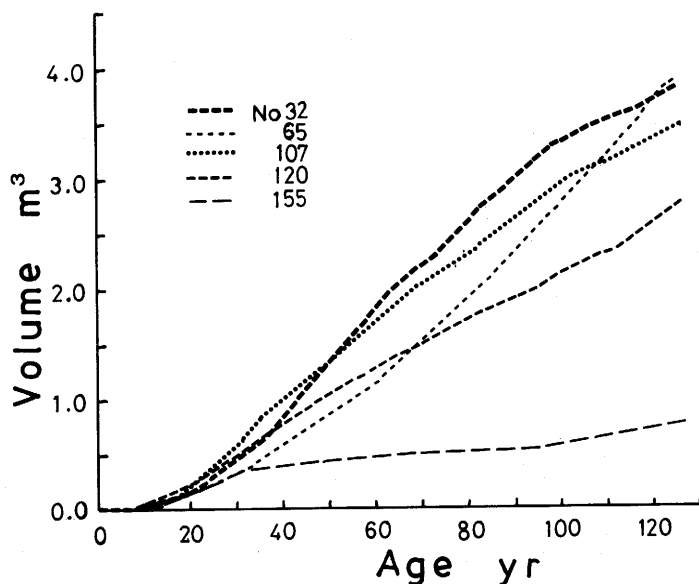
年樹高生長量は、10年生前後が最も大きく、その後、しだいに減少し、40～50年生以降は、



図一 7 連年樹高生長

Fig. 7. Changes in annual height growth with age





図一 8 材積生長経過

Fig. 8. Course of volume growth

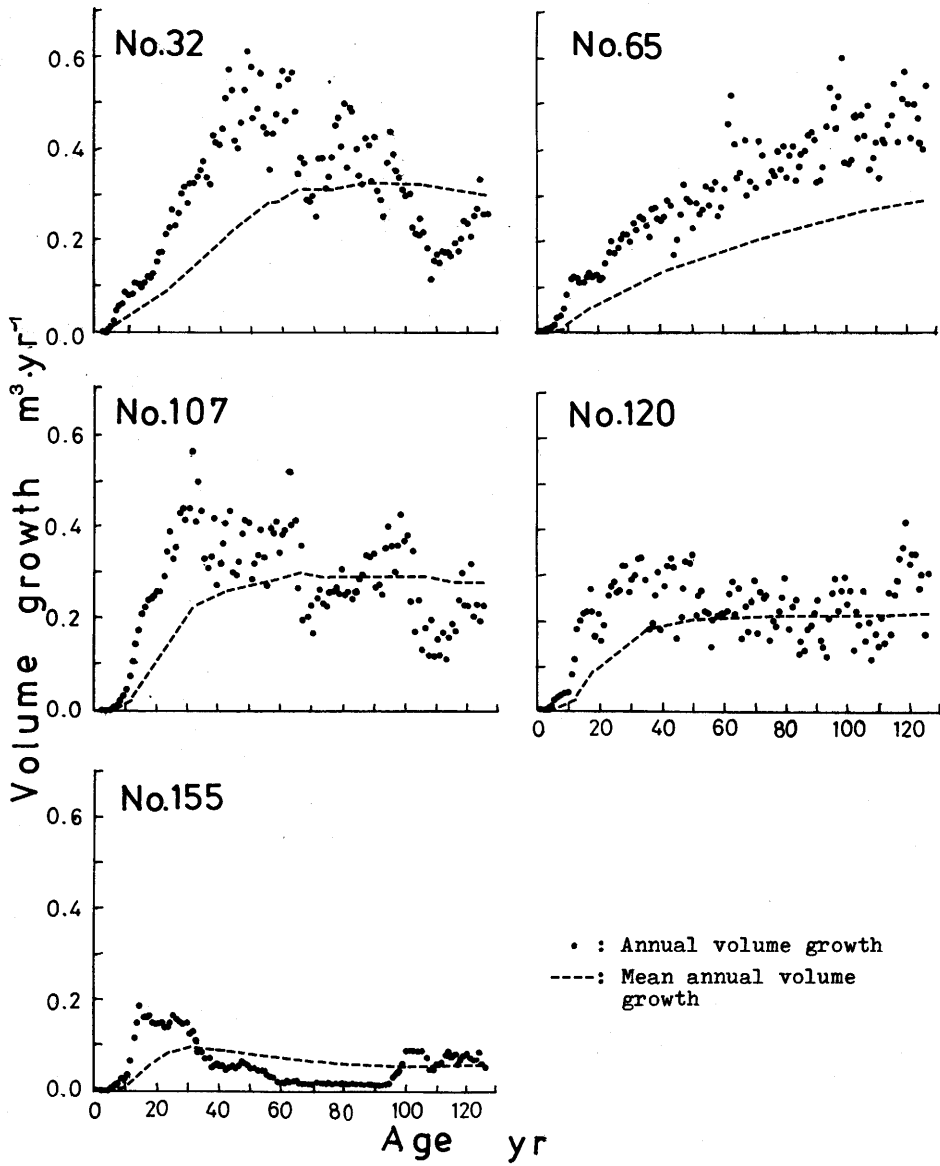
10cm・yr<sup>-1</sup>程度となる。

供試木のなかで最も樹高の低いNo.155は、40年生前後まで、他の供試木と変らない樹高生長を示したが、50年生以降、とくに、70～110年生にかけての生長が極端に悪い。その後は、他の供試木と同程度の生長を示している。したがって、70～110年生にかけての生長差が、現在の樹高差の大部分を占めている。おそらく、樹高生長の減少時期に、先折れ等の被害をうけ、かなりの期間被圧されていたと推察される。

材積生長経過は、樹高生長経過と比べて、個体間の差が大きい。No.32, 107, 120は、材積生長量は異なるが、経年的な変化の型は似ている。No.65, 155は、上記の3供試木とは、異なった経過を示している。

連年材積生長量で見ると、No.32, 107, 120は、30～60年生ごろに、年生長量が最大となる時期があり、その後、しだいに減少していく傾向がみとめられる。それに対して、No.65は、樹齢が増すにしたがって、年生長量が増大する。No.155は、20～30年生ごろに、年生長量最大の時期がある。その後しだいに、年生長量は減少し、60～90年生ごろが最も低く、100年生をすぎたころからは、最大時の半分程度まで回復している。材積生長の回復は、樹高生長よりも15年程はやくはじまっている。

総平均材積生長量は、No.32, 107, 120は、50～60年生ごろまでは増加の、それ以降は、おお



図一 9 連年および総平均材積生長量

Fig. 9. Changes in annual and mean annual volume growth with age

よそ横ばいの傾向がある。No65は、ずっと増加をつづけ、No155は、30年生ごろに最大値があり、その後は緩やかに減少している。

最近5年間(1981~1985年)の年平均材積生長量は、No32が0.0277, No65が0.0470, No107が0.0244, No120が0.0278, No155が0.007m<sup>3</sup>・yr<sup>-1</sup>である。これらの値は、現在の個体の大きさは、明確な対応を示さなかった。似た材積生長経過を示し、最近5年間の年平均材積生長量も似ているNo32, 107, 120の平均生長量0.0266m<sup>3</sup>・yr<sup>-1</sup>を本調査地の単木平均の年材積生長量とすると、林分あたりの年材積生長量は、11.1m<sup>3</sup>・ha<sup>-1</sup>・yr<sup>-1</sup>と推定される。

表一 4 供試木の幹・枝・葉の乾重量

Table 4. Dry weight of stem, branch and leaf of the sample trees

階層 layers in height m	供試木番号 No. of sample tree														
	No. 32			No. 65			No. 107			No. 120			No. 155		
	S*	B*	L*	S	B	L	S	B	L	S	B	L	S	B	L
0.0-0.3	59.7			52.6			46.2			35.3			11.4		
0.3-1.3	144.4			119.7			109.8			83.7			30.1		
1.3-3.3	197.8			179.3			166.6			124.3			49.9		
3.3-5.3	163.8			159.9			143.0			108.4			42.8		
5.3-7.3	146.5			142.3			130.6			99.9			37.7		
7.3-9.3	133.1			128.5			113.0			92.1			33.1		
9.3-11.3	118.6			117.9			102.0			84.4			29.1		
11.3-13.3	102.0			108.7			96.4			76.2			27.5		
13.3-15.3	88.6			98.8			86.8			70.6			23.0		
15.3-17.3	74.8			84.7			73.4			63.5			19.4	2.77	1.64
17.3-19.3	67.1			72.4			61.1			55.8			15.0	1.18	0.98
19.3-21.3	60.4			68.9	7.31	1.32	59.0	4.05	0.01	46.9			10.6	6.57	3.66
21.3-23.3	52.9	20.51	3.65	54.9	28.99	4.11	49.2	31.57	3.03	39.5	5.47	0.19	4.5	8.59	3.31
23.3-25.3	31.9	38.33	6.21	40.9	45.12	9.27	35.9	54.90	6.78	37.5	8.54	2.11	0.5	1.75	4.09
25.3-27.3	14.4	46.63	10.18	22.9	57.79	12.51	22.1	54.76	16.36	26.9	31.77	4.78			
27.3-29.3	3.3	29.37	36.86	9.0	26.35	22.91	12.8	18.69	9.18	13.0	41.65	7.62			
29.3-31.3	0.005	0.003	0.08	1.5	8.08	15.01	4.8	4.60	7.80	2.3	23.90	34.34			
31.3-33.3							0.4	1.00	1.89	0.01	0.04	0.65			
計total	1459	134.9	56.98	1463	173.6	65.13	1313	169.6	45.05	1060	111.4	49.69	335	20.9	13.68

\* S : 幹 stem, B : 枝 branch, L : 葉 leaf

## 2. 地上部現存量

供試木の幹・枝・葉の乾重を表一4に示す。ただし、No107は、伐倒時に枝・葉の脱落量が多く、全てを回収できなかったため、枝・葉の現存量推定には用いなかった。

### i) 各器官重の垂直分布

供試木No32, 65, 120, 155の各器官重の垂直分布を図一10に示す。

No155以外の3供試木の平均生枝下高は、21.8m, 平均樹冠長は9.1mである。樹冠内では、大部分の葉が樹冠上部に集中的に分布している。上部2階層に属する葉の割合は、4供試木の平均で63% (最大No120の70%, 最小No155の54%) であった。

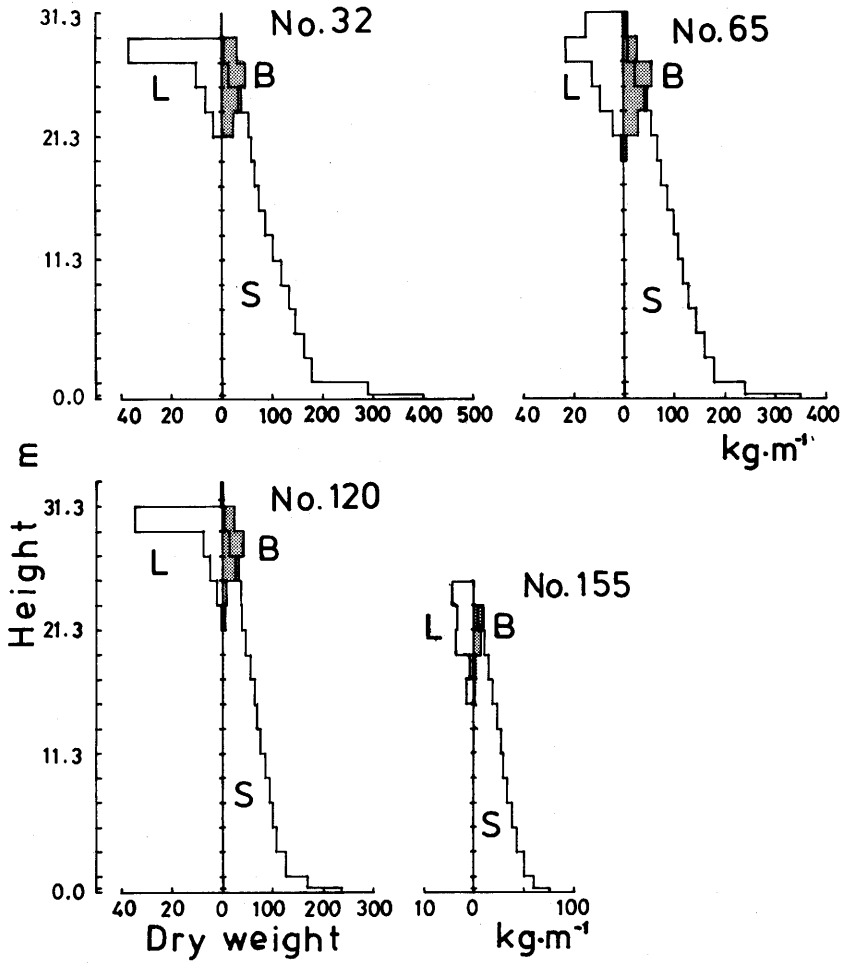


図-10 供試木の各器官重の垂直分布

Fig. 10. Vertical distributions of leaf, branch and stem weight in each sample tree  
 L: leaf B(dotted): branch S: stem

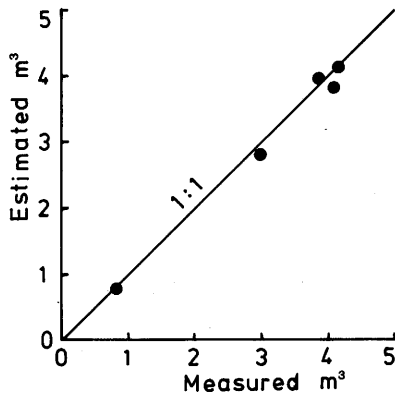


図-11 区分求積法および材積表からもとめた幹材積

Fig. 11. Stem volumes measured by the sectional measurement and those estimated by the volume table

に示す。これらの相対生長関係式からの枝現存量の推定値を表-5に示す。4つの推定値の平均値は、45.87 (最大48.46, 最小42.07) $t \cdot ha^{-1}$ である。

この値は、佐藤がまとめた30~60年生のスギ林の平均値12.6(最大18, 最小6) $t \cdot ha^{-15}$ に比べて、3倍以上の値である。林齢が増すにつれて、個々の立木の樹冠の占有面積が大きくなり、枝の長さに応じて太さも増し、枝への木質の蓄積がおこる。このため、本調査地では、若いスギ林に比べてはるかに大きな枝の現存量を示したと思われる。

#### iv) 葉

供試木について、D, D<sup>2</sup>, DH, D<sup>2</sup>Hと葉の乾重量との対応を図-13に示す。これらの相対生長関係式からの葉の現存量の推定値を表-6に示す。4つの推定値の平均値は、19.06 (最大19.89, 最小17.82) $t \cdot ha^{-1}$ である。

林冠が閉鎖したスギ林の葉の現存量の平均値は、林齢にあまり関係なく、20 $t \cdot ha^{-1}$ 程度とされている<sup>5,6)</sup>。本調査地は、上記の値の基礎となったスギ林にくらべ高齢であるが、葉の現存量19.06 $t \cdot ha^{-1}$ は、ほぼこの平均値に近かった。

佐藤は、地位がよいほど、相対立木密度が高いほど、葉の現存量は多い傾向があるとしている<sup>5)</sup>。本調査地の平均胸高直径50.5cmを坂口のスギ林に対する最大密度線の式<sup>5)</sup>

$$\log N_{\max} = -1.6307 \log \bar{D} + 5.5100$$

$N_{\max}$  : 最大密度 (本  $\cdot ha^{-1}$ )

$\bar{D}$  : 平均胸高直径 (cm)

に代入して、最大密度を計算すると、540本 $\cdot ha^{-1}$ となった。したがって、本調査地の相対立木

#### ii) 幹

供試木について、区分求積法でえた幹材積と、胸高直径と樹高を用いて材積表からえた幹材積の対応を図-11に示す。両者の値がほとんどちがわないため、供試木以外の個体の幹材積は、材積表からもとめた。その結果、本調査地の林分材積は、1206 $m^3 \cdot ha^{-1}$ であった。この値に、円板についてもとめた平均容積重、0.373 $g \cdot cm^{-3}$ を乗じて、幹現存量を450 $t \cdot ha^{-1}$ と推定した。

#### iii) 枝

供試木について、D (胸高直径), D<sup>2</sup> (胸高直径の二乗), DH (胸高直径と樹高の積), D<sup>2</sup>H (胸高直径の二乗と樹高の積) と枝の乾重量との対応を図-12

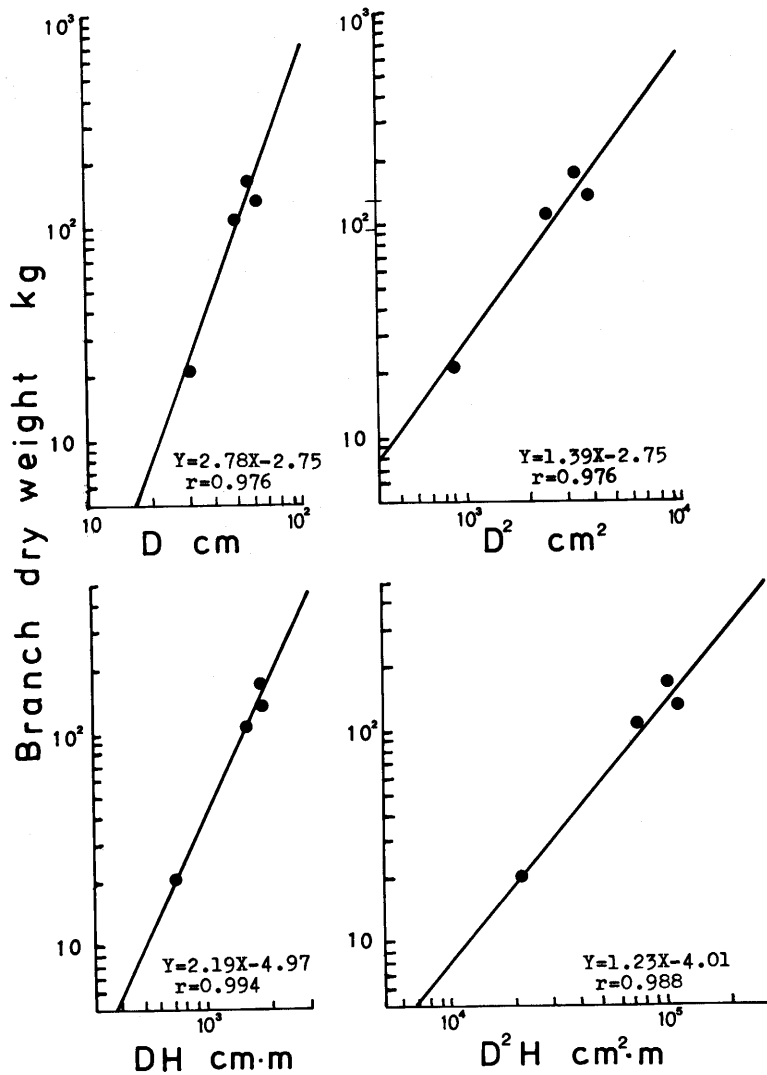


図-12 個体の大きさと枝乾重量

Fig. 12. Relationship between D(DBH), D<sup>2</sup>, DH(DBH×height), or D<sup>2</sup>H and branch dry weight in the sample trees

表-5 枝の現存量の推定値

Table 5. Branch biomass estimated

	推定に用いた変数 Parameter of estimation in Fig. 12			
	D	D <sup>2</sup>	DH	D <sup>2</sup> H
推定値 Estimated dry weight t·ha <sup>-1</sup>	48.46	48.43	42.07	44.52

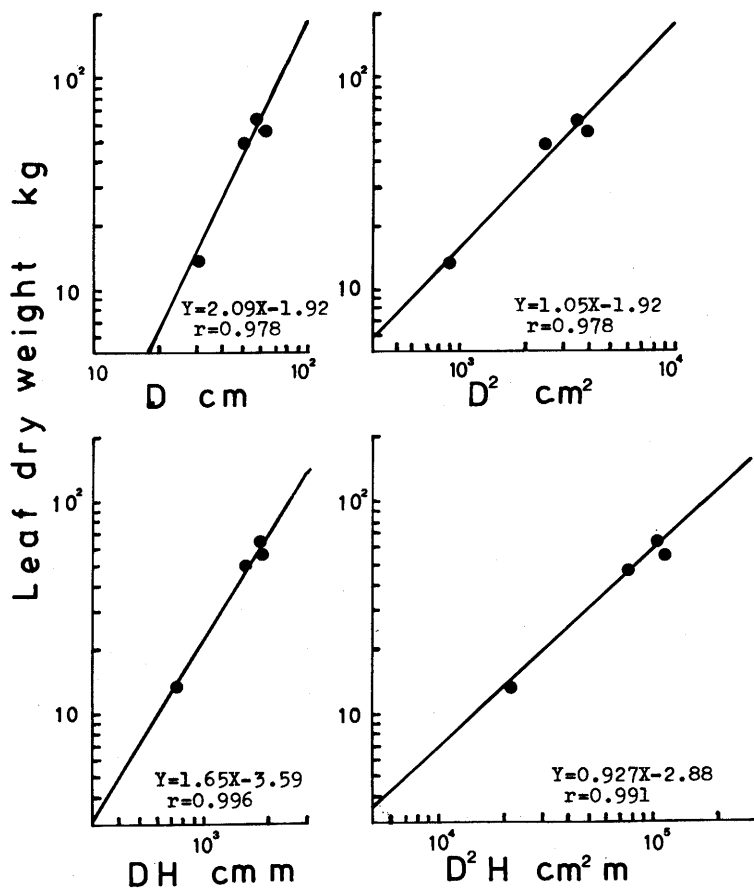


図-13 個体の大きさと葉乾重量

Fig. 13. Relationship between D(DBH),  $D^2$ , DH(DBH  $\times$  height), or  $D^2H$  and leaf dry weight in the sample trees

表-6 葉の現存量の推定値

Table 6. leaf biomass estimated

	推定に用いた変数 Parameter of estimation in Fig. 13			
	D	$D^2$	DH	$D^2H$
推定値 Estimated dry weight $t \cdot ha^{-1}$	19.89	19.88	17.82	18.64

密度は0.77である。

千葉演習林における地位上（地位Ⅰ）のスギ林の平均樹高は、122年生で31.4mと推定される<sup>3)</sup>。本調査地の平均樹高は27.6mなので、比樹高は0.88となる。

本調査地の地位（比樹高で表現）、相対立木密度での葉現存量の平均的な値は、佐藤のまとめた関係から、それぞれ20.7, 21.5t・ha<sup>-1</sup>と推定される<sup>5)</sup>。今回、本調査地でえられた、19.06t・ha<sup>-1</sup>は、地位、相対立木密度からみても、これまでにえられている平均的な値に近い。

#### v) 地上部各部分の割合

本調査地における各部分の現存量は、幹が450、枝が46、葉が19t・ha<sup>-1</sup>で、地上部現存量は、515t・ha<sup>-1</sup>となる。各部分の割合は、幹が87.4、枝が8.9、葉が3.7%である。これらの値は、若いスギ林の値と比べて、葉の割合が小さく、幹と枝の割合が高い<sup>5)</sup>。葉の現存量は、林冠の閉鎖後は林齢とあまり関係なくほぼ一定になるのに対して、幹や枝、とくに幹では、林齢とともに、木質の蓄積がすすむ。したがって高齢になるほど、各部分の割合は、幹>枝>葉になると思われる。

## 要 旨

東京大学千葉演習林内の126年生スギ老齡人工林において、生長経過および地上部各部分の現存量を調べた。

樹高生長は、10年生前後に年生長量最大の時期があり、その後しだいに減少し、40~50年生以降は、10cm・yr<sup>-1</sup>程度の低い値となる。

材積生長は、30~60年生ごろに、年生長量最大の時期があり、それ以降は、しだいに減少の傾向を示す。

地上部各部分の現存量は、幹が450、枝が46、葉が19t・ha<sup>-1</sup>であった。若い林分と比べて、幹、枝の量はかなり大きいですが、葉の量は似た値である。

## 引 用 文 献

- 1) 橋木与良・真下育久・宮川 清. スギ人工林の生長と地域性, 坂口勝美編 スギのすべて, 40-53, 全林協, 1969
- 2) 本多静六編. 森林家必携. 310~311. 帝国森林会, 1960
- 3) 南雲秀次郎・白石則彦・田中万里子. スギ林分収穫表調整法のシステム化に関する研究. 東大演報 71: 269-330, 1981
- 4) 中村得太郎. 千葉県演習林に於けるスギ植栽木の生長過程と土壤の形態学的性質との関係. 東大演報 32: 1-70, 1943



- 5) 佐藤大七郎. 陸上植物群落の物質生産Ia, 42-69, 共立出版, 1973
- 6) 只木良也. 森林の現存量—とくにわが国の森林の葉量について—. 日林誌 58:416-423, 1976
- 7) 田中和博 (代表). スギ・ヒノキ人工林の長伐期施業に関する研究, 昭和58年度科研報告書 (一般研究C, 課題番号57560138), 7-26, 1984

(1986年5月31日受理)

### Summary

Studies of growth and biomass were made in an 126-year-old manmade *Cryptomeria japonica* stand in the Tokyo University Forest in Chiba. The courses of growth in height and in volume were obtained by stem analysis. The biomass above the ground was estimated by dimension analysis.

The rate of annual height growth reached a peak at about 10-year-old, decreased gradually until 40-to 50-year-old and then leveled off at about 10 cm. The rate of annual volume growth continued gradual decrease with age after a peak between 30-and 60-year-old. The total top biomass estimated was  $515 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , i. e., 450 in stem, 46 in branch, and  $19 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , in leaf. In comparison with younger stands, the stem and branch biomass was larger, but the leaf one was not different apparently.