

# 林木の重量生長に関する研究

## 第8報 人工植栽ドロノキ属2種\*

教授 平井 信二・文部技官 相沢 エイ子

Shinji HIRAI and Eiko AIZAWA

### Studies on Weight Growth of Forest Trees.

#### VIII. Two Artificially Planted *Populus* Species.

#### I 緒 言

人工植栽された2種のドロノキ属樹種の円盤について研究した結果を報告する。この2種の試料は、ともに東京大学農学部林学科森林植物学教室、猪熊泰三教授（現在名誉教授）からいただいたもので、同氏に厚く感謝の意を表する。

#### II 供 試 材

供試木 No. 1 は猪熊氏よりの教示によれば、ヨーロッパクロヤマナラシ *Populus nigra* LINNAEUS 雌性株で、岩手県岩手郡玉山村好摩、農林省林業試験場好摩試験地にその開設当時植栽されたものである<sup>1)</sup>。伐採時の年輪数 24、皮付胸高直径 44.1 cm、樹高 19.7 m、材積 0.91992 m<sup>3</sup> で、供試材は胸高部位付近から採取された円盤である。

供試木 No. 2 はイタリア改良系ポプラ 45号種 *Populus euramericana* GUINIER cv. I-45/51 で、東京大学農学部樹木実験圃場（小石川植物園内）に植栽され、昭和 37 年 12 月伐採されたものである。このものの生長経過については猪熊氏の報告<sup>6)</sup> があるが、伐採時の皮付胸高直径 20.8 cm、樹高 13.65 m、材積 0.1789 m<sup>3</sup> である。供試材は1枚の円盤で、輪廓がやや不整な心材をもっており、その色は淡緑褐色を呈し、心材率（断面積率）は 24.7% である。

両種ともクロヤマナラシ節 (*Aigeiros*) に属するもので、後者はヨーロッパクロヤマナラシ *P. nigra* LINNAEUS とアメリカクロヤマナラシ *P. deltoides* MARSHAL の交雑種として扱われてい

Table 1. 供試円盤概要  
Description of sample discs.

樹 種 Species	皮付平均直径 Average diameter with bark cm	皮付断面積 Cross sectional area with bark m <sup>2</sup>	年 輪 数 Number of annual rings
<i>Populus nigra</i>	41.7	0.1367	22
<i>Populus euramericana</i> cv. I-45/51	19.7	0.03048	8

\* 東京大学農学部木材々科学第一教室業績 第196号

るものであるが、また著しく *P. angulata* AITON の性質を帯びているものといわれる<sup>4)</sup>。

供試円盤の直径、年輪数などは Table 1 のごとくである。

### III 試験方法

供試円盤の互いに直角をなす方向につき年輪幅を測り、各年輪ごとに断面積生長の経過を測定すると同時に、各年輪につき扇形小試験体(両側が透心方向に沿うもの)を採取した。ただしヨーロッパクロヤマナラシで外周部の年輪幅が狭い部分では、3~6 個年輪をまとめて 1 試験体としたものがある。この各試験体について水銀中における浮力利用の測容装置により容積を測定し、またその全乾重量を求めた。これから容積密度数〔全乾重量/生材容積〕(kg/m<sup>3</sup>)を計算した。

### IV 試験結果および考察

#### 1. 容積密度数の変異

容積密度数の変異は Table 2 のごとくである。またその頻度曲線は Fig. 1 となる。これについて次の事項が考察される。

(1) 頻度曲線の形は、両種ともにいずれも幅の狭い高峯形のかなり正規分布に近いものであるが、前報のチョウセンヤマナラシ、ドロノキの場合ほど著しくない<sup>3)</sup>。

(2) 変異の幅(最大、最小の差)および変異係数の値はヨーロッパクロヤマナラシの方がイタリア改良系ポプラ 45 号種にくらべてかなり大きい。これには前者が 22 年輪にわたるものであることも一つの要因になっていると考えられるが、前報のチョウセンヤマナラシおよびドロノキに

Table 2. 容 積 密 度  
Variation of bulk

樹 種 Species	計 測 数 Number of measurements	算 術 平 均 Arithmetic mean kg/m <sup>3</sup>	最 大 Maximum kg/m <sup>3</sup>	最 小 Minimum kg/m <sup>3</sup>
<i>Populus nigra</i>	67	326.3±4.45	441	254
<i>Populus euramericana</i> cv. I-45/51	32	325.9±3.19	370	280

Table 3. 容積密度数の分布,  
Distribution of bulk density of wood,

半径 Radius	年令 Age	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A		441	328	322	338	334	344	357	328	372	347
B		429	349	299	317	316	309	303	299	324	429
C		423	280	295	321	330	341	314	322	320	321
D		—	340	395	361	338	361	340	329	354	313
平 均 Average		431	327	328	334	330	339	329	320	343	353

くらべても大きいことが目立つ<sup>3)</sup>。猪熊・島地・古谷氏が栃木県産ヤマナラシについて全乾比重の変異を求めた結果は直接この場合に比較できないが、これもかなり変異が大きいようである<sup>5)</sup>。

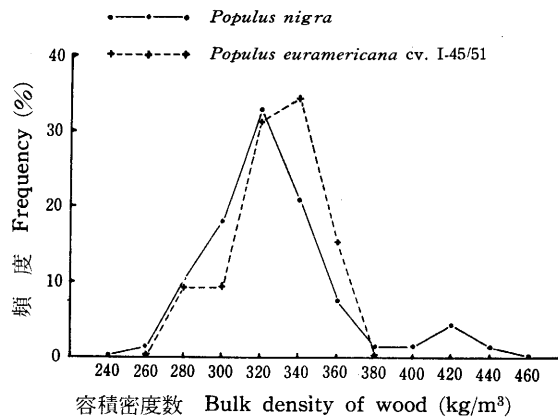


Fig. 1. 容積密度数の頻度曲線  
Frequency curve of bulk density of wood.

## 2. 円盤内における容積密度数の分布

供試円盤の容積密度数測定結果を Table 3, 4 に示す。その4方向平均値について、樹心からの年輪番号、すなわち年令による変化を図示すれば Fig. 2, 3 のごとくである。

ヨーロッパクロヤマナラシについて概括的に見ると、容積密度数の値は樹心から15年位までは漸次減少し、ここで最小値を呈して、その後は外周に向かって増大している。この変化の様態は前報のドロノキの結果とかなり類似している<sup>3)</sup>。これら初期の減少段階は猪熊氏らがヤマナラ

数の変異  
density of wood.

標準偏差 Standard deviation kg/m <sup>3</sup>	並数 Mode kg/m <sup>3</sup>	中央値 Median kg/m <sup>3</sup>	歪度 Skewness	変異係数 Coefficient of variation
36.42±3.15	321	321	+ 0.146	11.2
18.03±2.25	328	327	- 0.116	5.5

ヨーロッパクロヤマナラシ (kg/m<sup>3</sup>)  
*Populus nigra* (kg/m<sup>3</sup>).

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
321	335	312	302	254	282	296	321	327	334	353	336
319	311	295	315	← 272 →					← 284 →		
300	311	275	← 296 →				← 312 →				
308	333	295	← 278 →				← 290 →				
312	323	294	298	275	282	286	299	300	305	310	306

Table 4. 容積密度数の分布, イタリア改良系ポプラ 45 号種 ( $\text{kg/m}^3$ )  
Distribution of bulk density of wood, *Populus euramericana* cv. I-45/51 ( $\text{kg/m}^3$ ).

半径 Radius	年 令 Age	1	2	3	4	5	6	7	8
A		336	370	352	351	313	329	331	367
B		280	327	311	303	314	321	336	366
C		285	342	316	302	315	307	331	332
D		313	340	332	331	288	316	347	326
平 均 Average		305	345	328	322	308	318	336	348

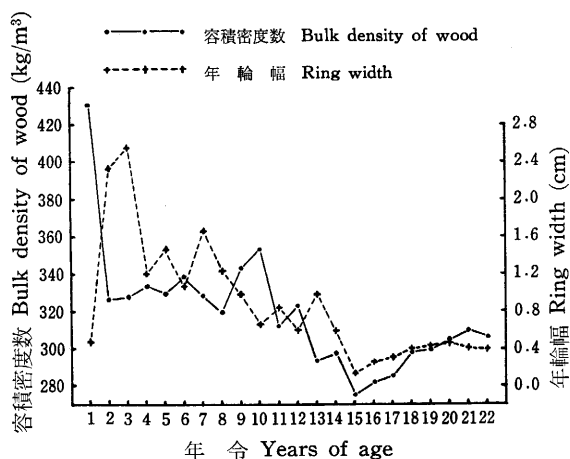


Fig. 2. 年令と年輪幅および容積密度数との関係,  
ヨーロッパクロヤマナラシ

Relations between age and ring width, and between  
age and bulk density of wood, *Populus nigra*.

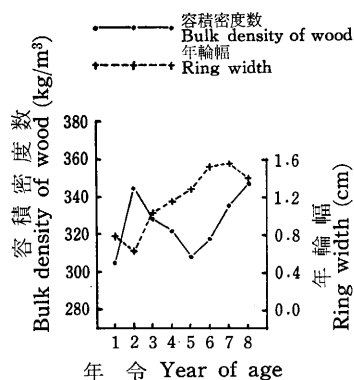


Fig. 3. 年令と年輪幅および容積密度数との関係,  
イタリア改良系ポプラ 45 号種

Relations between age and ring width, and  
between age and bulk density of wood,  
*Populus euramericana* cv. I-45/51.

シで、髓より第 12 年輪から第 20 年輪に至るところで全乾比重のかなり急激な減少が見られるとしているものにほぼ相当するものであろう<sup>5)</sup>。H. E. DESCH 氏は散孔材一般の傾向として、容積密度数は樹心部で小さく、外周に向かってある期間まで次第にその値が増大するが、最大を現出してのち、また下降するとしている<sup>2)</sup>。そのうち poplar についての測定結果を見ると、*P. canescens* SMITH 地際断面で 45 年まで、高さ 5 ft. 6 in. 断面で 40 年まで、*P. serotina* HARTIG 地際断面で 30 年までほぼ単純な容積密度数の増大があり、その後は減少することとなっていて、これらの結果は上記とは一致しないものである。

イタリア改良系ポプラ 45 号種では、その傾向をいうことは困難であって、いずれにしても生長の初期の部分については、生長の良否（年輪幅の広狭）が容積密度数に大きな影響を与えることを考慮しなければならない。

### 3. 年輪幅と容積密度数との関係

年輪幅と容積密度数との関係を求めた結果を Table 5 に示す。

この結果によれば、年輪幅と容積密度数との間における一次的相関々係の存在をほとんど認めることができない。しかし Fig. 2, 3 を見ると、十数年以下の初期の段階に限れば、両者の間にある程度のマイナスの相関々係があるような推移を表わす。このマイナスの相関々係については、他の *Populus* 属樹種についての前報の場合<sup>3)</sup>、および H. MAYER-WEGELIN 氏の文献にあるもの<sup>7)</sup>とほぼ同様の傾向であるといえよう。

#### 4. 重量生長経過

供試円盤について、各部分の容積密度数（4方向の平均）をその所在する年令の環の断面積に乘じて重量生長量が計算される。これらを断面積生長経過とともに示せば、Table 6, 7 および Fig. 4, 5 のごとくである。これより次の事項が認められる。

(1) 断面積連年生長量最大は、ヨーロッパクロヤマナラシでは7年で、重量連年生長量最大もこれに一致している。イタリア改良系ポプラ 45 号種では、断面積、重量ともに8年で未だ最大に到達していない。

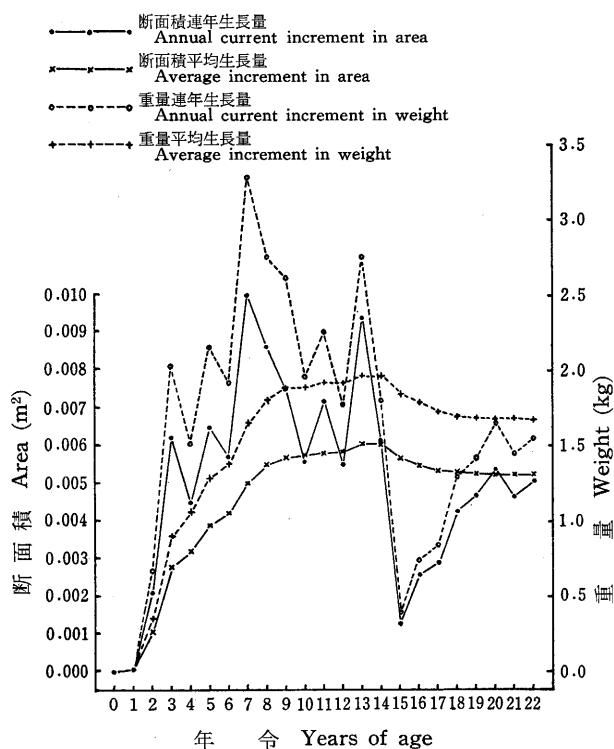


Fig. 4. 生長曲線, ヨーロッパクロヤマナラシ  
Increment curve, *Populus nigra*.

Table 5. 年輪幅と容積密度数との関係  
Relation between ring width and  
bulk density of wood.

樹種 Species	相関係数 Coefficient of correlation
<i>Populus nigra</i>	+ 0.40
<i>Populus euramericana</i> cv. I-45/51	- 0.42

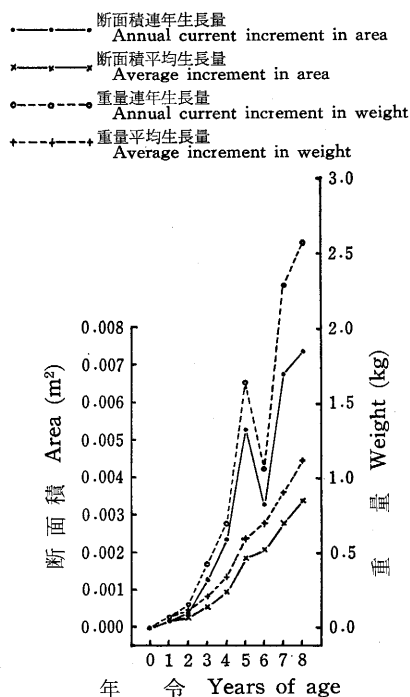


Fig. 5. 生長曲線, イタリア改良系  
ポプラ 45 号種  
Increment curve, *Populus euramericana*  
cv. I-45/51.

Table 6. 断面積および重量生長経過, ヨーロッパクロヤマナラシ  
Increments in area and weight, *Populus nigra*.

年 令 Age	断 面 積 Area				重 量 Weight			
	総生長量 Total increment m <sup>2</sup>	連年生長量 Current annual increment m <sup>2</sup>	平均生長量 Average increment m <sup>2</sup>	生 長 率 Increment percent %	総生長量 Total increment kg	連年生長量 Current annual increment kg	平均生長量 Average increment kg	生 長 率 Increment percent %
1	0.00007	0.00007	0.00007	—	0.030	0.030	0.030	—
2	0.0022	0.0021	0.0011	—	0.710	0.680	0.355	—
3	0.0083	0.0062	0.0028	—	2.737	2.027	0.913	—
4	0.0129	0.0045	0.0032	54.50	4.254	1.516	1.064	55.40
5	0.0194	0.0065	0.0039	50.43	6.396	2.142	1.279	50.35
6	0.0250	0.0057	0.0042	29.24	8.314	1.919	1.386	30.00
7	0.0350	0.0100	0.0050	39.77	11.588	3.274	1.655	39.37
8	0.0436	0.0086	0.0055	24.56	14.337	2.749	1.792	23.72
9	0.0511	0.0075	0.0057	17.24	16.913	2.576	1.879	17.97
10	0.0566	0.0056	0.0057	10.87	18.872	1.959	1.887	11.58
11	0.0638	0.0072	0.0058	12.66	21.109	2.237	1.919	11.85
12	0.0693	0.0055	0.0058	8.61	22.882	1.773	1.907	8.40
13	0.0787	0.0094	0.006052	13.55	25.643	2.761	1.973	12.06
14	0.0848	0.0061	0.006054	7.73	27.455	1.812	1.961	7.07
15	0.0861	0.0013	0.0057	1.53	27.812	0.358	1.854	1.30
16	0.0887	0.0026	0.0055	3.05	28.551	0.739	1.784	2.66
17	0.0916	0.0029	0.0054	3.30	29.389	0.838	1.729	2.94
18	0.0959	0.0043	0.00533	4.74	30.687	1.298	1.705	4.42
19	0.1007	0.0047	0.00530	4.92	32.103	1.416	1.690	4.61
20	0.1060	0.0054	0.00530	5.33	33.737	1.635	1.687	5.09
21	0.1107	0.0047	0.00527	4.45	35.201	1.463	1.676	4.34
22	0.1158	0.0051	0.00526	4.58	36.752	1.551	1.671	4.41

Table 7. 断面積および重量生長経過, イタリア改良系ポプラ 45 号種  
Increments in area and weight, *Populus euramericana* cv. I-45/51.

年 令 Age	断 面 積 Area				重 量 Weight			
	総生長量 Total increment m <sup>2</sup>	連年生長量 Current annual increment m <sup>2</sup>	平均生長量 Average increment m <sup>2</sup>	生 長 率 Increment percent %	総生長量 Total increment kg	連年生長量 Current annual increment kg	平均生長量 Average increment kg	生 長 率 Increment percent %
1	0.0002	0.0002	0.0002	—	0.061	0.061	0.061	—
2	0.0006	0.0004	0.0003	—	0.213	0.152	0.107	—
3	0.0019	0.0013	0.0006	—	0.633	0.420	0.211	—
4	0.0041	0.0022	0.0010	—	1.325	0.692	0.331	—
5	0.0094	0.0053	0.0019	—	2.964	1.639	0.593	—
6	0.0127	0.0033	0.0021	34.93	4.007	1.043	0.668	15.05
7	0.0195	0.0068	0.0028	53.75	6.288	2.281	0.898	23.96
8	0.0269	0.0074	0.0034	37.99	8.863	2.575	1.108	46.09

(2) 断面積平均生長量最大は、ヨーロッパクロヤマナラシでは 13~14 年であり、重量平均生長量最大もほぼこれに一致している。

##### 5. 標準容積密度数

重量総生長量を樹皮を除く断面積で除して、各円盤の標準容積密度数が得られる。その結果を Table 8 に示す。

この兩種の値は前報にあげた *Populus* 属各種の値<sup>3)</sup>、および猪熊氏らのヤマナラシの値<sup>5)</sup>、H. E. DESCH 氏の *P. canescens*, *P. serotina* の値<sup>2)</sup>に対比すると、比較的低い方に属している。

Table 8. 各円盤の総生長量および標準容積密度数  
Total increment and standard bulk density of wood of sample discs.

樹 種 Species	皮付平均直径 Average diameter with bark m <sup>2</sup>	断面積総生長量 Total increment in area m <sup>2</sup>	重量総生長量 Total increment in weight kg	標準容積密度数 Standard bulk density of wood kg/m <sup>3</sup>
<i>Populus nigra</i>	41.7	0.1158	36.752	317
<i>Populus euramericana</i> cv. I-45/51	19.7	0.0269	8.863	329

## V 摘 要

人工植栽された 2 種のドロノキ属の円盤、すなわちヨーロッパクロヤマナラシ (年輪数 22)、イタリア改良系ポプラ 45 号種 (年輪数 8) のものについて、各年令ごとに容積密度数を求め、これから重量生長経過を算出して、次の結果が得られた。

(1) 兩種とも頻度曲線の形は正規分布に近い幅の狭い高峯形であるが、変異の程度はヨーロッパクロヤマナラシの方がイタリア改良系ポプラ 45 号種および前報のチョウセンヤマナラシ、ドロノキにくらべて遙かに大きい。

(2) 容積密度数の年令による変化は、ヨーロッパクロヤマナラシでは、樹心から 15 年頃までは漸次減少し、その後は増大する。イタリア改良系ポプラ 45 号種では、幼令のため傾向を明らかにし得ない。

(3) 年輪幅と容積密度数との一次的相関々係の存在は全体としてはほとんど認められないが、十数年以下の初期では両者間にある程度のマイナスの相関々係があることが推定される。

(4) 断面積および重量の連年生長量の最大は、ヨーロッパクロヤマナラシではいずれも 7 年で一致し、平均生長量の最大は 13~14 年で一致して到達している。イタリア改良系ポプラ 45 号種は、8 年では断面積、重量とも未だ連年生長量最大に達していない。

(5) 標準容積密度数は、ヨーロッパクロヤマナラシでは 317 kg/m<sup>3</sup>、イタリア改良系ポプラ 45 号種では 329 kg/m<sup>3</sup> で、既往に報告された他の *Populus* 樹種に対比すると、比較的低い方に属する。

## VI 引用文献

- 1) Anon.: 第2回現地研究会亀山地区集会記録. ポプラ, 12, 4~12 (1961)
- 2) DESCH, H. E.: Anatomical Variation in the Wood of Some Dicotyledonous Tree. New Phytol., 31, 73~118 (1932)
- 3) 平井信二: 林木の重量生長に関する研究 (第7報) 北海道演習林産ドロノキ属 (1). 東大演習林報告 57, 189~201 (1962)
- 4) 猪熊泰三: ポプラ類の雑種管見, I, II. 林木の育種, 4, 2~3; 5, 4~8 (1958)
- 5) 猪熊泰三・島地 謙・古谷正人: ポプラ類の研究 (第2報)——ヤマナラシの繊維長と比重について——. 東大演習林報告, 56, 315~332 (1962)
- 6) 猪熊泰三: イタリア改良系ポプラ 45 号種の成長と材の適用試験. ポプラ, 22, 12~14 (1965)
- 7) MAYER-WEGELIN, H.: Die Verwendung des Pappelholzes auf Grund seines Aufbaues und seiner kennzeichnenden Eigenschaften. Holzforschung, 11, 130~139 (1958)

[1965年7月稿]

## Résumé

The distribution of the bulk density of wood within discs taken from two artificially planted *Populus* species were studied. One species is *Populus nigra* LINNAEUS, and the other is *P. euramericana* GUINIER cv. I-45/51, and the description of sample discs is shown in Table 1. From the result of measurement, the weight increment was calculated. Followings were obtained.

(1) The variations of the bulk density of wood are shown in Table 2 and in Fig. 1. Frequency curves indicate high peak forms with narrow ranges, resembling to the normal curve, but *P. nigra* has a larger value of the coefficient of variation than *P. euramericana* cv. I-45/51 and also than two *Populus* spp. which were studied in the previous report.

(2) The distribution of the bulk density of wood within discs are shown in Table 3 ~4, and the relations to the age are figured in Figs. 2~3. The bulk density of *P. nigra* decreases from center up to about 15 years old, and then increases outwards. *P. euramericana* cv. I-45/51 has no clear tendency.

(3) There is no correlation of 1st degree between the ring width and the bulk density of wood as a whole as shown in Table 5, but in the earlier stage of growth under 10 years old, a tendency of negative correlation is presumed from Figs. 2~3.

(4) The results of increment calculation in area growth and in weight growth on discs are indicated in Table 6~7 and in Figs. 4~5. Both maximums of the current annual increment of area and weight reached at 7 years old by *P. nigra*, but those haven't yet reached at 8 years old by *P. euramericana* cv. I-45/51. The maximum of the average increment of area reached at 13~14 years old by *P. nigra*, and that of weight almost coincides with it.

(5) The standard bulk density of *P. nigra* is 317 kg/m<sup>3</sup>, and that of *P. euramericana* cv. I-45/51 is 329 kg/m<sup>3</sup>, as shown in Table 8. These values are rather smaller than those of other species of *Populus* previously reported.