

芦生演習林におけるドイツトウヒ林分の 生長と現存量について

吉 村 健 次 郎

Growth and Biomass of Norway Spruce Forest in Ashu Experimental Forest

Kenjiro YOSHIMURA

目 次

要 旨.....	27	3) 材積生長	
I はじめに.....	28	4) 現 存 量	
II 材料と調査方法.....	28	5) 生 産 量	
III 調査結果.....	28	IV 考 察.....	32
1) 直径生長		引用文献.....	34
2) 樹高生長		Résumé.....	34

要 旨

最近森林の物質生産力についての研究が多く行なわれているが、この報告は京都大学芦生演習林に造林されている古いドイツトウヒ林の単木各部分の相対生長ならびに林分の現存量を解析したものである。

この林分は5年生の苗木を昭和10年に植栽した約0.167haの小面積の造林地で、昭和40年現在立木本数は179本であった。しかし、この年林縁木が特に風害をうけたので、その被害木9本の樹体各部分の大きさおよび重量（生重、乾重）を測定し、それらに間に成立する相対生長関係をもとめた。そしてこれを毎木調査の資料にあてはめ樹体各部分の林分現存量を推定した。ただこれは林縁木とか孤立木状のものからの推定値であるため適切でない点があろう。

胸高直径（ D cm）に対する単木各部分量の相対生長の関係式はつぎのようにもとめられた。

$$\begin{array}{ll} \text{幹材積 (m}^3\text{)} & V_S = 2.4 \times 10^{-4} D^{2.3061} \\ \text{葉乾重量 (kg)} & w_L = 2.9 D^{2.8657} \\ \text{枝乾重量 (kg)} & w_B = 1.5^{3.1459} \\ \text{幹乾重量 (kg)} & w_S = 35 D^{2.5836} \end{array}$$

また、林分の各部の大きさならびにhaあたり現存量はつぎのようであった。

平均胸高直径	20.2cm	葉乾重量	24.6ton/ha
平均樹高	15.3m	枝乾重量	31.3ton/ha
断面積合計	41.7m ² /ha	幹乾重量	120.2ton/ha
幹材積	268.9m ³ /ha		

以上の推定値を他の研究者らの測定結果と比較してみると、もっとも密な林分に属するようで、さらに適切な標本によって詳細な解析が必要であらう。

I はじめに

わが国において比較的古くから造林樹種として用いられている外国産樹種の一つとしてドイツウヒをあげることができるが、多く植栽されているのはわが国の北の方であって関西地方ではドイツウヒの高令林分は少ないと考えられる。京都府北桑田郡美山町にある京都大学芦生演習林に見本林として35年生（調査当時の昭和40年で養苗期間を含む）のドイツウヒの林分があり、植栽当時は他の外国産樹種と共に植栽がおこなわれたようであるが、現在成林しているのは約0.167haの面積である。

昭和40年秋京都府を通過した台風23号および24号によってこの見本林が被害をうけ、一部が風によって倒伏した。被害をうけたのはその林分の北隅の一団であって、主に林縁木や孤立木に近い個体が多く、林分全体についての推定をおこなうための標本としては当適ではないが、この見本林は小面積のもので今後も伐倒する機会は少ないと考えられるので、毎木調査の結果および、これら風倒木を用いて樹体各部分重量の調査をおこなった結果について報告する。

II 材料と調査方法

調査の対象とした林分は昭和5年播種のドイツウヒその他を昭和9年から10年にかけて植栽をおこなった地域の中のドイツウヒの純林で面積0.167haである。その大部分は完全にうつ閉状態となっていて、閉鎖した林内にはほとんど地床植生もない程度で、僅かに樹冠層の穴の部分の下にシダ類などが生えていて、他は落葉落枝の上にコケ類がある程度である。

調査はこの0.167haの全立木について胸高直径を2方向で1cm括約で測定し、さらに一部の立木について樹高、枝下高、枝幅および生長錐により最近5年間の直径生長の測定をおこなった。

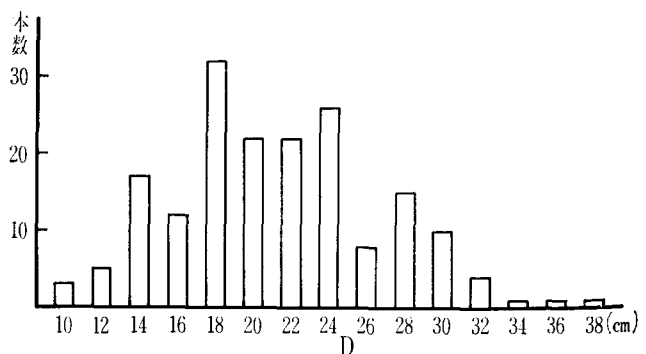
次に風倒木の中より幹折れなどのない個体9本をえらび、地上高20cmより1m毎に幹、枝、新葉、旧葉などの重量を測定した。ただし枝および葉の重量は一部を標本として抽出しそれぞれの割合によって算定した。また枝、葉および円板をもちかえって乾燥し、乾物重量に換算した。また資料木についてはすべて樹幹解析をおこなった。

III 調査結果

1) 直径生長

調査地の面積は0.167haで立木本数は179本（風倒木を含む）でha当り立木本数は1.072本となる。胸高直径階別本数は第1図に示すとおりで、平均直径は20.2cmである。断面積合計はha当り41.7m²で、佐藤¹⁾の東大秩父演習林における調査報告と比較すると、樹令、平均直径、立木本数に比して断面積合計が多い。幹の胸高断面積が樹冠面積に比例する²⁾と考えるならこれらの林分に対してうつ閉度が高いと考えられる。

次に胸高直径の総生長量は第2図のようであったが、直径生長率についてみると連年直径生長率(P_D)と胸高直径(D cm)との関係は第3図のようであるのでその回帰式は、



第1図 調査林分における胸高直径階別立木本数

$$\log(1000P_D) = 1.62570 - 0.14751 \log D$$

となったが、直線性は悪く直径生長率と胸高直径の関連性はうすいように考えられる。

2) 樹高生長

前記の供試木の測定値と林内の立木8本についてワイゼ測高器により測定した樹高の値(Hm)と胸高直径(Dcm)との関係は第4図のようでその関係式は、

$$H = 4.4382D^{0.404}$$

であった。

平均樹高は15.28mで供試木の樹高総生長曲線を第5図に示す。

3) 材積生長

供試木の測定によってえた幹材積の値より胸高直径(Dcm)に対する単木幹材積(V_Sm³)の関係を求めると第6図のようになりその関係式は、

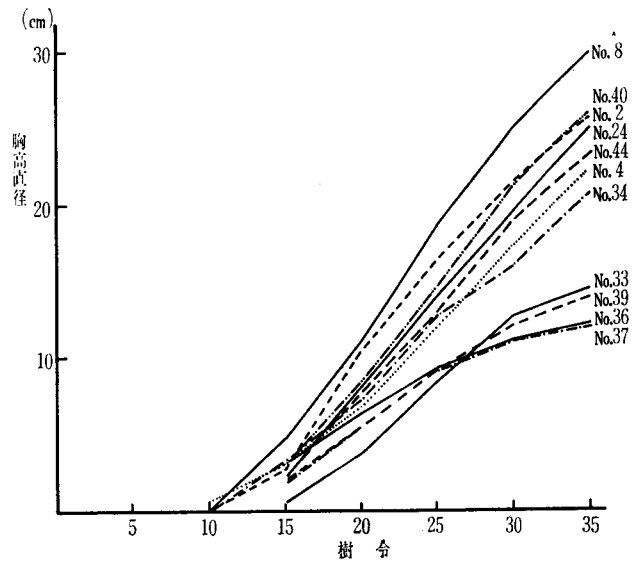
$$V_S = 0.00024D^{2.3061}$$

となった。全立木について樹高の測定をおこなうことができないので上記一変数材積式によって単木幹材積および林分幹材積の算定をおこなった。単木幹材積表を第1表に示したが、これを北海道立木幹材積表(第6輯)³⁾および松井らが北海道におけるドイツウヒ林分において測定したものと比較してみると、各直径階における幹材積は小さくなったがこれは今回の供試木が孤立木または林縁木であってウラゴケになっているためであろう。

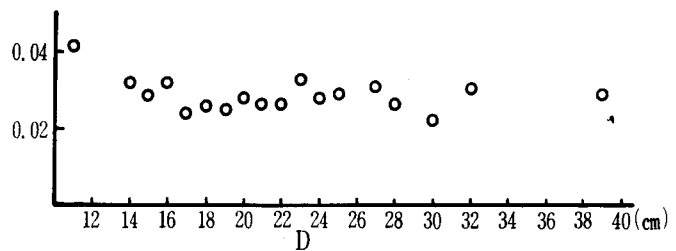
次に供試木の樹幹解析により単木の最近1年間の幹材積生長量(ΔV_S: dm³)と直径の関係をみると第8図のようでその関係式は、

$$\Delta V_S = 0.0022D^{2.9155}$$

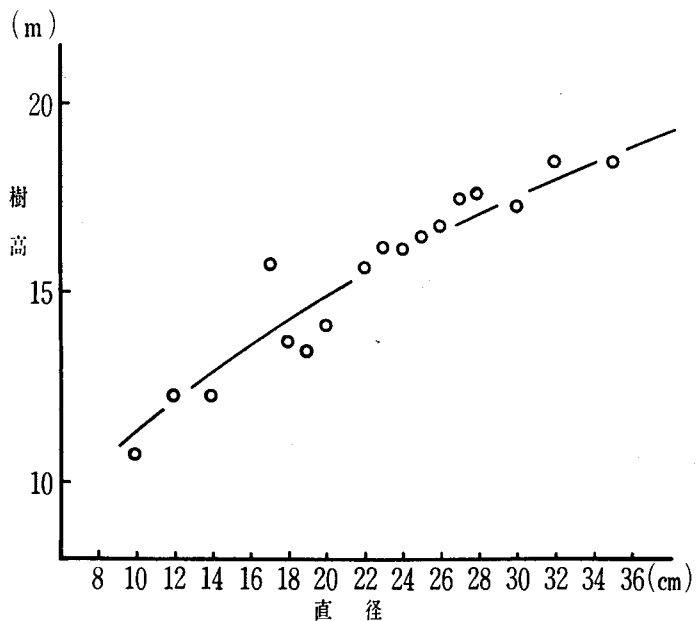
であった。この式を用いて林分の1年間の幹材積生長量を求めてみ



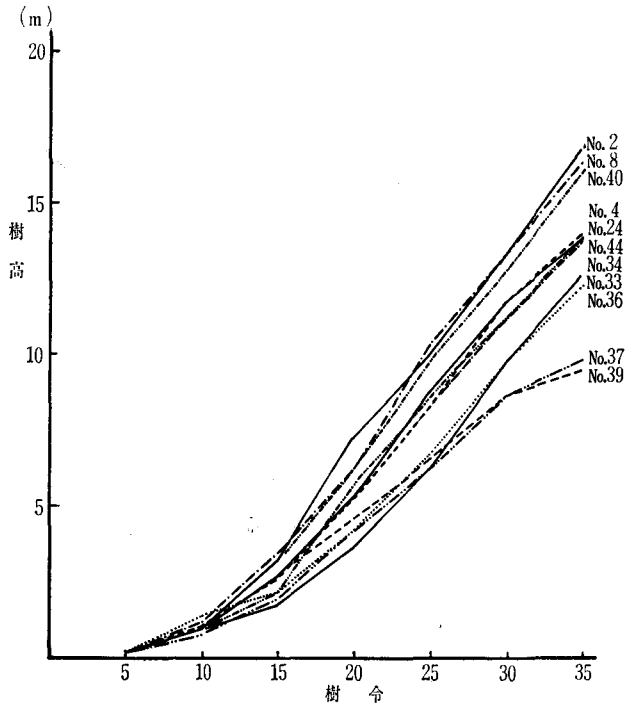
第2図 供試木の胸高直径生長(総生長量)



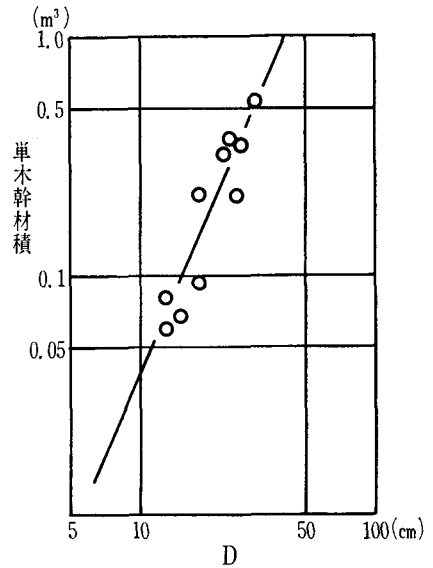
第3図 胸高直径と最近1年間の直径生長率



第4図 胸高直径一樹高曲線



第5図 供試木の樹高生長曲線 (総生長量)

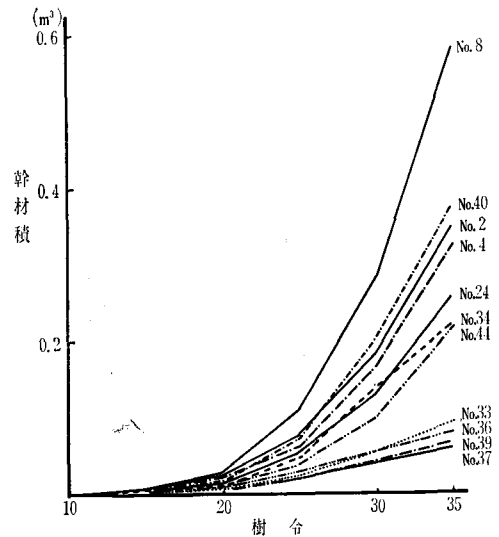


第6図 胸高直径(D)に対する単木幹材積の相対生長関係

第1表 胸高直径階別単木幹材積表

直径cm	材積表より*	北海道** ドイツウヒ	芦生 ドイツウヒ
10	0.05	0.0391	0.0384
12	0.08	0.0693	0.0585
14	0.11	0.1123	0.0835
16	0.15	0.1626	0.01136
18	0.19	0.2320	0.01490
20	0.25	0.3299	0.1900
22	0.30	0.4172	0.2367
24	0.37	0.4913	0.2893
26	0.46		0.3479
28	0.53		0.4128
30	0.64		0.4840
32	0.72		0.5616

* 立木材積表⁽³⁾による **松井ら⁽⁴⁾による

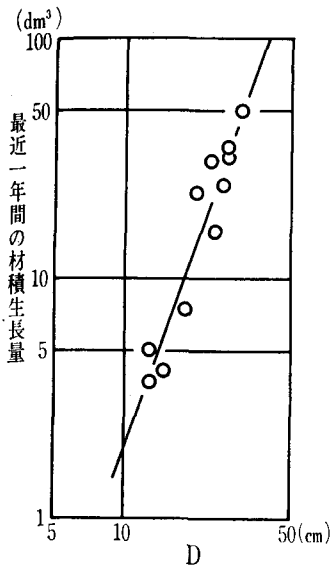


第7図 供試木の材積生長曲線 (総生長量)

ると 16.4m³/ha であった。

4) 現存量

吉良⁽⁵⁾は現存量の推定に相対生長法則を用いることの有望性を述べている。またDのみを用いる場合と、D²Hを用いる場合⁽⁵⁾の適合度についてDのみを用いる場合は一応胸高直径 20cm, 樹高 20m までがめやすくなるであろうと述べているが、一般に胸高直径の測定は容易であり、かつ全立木について



第8図 胸高直径(D)に対する最近1年間の材積生長量の相対生長関係

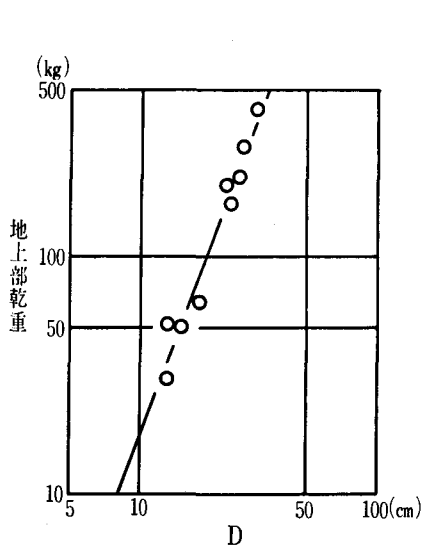
樹高を測定することができないため、樹高は胸高直径との関係式により求める結果となったので各部現存量の算定には胸高直径との関係式より求めた。またこの林分は小面積の団地であって全立木に対する林縁木の割合が大きい。毎木調査の際に林内木と林縁木、あるいは孤立木に近い個体をチェックしておいて比較してみると第2表のように胸高直径、枝幅、枝下高は林内木と林縁木の間にあきらかに差があったが、樹高では差が認められなかった。このことから枝および葉の量は特に胸高直径と密接な関係があるものと考えて胸高直径(Dcm)との関係式によって各部分の重量の推定をおこなった。供試木のDと各部分の測定値の関係を図示すると第9図~第12図となり、相対生長式を求めると、

$$\begin{aligned}
 W_T &= 57.3D^{2.7350} & w_T &= 33.9D^{2.7161} \\
 W_L &= 5.1D^{2.9579} & w_L &= 2.9D^{2.8657} \\
 W_B &= 2.7D^{3.1642} & w_B &= 1.5D^{3.1459} \\
 W_S &= 58.3D^{2.5836} & w_S &= 35.0D^{2.5836}
 \end{aligned}$$

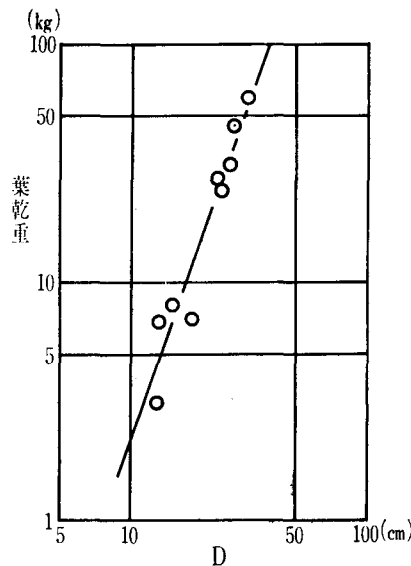
W_T : 地上部生重(kg), W_L : 葉生重(kg), W_B : 枝生重(kg),
 W_S : 幹生重(kg), w_T : 地上部乾重(kg), w_S : 幹乾重(kg)
 w_L : 乾葉重(kg), w_B : 枝乾重(kg),

第2表 林内木と林縁木の測定値の比較表

	本数	平均胸高直径 cm	平均樹高 m	枝幅 m	枝下高 林外側 m	枝下高 林内側 m	平均枝下高 m	最近5年間 半径生長量 m/m	樹皮厚 m/m
林内木	110	20.6	16.3	1.6	5.6	6.0	5.8	11.6	4.3
林縁木	56	23.5	16.4	2.1	2.8	5.9	4.4	14.5	4.3
孤立木	3	31.5	15.5	2.6	—	—	2.3	24.5	5.5



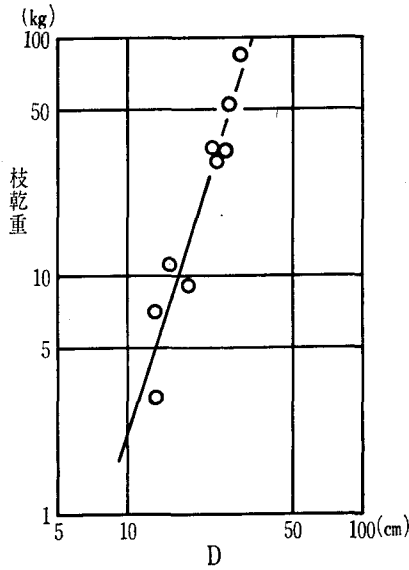
第9図 胸高直径(D)に対する地上部乾重(w_T)の相対生長関係



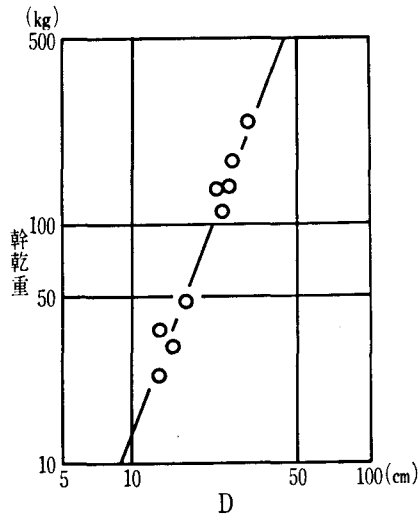
第10図 胸高直径(D)に対する葉乾重(w_L)の相対生長関係

となり、この関係式により計算されたha当りの各部分重量の推定値を第3表に示した。

なお地下部については根がえりして地上に現われた根系の半円にあたる部分を採用して資料としたが、根がえりの際先端部や細根は切れて地中に残り測定



第11図 胸高直径(D)に対する枝乾重(w_B)の相対生長関係



第12図 胸高直径(D)に対する幹乾重(w_S)の相対生長関係

できなかったの
で、測定値のバ
ラツキも大きく
正確ではないが
第13図に示すよ
うに単木につい
ては 17kg から
160kg の間にあ
ると考えられ
た。

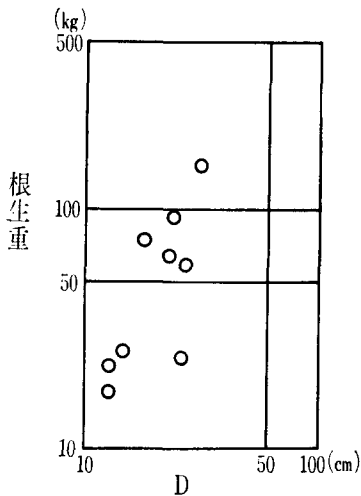
5) 生産量

純生産量につ
いては枝および
根の年間生産量
の測定をおこな
うことはできな
かったが、幹材
積の最近の年間
生長率が 6.1%
であるので、枝
および根もこれ
に近い割合で生

第3表 各部分の ha 当りの推定値 (ton)

葉生重	枝生重	幹生重	全生重*	葉乾重	枝乾重	幹乾重	全幹重*
58.1	59.8	199.9	317.8	24.6	31.3	120.2	176.1

* 地上部のみ



第13図 胸高直径(D)に対する根生重(w_R)の相対生長関係

相対生長数 h 、としたそれぞれの値をエゾマツ、トドマツについて四手井らが北海道においてしらべたものを比較のため第6表に示した。これを見ると幹の重量については h の値に差がないが、枝および葉の量について h の値が大きい。これは孤立木状のものを資料としたため林内木あるいは被圧木との間に差が大きくなり、また孤立木の枝葉量が大きいためであろう。

林分の現存量は地上部乾重量が北海道の針葉樹林はha当り 100ton から 650ton と報告されているが

長していると考えると枝の乾重生産量は 1.9ton/ha・year となる。根の重量は正確ではないが第13図よりha当り23ton 位と考えられるのでこれに幹の生長率を用いて計算すると年間生産量は 1.4ton となった。これらの値を佐藤の報告と比較すると第4表のようになる。

IV 考 察

樹冠のうつ閉状態、あるいは胸高断面積合計などからみてこの林分は最多密度に達していると思われるが、第1表のように他のドイツトウヒ林分と比較して単木幹材積は小さい。またこの林分を東大演習林における佐藤の報告と比較すると、第5表のように胸高直径はあまり差がないが直径に比べて樹高生長はよくない。

相対生長関係についてみると、胸高直径に対する相対生長式は前記のようになったが、各部分重量 Y 、胸高直径 X 、常数 A 、

第4表 物質生産量(乾重)について他のドイツトウヒ林分との比較 (ton/ha)

場 所	樹 令	幹	枝	葉	地上部計	根	総 計
芦 生	35	6.94	1.91	5.88	14.73	1.4	16.13
北 海 道	46	5.67	1.29	4.69	11.65	—	—
”	47	8.04	0.98	3.37	12.39	—	—
”	46	5.70	1.17	4.54	11.41	—	—
”	45	4.31	0.84	2.19	7.34	—	—
秩 父	37	6.09	1.19	6.00	13.28	—	—

註：芦生以外は Satoo⁽⁶⁾による

第5表 他の林分との生長比較

樹 種	場 所	林 令	平 均		1 ha 当 り			
			胸高直径 cm	樹 m 高	本 数	断面積合計 m ²	蓄 積 m ³	平均生長量 m ³
ドイツトウヒ	芦 生	35	20.2	15.28	1.072	41.7	268.9	16.4
”	新 山 沢	39	17.1	17.57	1.459	33.7	321.6	8.25
”	山 部	42	26.0	25.50	666	35.4	440.0	10.48
”	野 幌	38	20.3	19.70	1.090	35.3	355.2	9.35

註：芦生以外は佐藤⁽¹⁾による

第6表 胸高直径(Dcm)に対する相対生長式の係数値の比較(乾重量)

	北 見* エゾマツ・トドマツ	芦 生 ドイツトウヒ
全重量 h	2.532	2.7161
A	0.06223	0.0339
幹重量 h	2.550	2.5836
A	0.04653	0.0350
枝重量 h	2.570	3.1459
A	0.006468	0.0015
葉重量 h	2.356	2.8657
A	0.009640	0.0029

* 四手井ら⁽⁵⁾による

今回の計算では179.7tonであった。先に述べたように、供試木は大部分林縁木であって、林縁木と林内木との間には枝葉量についてはあきらかに差があり、林縁木の林外に向いた側の枝下高が3m以下であるのに対し林内の平均枝下高は5.8mであった。そこで今かりに供試木の地上高5.8m以上の枝および葉の重量を用いて胸高直径との相対生長式を求め、それによって林内の地上部乾重量を計算してみると、葉の乾重量19.4ton/ha、枝の乾重量21.6ton/ha、全乾重量(地上部)はほぼ161.2ton/haとなった。しかし前述のように林縁木や孤立木は林内木と比較して枝葉量が多いと共に胸高直径も大きいわけで、この数値は5.8m以下の枝葉量を除外したのみで、枝葉量と密接な関係がある直径や幹の重量については考慮していないので、林分の地上部乾重量の推定値としては180ton/ha位と考えてよいであろう。

生産量については第4表の他の林分に比較してやや大きな値となっている。林分の物質生産量にあずかる多くの要素のうち葉の量が最も重要な要素の一つであることはすでに多くの報告で述べられていることであって、いまこの林分の葉の量と佐藤の報告の中の資料を比較してみると、佐藤の報告の中では葉の乾重量がドイツトウヒの場合ha当り15~24.6tonとあり、この林分の24.6tonは多い方である。

以上の結果から考えて、今回の測定値が林縁木を資料としたためや、過大になっているとはいえ、この林分は最多密度に近いと考えられる。しかし資料が適切であるとはいえないのでなお今後さらに詳しい調査を要する。

引用文献

- 1) 佐藤 修：秩父演習林の外来樹種の造林とその考察，東大演報，15，117，(1964)
- 2) 鈴木時夫：生態調査法，60，(1954)
- 3) 中島広吉：北海道立木幹材積表，第6輯，(1958)
- 4) 松井善喜ほか：欧州トウヒ植栽木の立木幹材積表について，林試北海道支場業務報，3，126～131，(1955)
- 5) 四大学合同調査班：森林の生産力に関する研究，45～100，(1960)
- 6) Satoo, T. : Production and Distribution of Dry Matter in Forest Ecosystem, Miscellaneous Information, Tokyo Univ. Forests, 10～11, (1966)

Résumé

Recently, many studies about the productivity of the forest have been published. The study on the biomass and the allometric relationships between the diameter at breast height and the quantities of parts of trees in Norway spruce (*Picea Abies*) forest was carried out in Kyoto University Forest in Ashu.

This stand area was about 0.167 hectare, the trees were sowed in 1930, and planted in 1935. The number of trees was 179.

In October 1965, this stand was damaged by wind, then the volume and fresh and oven-dry weight of parts of 9 windfall were measured, and the allometric relation between those value were estimated.

The biomass of stand was estimated with the allometric equation. But most sample trees were the border trees or the isolations. The allometric equations between the diameter at breast height and the quantities of parts of trees are under mentioned.

$$\begin{array}{ll}
 V_S = 2.4 \times 10^{-4} D^{2.3061} & V_S : \text{volume of stem (m}^3\text{)} \quad D : \text{diameter at breast height (cm)} \\
 w_L = 2.9 D^{2.8657} & w_L : \text{dry weight of leaves (Kg)} \\
 w_B = 1.5 D^{3.1459} & w_B : \text{dry weight of branches (Kg)} \\
 w_S = 35.0 D^{2.5836} & w_S : \text{dry weight of stem (Kg)}
 \end{array}$$

In the results of estimation by the above mentioned equations and the measures of sample trees, it became that mean diameter at breast height was 20.2cm, mean height 15.3m, basal area 41.7m²/ha, volume of stems 268.9 m³/ha, oven-dry weight of leaves 24.6 ton/ha, oven-dry weight of branches 31.3 ton/ha and oven-dry weight of stems 120.2 ton/ha.

The biomass are larger than the results of other studies, it is presumed as the reason that the most sample trees were the border trees or the isolations.