

87年生ヒノキ人工林の生長と現存量

丹下 健*・村川功雄*

Growth and Biomass of an 87-year-old Manmade *Chamaecyparis obtusa* Stand

Takeshi TANGE* and Isao MURAKAWA*

I. はじめに

近年、森林の伐採にともなう林地の裸地化による地力低下や災害発生の防止、優良大径材の生産、育林費用の節減等の理由から人工林での長伐期施業や複層林施業への関心が高まっている。

東京大学農学部附属演習林千葉演習林のスギ・ヒノキの人工林では、通常70~80年生前後で皆伐後、一斉造林がおこなわれている。しかし、そのなかで一部試験的に、70~80年生の人工林を対象にして、利用間伐によって立木密度を調整したのち、130年生以上の高齢林へ、あるいはスギやヒノキ苗を樹下植栽して複層林への移行を試みている。

長伐期施業や複層林施業を検討する場合には、高齢林の林分状態や生長などの基礎的な資料が必要であるが、これまでに得られている資料の多くは60年生以下の林のものであり、高齢林を対象にしたものはほとんどみられない。そこでさきに筆者らは、高齢人工林の資料をえる目的で、千葉演習林内の126年生スギ人工林で供試木を伐倒して地上部現存量や生長経過をしらべ、その結果を報告した¹⁾。今回は、87年生ヒノキ人工林で同様な調査をおこなったので、その結果を報告する。

調査をおこなうにあたりご協力いただいた千葉演習林の職員の方々に対しお礼申しあげる。

II. 調査地と調査方法

調査地は、東京大学農学部附属演習林千葉演習林清澄作業所管内舟ヶ沢(42林班C₁小班)にある87年生ヒノキ人工林である。千葉演習林では、通常、斜面上部にはヒノキを、斜面中部から下部にかけてはスギを植栽している。本調査地も尾根付近に位置し、その下方にはスギが植栽されている。

調査地の地形、供試木の位置および土壌調査地点を図-1にしめす。調査地は狭い面積ではあるが、凹型斜面から尾根付近の凸型斜面までの微地形の変化がみられ、凹型斜面に生育する立木と凸型斜面に生育する立木とでは、樹高に大きなちがいがみられる。そこで調査地を、平行~凸型斜面の北東部を調査区Aに、凹型~平行斜面の南西部を調査区Bにそれぞれ区分した。調査区の概要を表-1にしめす。表中にしめした蓄積は、千葉演習林で調製した材積表によってもとめた各立木の材積から算出した。調査区Aにくらべ調査区Bは、平均胸高直径で約3cm、平均樹

* 東京大学農学部附属演習林千葉演習林
University Forest in Chiba, Faculty of Agriculture, University of Tokyo.

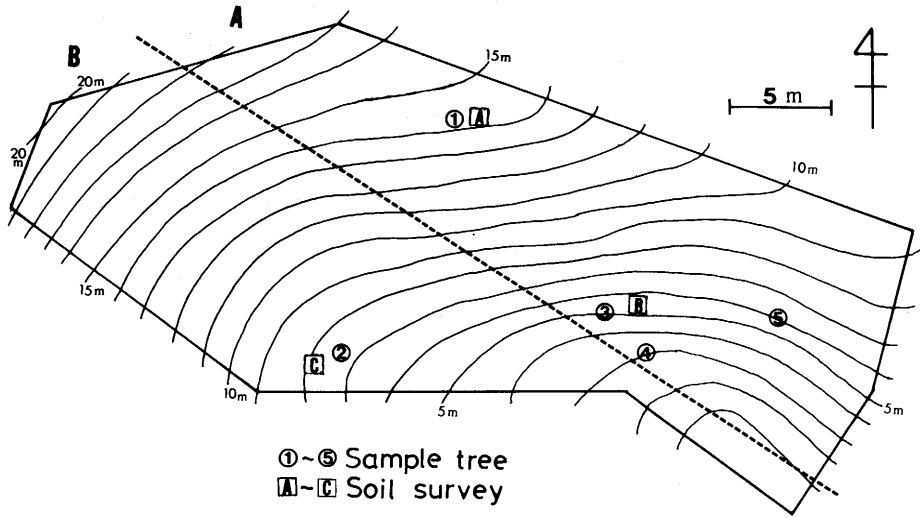


図-1 調査地の地形および供試木と土壌調査地点の位置

Fig. 1. Geographical features of study area and position of sample trees and soil survey points.

表-1 調査区概要
 Table 1. Outline of plots

調査区 Plot	面積 Area m ²	立木数 No. of trees no.	立木密度 Density no. ha ⁻¹	相対密度 Relative density	平均胸高直径 Mean DBH* cm	平均樹高 Mean height m	蓄積 Volume m ³ ha ⁻¹
A	316.6	43	1,358	0.73	23.8	16.3	407
B	268.4	32	1,192	0.76	26.9	20.5	686

* Diameter at breast height

高で約 4 m, 蓄積で約 280 m³ ha⁻¹それぞれ大きい。

供試木を調査区 A の尾根付近から 1 本, 斜面脚部の微凹型急斜面部から 3 本, 調査区 B の凹型斜面部から 1 本, 計 5 本選んだ。枝葉の乾重量の垂直分布および樹幹解析による樹高生長経過を調べるために 1989 年 1 月 5 日に供試木の伐倒をおこなった。

樹幹解析に用いる円板は, 生枝下高までは 3~4 m おきに, それ以上では 2 m おきに採取した。円板採取の高さで区分される階層ごとに, 枝と葉を区別して生重量を測定した。ここでの枝と葉の高さの区分は, 枝がついている幹の高さでおこなった。さらに, 各階層ごとに少量ずつとった枝葉試料の乾重率 (85°C で乾燥) を生重量に乗じて, 各階層ごとの枝葉の乾重量をもとめた。

1989 年 3 月 31 日に土壌断面の調査をおこなった。試孔は, 供試木 T-1 にちかい尾根付近の凸型斜面部 (S-A), 供試木 T-3, T-4, T-5 にちかい微凹型急斜面部 (S-B), 供試木 T-2 にちかい凹型斜面部 (S-C) の 3 地点にそれぞれ設けた。

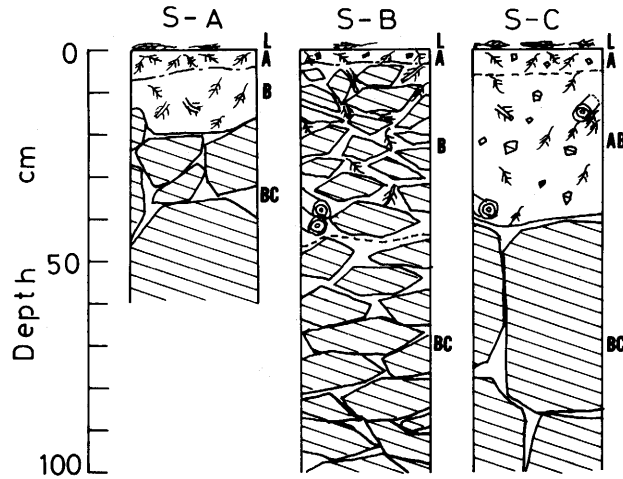


図-2 土壌断面図

Fig. 2. Soil profiles.

表-2 東京大学千葉演習林内のスギ・ヒノキ人工林に生育するヒノキ立木の平均胸高直径および平均樹高

Table 2. Mean diameter at breast height and mean tree height of *Chamaecyparis obtusa* trees in manmade stands in Tokyo University Forest in Chiba

林小班 Compartment	林 齡 Stand age year	平均胸高直径* Mean DBH* cm	平均樹高 Mean height m	測定年 Year/month measured
22C ₁₀	83	18 (6-46)	13	1985/12
11C ₄	82	21 (8-46)	15	1987/12
11C ₄	80	23 (12-36)	16	1985/12
36C ₁₂	72	20 (12-36)	17	1988/12
36C ₁₂	71	22 (10-42)	17	1987/12
45C ₅	90	30 (12-46)	19	1986/12
34C ₄	82	25 (10-50)	20	1988/12
34C ₄	81	23 (8-56)	18	1987/12
34C ₄	80	23 (10-42)	15	1986/12
34C ₄	79	21 (8-46)	14	1985/12
11C ₁	82	29 (14-52)	21	1978/12
3C ₂	80	25 (10-46)	19	1988/12

* 平均胸高直径 (最小-最大) Mean diameter at breast height (min. - max.)

III. 結果と考察

1. 土壌条件と樹高生長経過

図-2に土壌調査地点S-A~Cにおける土壌の断面図をしめす。調査地の母岩は、砂岩と細礫岩とからなる新第三紀の清澄砂岩層下部に属する¹⁾。

A層の厚さは、尾根付近の凸型斜面のS-Aが約6cm、傾斜角が45°以上ある微凹型急斜面の

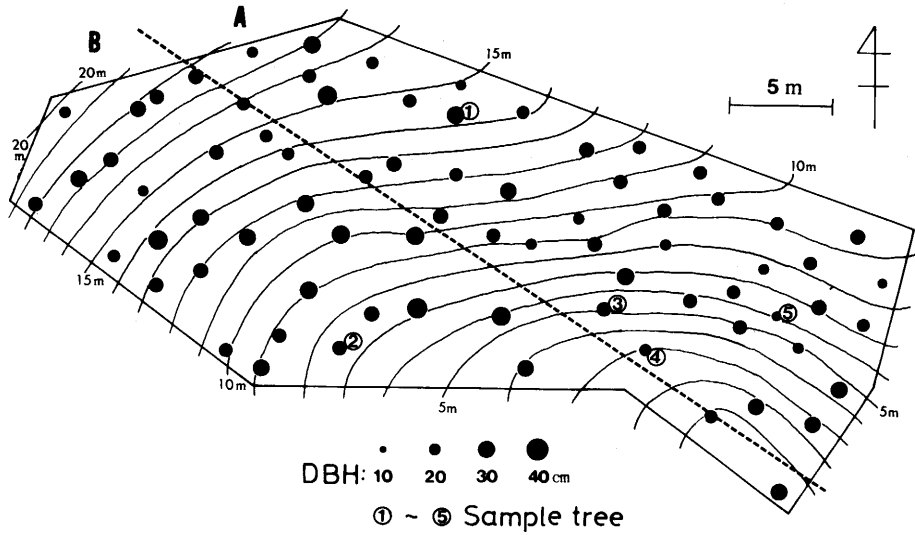


図-3 調査地内の立木の胸高直径

Fig. 3. Diameter at breast height of trees in study area.

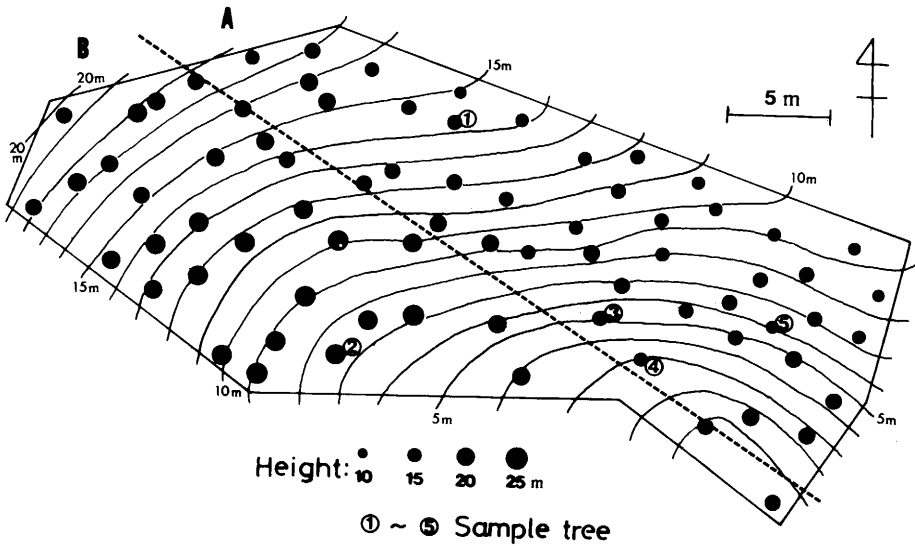


図-4 調査地内の立木の樹高

Fig. 4. Height of trees in study area.

S-Bが約4 cm, 凹型斜面のS-Cが約6 cmで, 3ヵ所とも薄い。とくに凸型斜面のS-Aと急傾斜地のS-Bではちかくに露出した大きな礫もみられ, 表層土壌の流亡がおっていると推測される。どの土壌断面でもA層の土壌には礫が乏しく, 石英の結晶がめだつ。S-CではA層の下にAB層が約40 cmの厚さで見られる。S-AのB層は14 cm程度と薄いA層と同様に礫が乏しいのに対して, S-BのB層は40 cm程度とS-Aより厚いが著しく礫が多い。下層のBC層はS-A

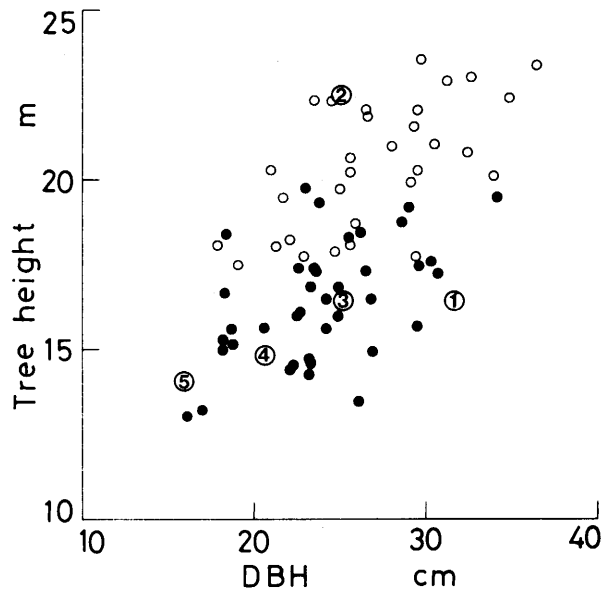


図-5 胸高直径と樹高

Fig. 5. Relationship between diameter at breast height and tree height.

●: Plot A. ○: Plot B. ①~⑤: Sample tree No.

とS-Cでは砂岩の大きな礫からなり、S-Bは砂岩および泥岩の礫とからなる。BC層の礫の大きさは、S-AとS-Cが同程度の大きさであり、それらにくらべてS-Bのそれは小さく、崖錐地形で見られるような堆積の仕方をしている。地形条件からみた土壌の水分状態ではS-C, S-B, S-Aの順に、土層の厚さではS-C, S-A, S-Bの順に、それぞれ林木の生育に好ましい条件にあると考えられる。

表-2に、1985年~1988年におこなわれた収穫調査の結果をもとに、70~80年生前後のスギ・ヒノキ人工林内に生育していたヒノキ立木の平均胸高直径と平均樹高をしめす。平均胸高直径は、全立木について輪尺をもちいて2cm括約で測定した値の平均値である。平均樹高は、全立木の約10%について調べた資料にもとづき、胸高直径と樹高との対応関係から各胸高直径階ごとの平均樹高を推定し、その値と各胸高直径階に含まれる立木数とから算出した。

12林分の平均胸高直径は23cm、平均樹高は17mである。調査区Aの値は、これらの平均値にちかい。また、田中が調製した千葉演習林のヒノキ人工林収穫表¹⁰⁾では、調査区Aの平均樹高は地位II~III(地位IIが中程度の地位)に相当する。収穫表と比較して、調査区Aは立木密度が多少高く、表-2にしめた林分にくらべて胸高直径の大きい個体が少ない傾向がみられるが、千葉演習林のヒノキ人工林としては、ほぼ平均的な生長状態にあると考えられる。

各個体の立木位置と胸高直径および樹高との関係を図-3および図-4にそれぞれしめす。また、胸高直径と樹高との対応関係を図-5にしめす。

胸高直径にくらべて樹高の大小は、微地形の変化によく対応している。尾根付近の凸型斜面に生育する個体にくらべ、凹型斜面に生育する個体は10mちかく樹高が高い。また、おなじ胸高直径階に属する個体の樹高をくらべると、調査区Bの個体は調査区Aの個体よりも樹高が5m

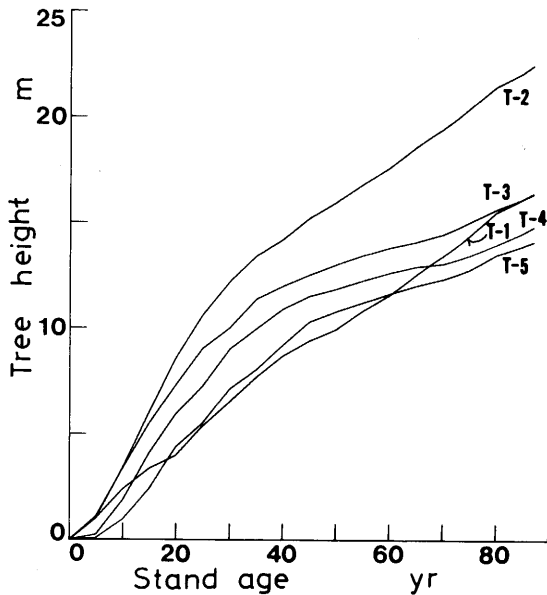


図-6 樹高生長経過
Fig. 6. Course of height growth.

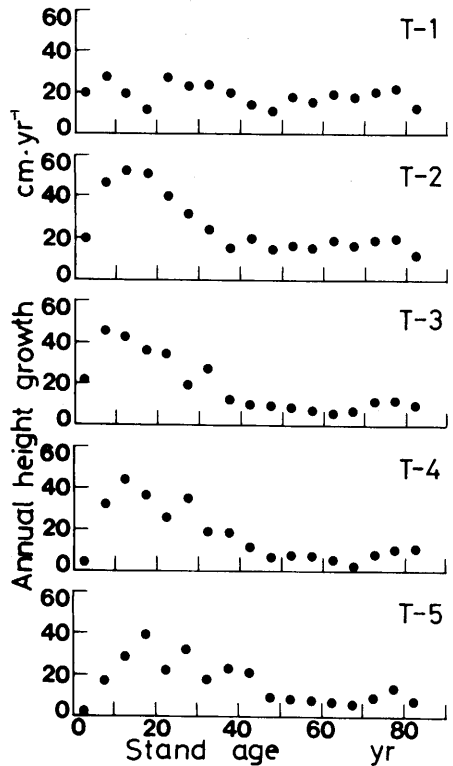


図-7 5年おきの平均年樹高生長量の経年変化
Fig. 7. Changes of mean annual height growth in every five years with age.

程度高い。調査区 A から選んだ 4 本の供試木は、調査区 A ではほぼ平均的な樹高である。87 年生時の樹高は、土壤の乾湿に影響をあたえる微地形とよい対応がみられるが、土層の厚さとの対応は明確ではない。

樹幹解析によってえた各供試木の樹高生長経過を図-6 に、さらに樹高生長経過からもとめた 5 年おきの平均年樹高生長量の経年変化を図-7 にそれぞれしめす。

尾根付近の凸型斜面に生育する T-1 は、植栽当初から 87 年生時にいたるまで年樹高生長量が 20 cm yr^{-1} 程度とほぼ一定である。微凹型急斜面に生育する T-3, T-4, T-5 と凹型斜面に生育する T-2 は、植栽当初の生長が悪く、10~20 年生時に年樹高生長量最大の時期がある。その後徐々に年樹高生長量が減少し、40~50 年生以降はほぼ年樹高生長量が一定となる。40~50 年生以降の年樹高生長量は、T-2 が約 20 cm yr^{-1} 、T-3, T-4, T-5 が約 10 cm yr^{-1} である。急傾斜地で、表層の土層が非常に薄い場所に生育する T-3, T-4, T-5 は、T-1, T-2 にくらべて樹高生長の頭打ちが著しい。

スギでは土層の厚さが 60 cm 以下の場合には、生育後期における樹高生長の頭打ちが著しいとされる⁵⁾。今回調べたヒノキの造林木では、S-B のように極端に土層の薄い場所では、樹高生長が著しい頭打ちになるが、20 および 40 cm 程度と土層が相対的に薄い S-A と S-C でも、樹高生

表-3 供試木の枝葉乾重量
Table 3. Dry weight of branch or leaf of sample trees

供試木 Sample tree	樹高 Height m	胸高直径 DBH* cm	生枝下高 HB* m	生枝下直径 DB* cm	枝量 Branch kg	葉量 Leaf kg
1	16.4	31.5	8.6	22.0	36.79	19.83
2	22.5	25.0	15.3	13.7	13.60	8.55
3	16.4	25.0	7.8	17.9	29.15	9.30
4	14.8	20.6	7.5	13.4	9.72	6.63
5	14.1	15.9	10.3	8.0	3.15	1.64

* DBH: Diameter at breast height. HB: Clear length. DB: Diameter at clear length.

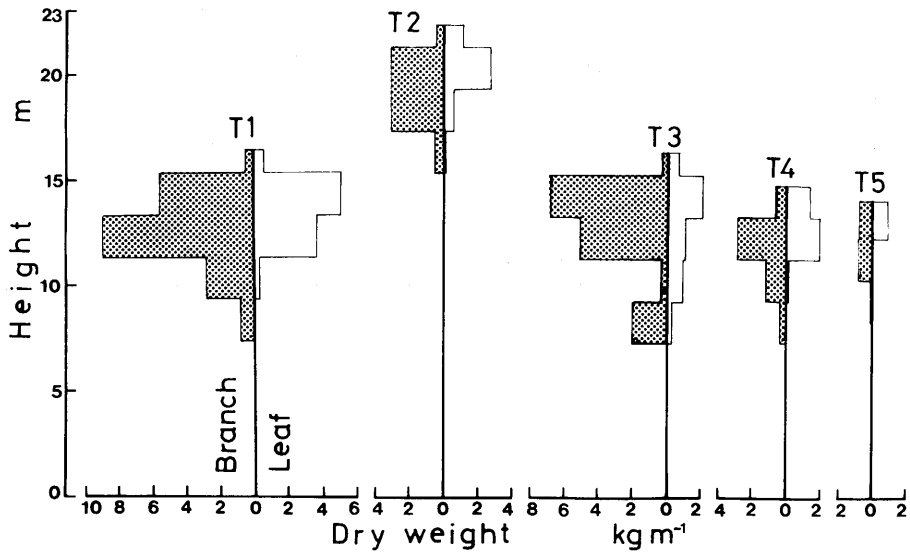


図-8 枝葉乾重量の垂直分布

Fig. 8. Vertical distributions of branch and leaf dry weight in sample trees.

長に著しい頭打ちはみられない。ヒノキは浅根型の樹種である³⁾ために深根型のスギにくらべて土層の厚さの影響を受けにくいと考えられる。樹高生長経過から判断して、今後は、凸型斜面に生育する個体と土層の薄い急傾斜地に生育する個体との樹高差がちぢまるものと考えられる。

2. 地上部現存量

各供試木の胸高直径、樹高、枝葉乾重量等を表-3に、各供試木の枝葉乾重量の垂直分布を図-8にそれぞれしめす。

葉量では、樹冠の上部に分布する割合が高い。枝量では、樹冠の中部に分布する割合が高い。只木ら⁸⁾がしらべた45年生の林よりも多少枝葉の分布が樹冠上部にかたよっている。また筆者らがしらべた126年生スギ人工林でも葉量の樹冠上部への集中がみられた¹¹⁾。

生枝下高は、調査区Aの4本の供試木の平均が約8mであり、調査区Bの供試木T-2の15.3mとおおきなちがいがみられる。樹冠長は、被圧木のT-5が5.5mである以外は8m前後であ

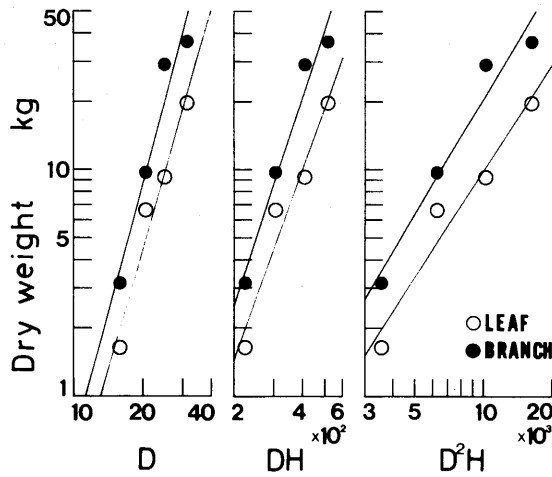


図-9 個体の大きさと枝葉乾重量

Fig. 9. Relationship between D (DBH), DH (DBH \times height) or D^2H and branch or leaf dry weight in sample trees.

表-4 調査区Aの枝量および葉量の推定値

Table 4. Estimated biomass of branch and leaf in plot A

回帰式 Y	Equation $\log Y = a \log X + b$				推定値 $t\ ha^{-1}$ Estimated value
	X	a	b	r*	
枝 Branch	D	3.770	-3.971	0.969	26.4
	DH	3.062	-6.648	0.982	32.1
	D^2H	1.692	-5.456	0.977	29.2
葉 Leaf	D	3.521	-3.938	0.979	12.7
	DH	2.804	-6.298	0.973	14.9
	D^2H	1.563	-5.259	0.976	13.8

* 相関係数 r: Coefficients of the correlation

る。現在の生枝下高に樹高が達した林齢は、樹幹解析によってえられた樹高生長経過から、T-1が40、T-2が46、T-3が21、T-4が27、T-5が38年生時とそれぞれ推定される。したがって、各供試木の最も古い枝の年齢は41~66年生と推定され、若齢林にくらべてはるかに枝の生存期間が長い。これは、40~50年生以降の年樹高生長量が、 $10\sim 20\ cm\ yr^{-1}$ 程度と小さいために、自己被陰による下枝の枯れ上がりが進みにくいためと思われる。これまでに調べられた40~50年生林分の立木の葉量と枝量の比はほぼ1:1にちかい値である^{6,8,12)}のに対して、本調査地の場合は、どの供試木も葉量と枝量の比が1:1.5~3と明らかに多い。

調査区Aの4供試木について、枝葉の乾重量と胸高直径(D)、胸高直径 \times 樹高(DH)、胸高直径² \times 樹高(D^2H)との対応関係を図-9に、最小自乗法によってもとめた回帰式の係数と調査区Aの各立木に回帰式をあてはめてもとめた枝葉の現存量の推定値を表-4にそれぞれしめす。

各供試木の枝葉の乾重量とD、DH、 D^2H とは比較的よい対応関係がみられる。D、DH、 D^2H との相対生長関係から推定した枝葉の現存量の平均値は、枝が29.2、葉が13.8 $t\ ha^{-1}$ である。枝の現

存量は、葉の現存量の2倍以上にあたる。

これまでに千葉演習林内で調べられた5カ所のヒノキ人工林の枝の現存量の平均値は15.3 (11.0~19.6)、葉の現存量の平均値は12.4 (10.8~14.2) $t ha^{-1}$ である^{2,4,7)}。葉の現存量は林齢や立木密度によるちがいは大きくないが、枝では、63年生と高齢で樹高生長のよい林分で19.6 $t ha^{-1}$ ²⁾、28年生で立木密度が6,000本 ha^{-1} 以上と高い林分で16.5 $t ha^{-1}$ ⁷⁾と値が高い。

いろいろな地域のヒノキ人工林の葉の現存量の平均値として、只木⁹⁾や斎藤ら⁶⁾は14 $t ha^{-1}$ 前後の値を報告している。また枝の現存量について斎藤らは、30 $t ha^{-1}$ を超える林分もみられるが、20 $t ha^{-1}$ 以下の林分が多いことをしめしている。枝葉の現存量は地位の高い林分ほど多い傾向があるといわれ、斎藤ら⁶⁾は生長のよいヒノキ人工林の40年生時および48年生時の値として、枝が25および24 $t ha^{-1}$ 、葉が19および19.2 $t ha^{-1}$ と報告している。

調査区Aは、千葉演習林のヒノキ人工林の中程度の地位にあたり、葉の現存量は、只木や斎藤らがもとめた平均値にちかい。枝の現存量は、葉が平均的な値であったのにくらべ、これまでに報告された枝の平均値よりもあきらかに大きな値である。これは、地位や立木密度の影響ではなく、林齢の増加とともに各立木の樹冠の占有面積が大きくなることや、枝の生存期間が著しく長くなることなどによって、枝への木質の蓄積がすすんだ結果と考えられる。若齢林にくらべて高齢林での枝の現存量が大きいことは、さきに調べた126年生スギ人工林でもみとめられた¹¹⁾。

幹の現存量は、 ha あたりの蓄積407 $m^3 ha^{-1}$ と供試木から採取した円板の平均容積重0.421 $g cm^{-3}$ とから171 $t ha^{-1}$ と推定される。したがって、幹、枝、葉をあわせた地上部現存量は214 $t ha^{-1}$ となり、各部分の割合はそれぞれ、幹が80、枝が14、葉が6%である。若い林では、枝の割合は10%以下の場合が多く、調査区Aの枝の割合は多少高い。

要 旨

東京大学千葉演習林内の87年生ヒノキ人工林において、樹高生長経過および地上部現存量を調べた。

樹高には微地形の変化との対応がみられ、凹型斜面では、凸型斜面にくらべて10mちかく樹高が高い。凸型斜面での年樹高生長量は、植栽当初から87年生時まで20 $cm yr^{-1}$ 程度のほぼ一定した値であった。凹型斜面と微凹型急斜面での年樹高生長量は、10~20年生時に最大の時期があり、その後40~50年生ごろまで徐々に低下した。40~50年生以降の年樹高生長量は凹型斜面では20 $cm yr^{-1}$ 程度であるのに対し、微凹型急斜面では10 $cm yr^{-1}$ 程度と低かった。

地上部各部分の現存量は、幹が171、枝が29、葉が14 $t ha^{-1}$ であった。若い林分とくらべて枝はかなり多いが、葉は似た値である。

キーワード： ヒノキ、樹高生長、地上部現存量

引用文献

- 1) 飯島 東・池谷仙之：千葉演習林の地質、演習林（東大）20, 1-38, 1976.
- 2) 蒲谷 肇・及川 修・佐藤大七郎・根岸賢一郎・扇田正二：63年生ヒノキ人工林の物質生産とリター量、科研「ヒノキ林育成上の諸問題に関する生理・生態学的研究」昭和47年度中間報告、1-13, 1973.
- 3) 荻住 昇：樹木根系図説、370-387、誠文堂新光社、東京、1979.
- 4) MORIKAWA, Y.: Daily transpiration of a 14-year-old *Chamaecyparis obtusa* stand, J. Jpn. For. Soc.

- 53, 337-339, 1971.
- 5) 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.
 - 6) 斎藤秀樹・古野東洲: 尾鷲および上北山にあるヒノキ林の物質生産, 日林誌 64, 209-219, 1982.
 - 7) 佐藤大七郎・扇田正二: 林分生長論資料 4, わかいヒノキの人工林における葉の量と生長量の関係, 東大演報 54, 71-100, 1958.
 - 8) 只木良也・尾方信夫・長友安男・吉田武彦: 森林の生産構造に関する研究(X) 無間伐の45年生ヒノキ林の生産力, 日林誌 48, 387-393, 1966.
 - 9) 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.
 - 10) 田中和博: スギ, ヒノキ人工林の長伐期施業に関する研究, 昭和58年度科研成果報告書, 79 pp., 1984.
 - 11) 丹下 健・山中征夫・鈴木 誠: スギ老齡人工林の生長と現存量, 演習林(東大) 25, 243-259, 1987.
 - 12) 湯浅保雄・伊藤悦夫: 天龍地方ヒノキ林の生産力, 77回日林講, 220-222, 1966.

(1989年4月30日受理)

Summary

Studies of height growth and biomass were made in an 87-year-old manmade *Chamaecyparis obtusa* stand in Tokyo University Forest in Chiba. The stem analysis was used to estimate sequential height growth. The biomass above the ground was estimated by dimension analysis.

The tree height differed corresponding to changes in geographical features. Trees grown on concave slope were about 10 m higher than ones on convex slope. The rate of annual height growth on convex slope was about $20 \text{ cm} \cdot \text{yr}^{-1}$. The height growth on concave slope or steep slope reached a peak at 10- to 20-year-old and decreased gradually until 40- to 50-year-old. The rate of annual height growth after 40- to 50-year-old was about $20 \text{ cm} \cdot \text{yr}^{-1}$ on concave slope and about $10 \text{ cm} \cdot \text{yr}^{-1}$ on steep slope.

The total biomass above the ground estimated was $214 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, i. e., 171 in stem, 29 in branch, and $14 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ in leaf. In comparison with younger stands, the branch biomass was larger, but the leaf one was not different apparently.

Key words: *Chamaecyparis obtusa*, Height growth, Biomass above the ground