

九州大学・北海道演習林産ミズナラ(*Quercus crispula* Blume)材々質試験：第1報 比重について

堤, 寿一
九州大学農学部

渡辺, 治人
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15845>

出版情報：演習林集報. 15, pp.167-186, 1961-02-06. Kyushu University Forests
バージョン：
権利関係：



九州大学・北海道演習林産ミズナラ (*Quercus crispula* Blume) 材々質試験

第1報 比重について

堤 寿一・渡辺 治人

Juichi TSUTSUMI and Haruto WATANABE :
Studies on the Properties of MIZUNARA (*Quercus*
crispula Blume) Wood Grown in Hokkaido
I. Specific Gravity

Contents

- I. Introduction
- II. Testing Procedure
 - 1. Selection of Test Material
 - 2. Preparation of Test Pieces
 - 3. Testing and Computing of Specific Gravity
- III. Results and Discussion
 - 1. Rate and Quantity of Tree Growth
 - 2. Width of Age-grade Ring
 - 3. Effect of Position in a Tree-trunk on Specific Gravity
 - 1) At Different Heights
 - 2) At a Given Height
 - 4. Variability in Specific Gravity
 - 1) At a Given Height
 - 2) At Different Heights
 - 5. Effect of Width of Age-grade Ring
 - 1) At Different Heights
 - 2) At a Given Height
 - 6. Mean Specific Gravity
- IV. Conclusion
- Literature Cited
- Résumé

I 緒 言

木材は物理的及び機械的諸性質を成長環境に影響され、是は更に二次的に諸性質に影響を及ぼす。従つて木材の諸性質は個体間、個体内いづれに於いても非常に大きなバラツキを持ち、利用上に種々の懸念を生じる。TRENDLENBURG¹⁾は木材の性質に影響を及ぼす因子として、

① 遺伝的素質（樹種、品種、向地性、向日性）、② 環境の影響（地質、気候、天候、位置、生育地の傾斜度、風雪等の外力）及び ③ 生理機構の影響（樹令、樹幹中の高さ、樹冠の大きさと形態、樹幹の大きさと形態、林内での位置）を掲げ、是等の集合された働きは木材細胞の量、性質及び配列に影響し組織の種類、膜厚、繊維長、化学的組成分、物理的構造、木質化、心材化、木材質の量、細胞配列、及び細胞の種類と形態等に現れて来る

事を指摘している。

扱、九州大学・北海道演習林の主要樹種の一つであるミズナラ材々質を検討する目的で一連の実験を行うが、本報では木材々質の基礎的な性質の一つである比重について得られた結果を報告する。

木材の比重に関して従来非常に多くの研究が行はれて居り、SACHS, J., HARTIG, R., SCHWAPPACH, A. 及び DUNLAP, F. 等によつて木材質の真比重は平均値として約 1.56 の一定な値を得ている²⁾ が、木材の比重（容積重）は種々の因子に影響を受け、その値に差異を生じる。BROWN, H. P., PANSHIN, A. J., 及び FORSAITH, C. C. はその著書³⁾ の中で比重に影響を持つ因子として、① 細胞膜物質の密度、② 含水率、③ 木材の抽出成分、④ 樹種、⑤ 同一樹種では成育の地方、位置、樹令、樹幹内の位置（横方向、縦方向）、⑥ 成長率、成長量等を掲げ、次の様に結論して居る。即ち、

- 1) 或る地域の中で、樹木の位置する地理的な場所と云う事よりは、その樹木の位置する場所の環境因子（例えば土壌、土壌含水、立木密度、肥沃度、等々）が木材の比重に重大な影響がある。
- 2) 幼令樹は例外であるが、樹令は木材の比重に高い影響を持たない。
- 3) 木材の比重は樹幹中の場所で異なる。即ち、例外は存在するが一般に樹幹に沿つて或る程度の規則性を持ち、根元から梢端に向つて比重が減少する。又、与えられた一つの樹高の面では規則性を殆んど示さぬが成長条件に従っている。
- 4) 木材の比重は必ずしも成長率と直接的な関係は持たないが木材質の質に関係があるとし、針葉樹では年輪幅の大きい材が一般に低い比重を示す。広葉樹の場合、環孔材では年輪幅の増加と共に秋材部が増すので比重も増加するが是には秋材の相対的な品質に由来する非常に多くの例外が存在する。又、散孔材では年輪幅と比重の間には殆んど相関は存在しないが、平均の比重からの偏差は成長の速度が非常に早いもの或いは遅いものの両方に現れる様である。

TRENDELENBURG はその著書¹⁾ の中で木材の比重の差異を ① 一つの樹幹の中と、② 樹幹が異なるものについて検討をしている。即ち、正常な樹幹であれば前者では針葉樹の場合、一般に髓附近は別として若年時の緩い成長は大きな比重を生み、速い成長は小さな比重を生むとし、広葉樹では比重の最高値は髓に近く存在すると述べている。又、辺心材別で比重には明瞭な差を見、一般に着色心材樹は心材が辺材よりも高い比重を持つとしている。縦方向の比重の変化については樹種によつて差がある事を指摘している。

尚、本研究に際し供試木の採取に当つては九大・北海道演習林の矢野虎雄助教授をはじめ所員の方々に、樹幹析解の外業の部分を当時の学生河原吉晴、黒田義治、古賀孝明、白浜隆久及び大学院学生又木義博の諸君、更に本報の統計処理計算の大部分を古川泰子嬢に負う所が大であつた。深甚なる謝意を表する次第である。

II 試 験 方 法

1. 試 験 木 の 採 取

九州大学・北海道演習林（北海道足寄郡足寄町）産のミズナラ（*Quercus crispula* Blume）を 3 場所からそれぞれ 1 本宛供試木として冬期（昭和 33 年 12 月）に採取した。供試木及びその採取場所についての概況を Table 1 に掲げる。尚、供試木の採取に当つては附近の

Table 1. Description of Trees Tested and Their Sites of Growth

Symbol of Test Trees	Test Tree Data				Site Data		
	Age (Year)	D.B.H. (cm)	Height (m)	Volume (m ³)	Angle of Slope (°)	Direction of Slope	Soil Class
A	125	28	24.63	0.566	6	Toward the North	Loam
B	127	29	20.70	0.449	4	Toward the South (Top)	Clayey Loam
C	135	33.5	20.77	0.568	11	Toward the South	Sandy Loam

立木の平均的な成長を示していると考えられるものを選んだ。

2. 試験片の作製

伐倒されたミズナラ材の3本のそれぞれにつき断面高 0.3, 1.3, 3.3, 5.3, 7.3 m, ……から厚さ約 15cm の円板を採り、是れについて樹幹析解を行ない、更に一円板上で四方向のそれぞれについて各令階（10 年毎）別に切離し比重測定用の試片を作製した。尚、此の比重測定試験片の繊維方向の長さ及び幅は約 10mm である。

3. 比重測定の方法

前項によつて得た試験片を約 103°C に保たれた熱風乾燥機に入れ、十分に全乾状態に達したものを化学天秤（感量 1 mg）にて秤量後、清水中に約 5 日間浸漬した後、Breuil の水銀測容器（最少目盛 3 mm³）で容積を測定した。是等の測定値から次式によつて比重を算出した。即ち、

$$\text{比重 (S.G.)} = \frac{\text{全乾時重量 (Ovendry Weight; gr)}}{\text{飽水時容積 (Green Volume; cm}^3\text{)}} \dots\dots\dots (1)$$

尚、此の方法によると測容の際に水銀が材の導管に侵入することによる誤差は十分に除き得た。

斯くして、一円板上で一令階について四方向で比重測定を行い、その平均値を当該円板、令階での比重とした。

比重測定は試験片作製の困難性に制約されて A-, B-, C- 試験木のそれぞれについて断面高が 17.3m, 15.3m, 15.3m までについて行つた。

III 試験結果及び検討

1. 樹幹部の成長及び成長率

樹幹析解によつて得た結果のうち、材積成長量及び材積成長率を Fig. 1 に、樹高成長量及び樹高成長率を Fig. 2 に示す。

2. 令 階 幅（年輪幅）

比重測定用試験片を令階別に切離す前に、各令階（10 年輪）幅（＝比重測定試験片厚）を各円板で四方向につき測定し、其の平均値を Table 2 に掲げる。

3. 樹幹内位置での比重の変化

樹幹の垂直方向及び水平方向で比重分布状態を検討する。

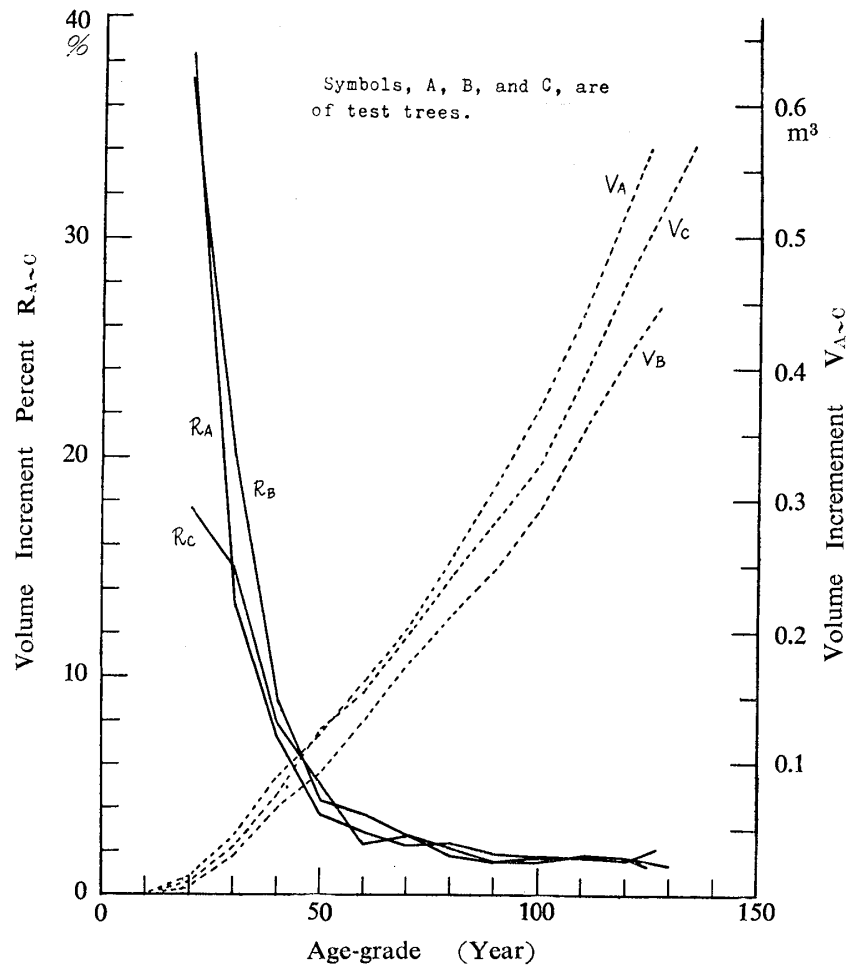


Fig. 1 Volumetric Growth of Test Trees.

1) 樹幹内の高さと比重の関係

令階別に両者の関係を図示すると Fig. 3 の如くなる。即ち、いずれの令階について見ても中央部より樹幹下部及び各令階の頂点に向つて比重は増加している。この結果は HARTIG の Eiche についての実験結果¹⁾と一致している。各断面高での各円板の比重を求め Fig. 4 に図示する。尚、円板比重の算出は次式によつて行つた。即ち、各令階の比重、及びその断面積をそれぞれ $r_1, r_2, \dots, r_n$ 及び $a_1, a_2, \dots, a_n$ とする時、円板の比重 (R) は

$$R = \frac{r_1 \cdot a_1 + r_2 \cdot a_2 + \dots + r_n \cdot a_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \dots \dots \dots (2)$$

で表わされる。

以上 A, B, 及び C の三試験木いずれについても、樹幹軸方向の比重の推移に大差は認められなかつた。

2) 樹幹内の横方向への位置と比重の関係

各樹高断面別に、横方向の位置、即ち令階と比重の間の関係を Fig. 5 に図示する。

更に此の実験に用いた試験木ではその樹高の約 60 % 以下の部分が用材として利用出来ると仮定し、その部分に含まれる各令階の比重を算出し Fig. 6 に掲げる。尚、

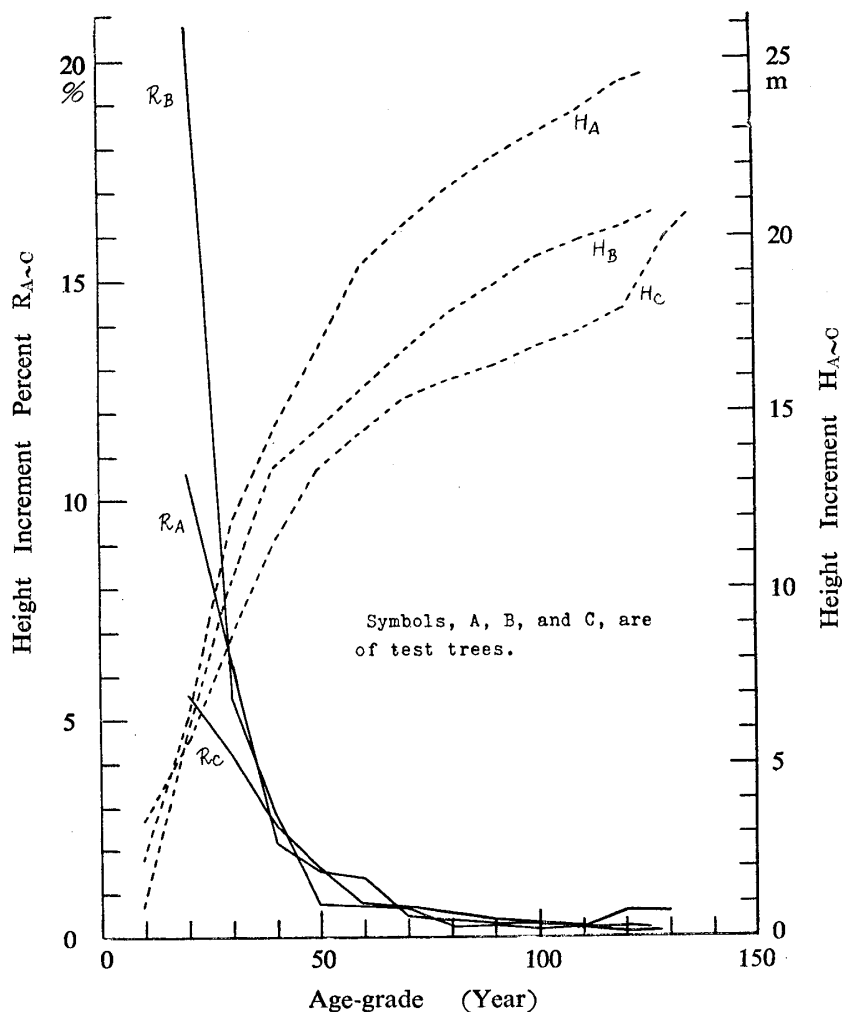


Fig. 2 Height Growth of Test Trees.

その算出は次式によつた。即ち、或る令階の各断面での比重及びその断面積を $r_1', r_2', \dots, r_n'$ 及び $a_1', a_2', \dots, a_n'$ とする時、その令階の比重 (R') は

$$R' = \frac{r_1' \cdot a_1' + r_2' \cdot a_2' + \dots + r_n' \cdot a_n'}{a_1' + a_2' + \dots + a_n'} \dots \dots \dots (3)$$

で表わされる。

TRENDELENBURG¹⁾ 及び BROWN 等³⁾ が示して居る様に或る樹高断面での半径方向の比重の推移は成長状況に影響を受ける事が大きいので普遍的な傾向は得難いが是等の図より一つの断面内では髓に近く高比重が存在し縁辺になる程比重が低下すると云え、是は TRENDLENBURG の述べるところ¹⁾ と一致している。然し、A-試験木のみは髓附近と縁辺を除いては比重の位置による差が他の二者より小さい様である。

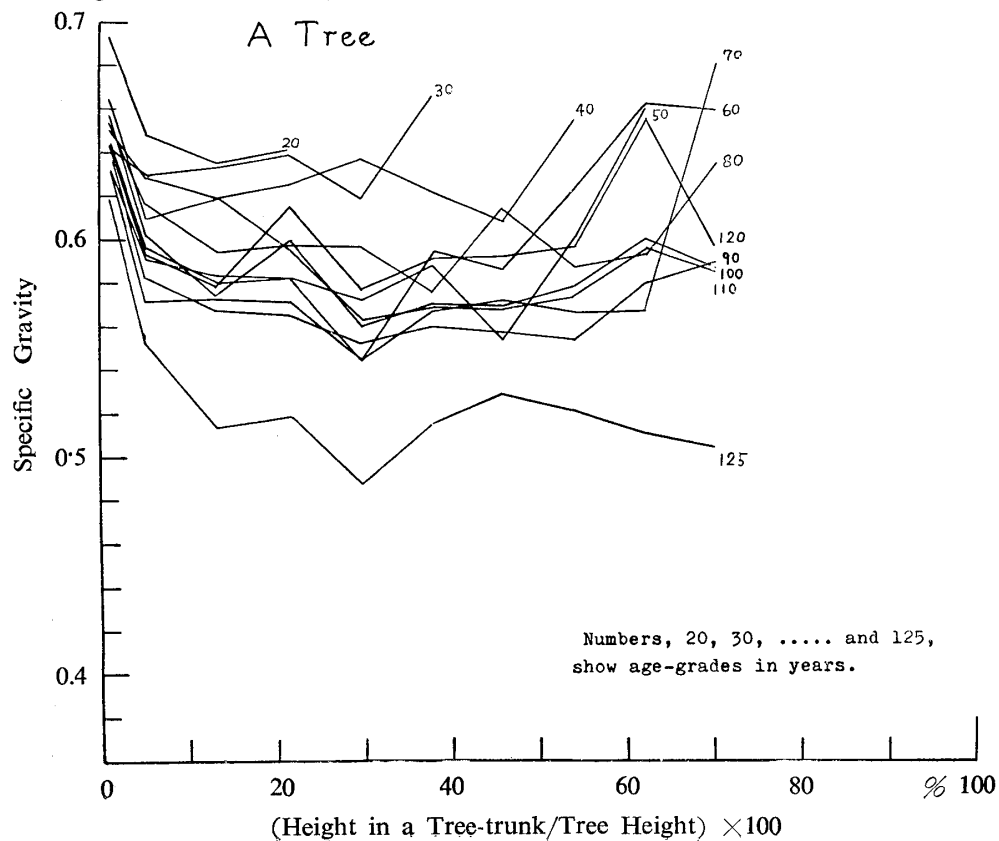
4. 樹幹内での比重のバラツキ

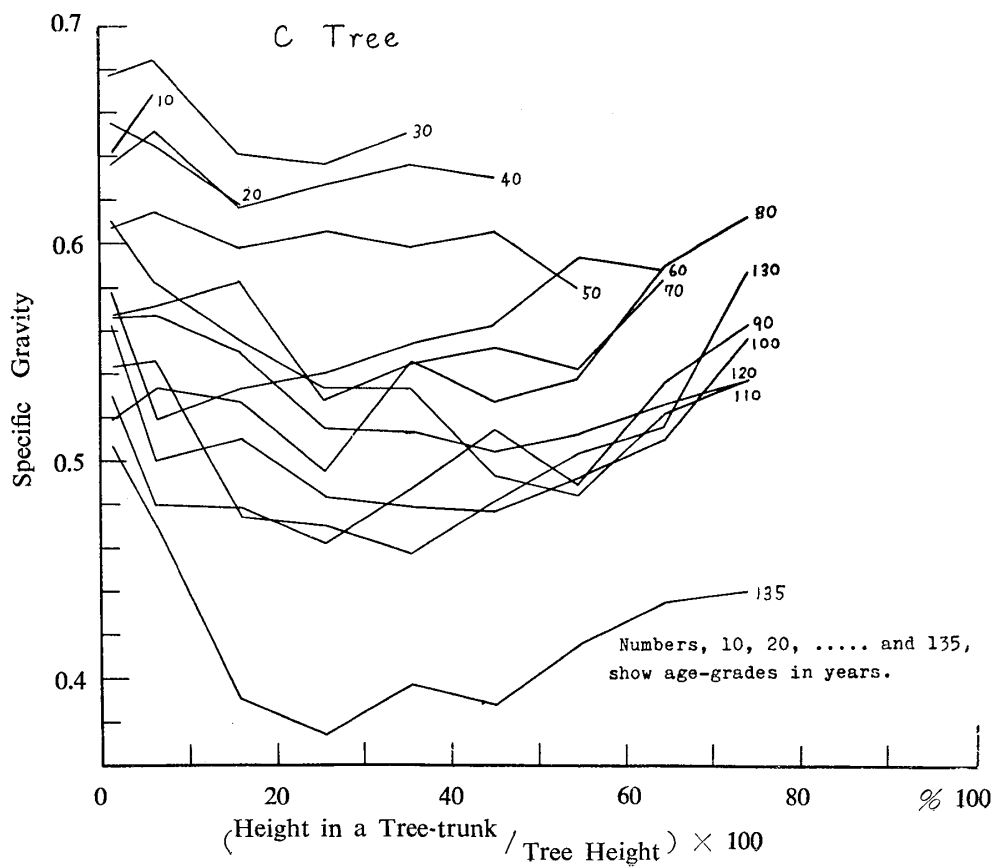
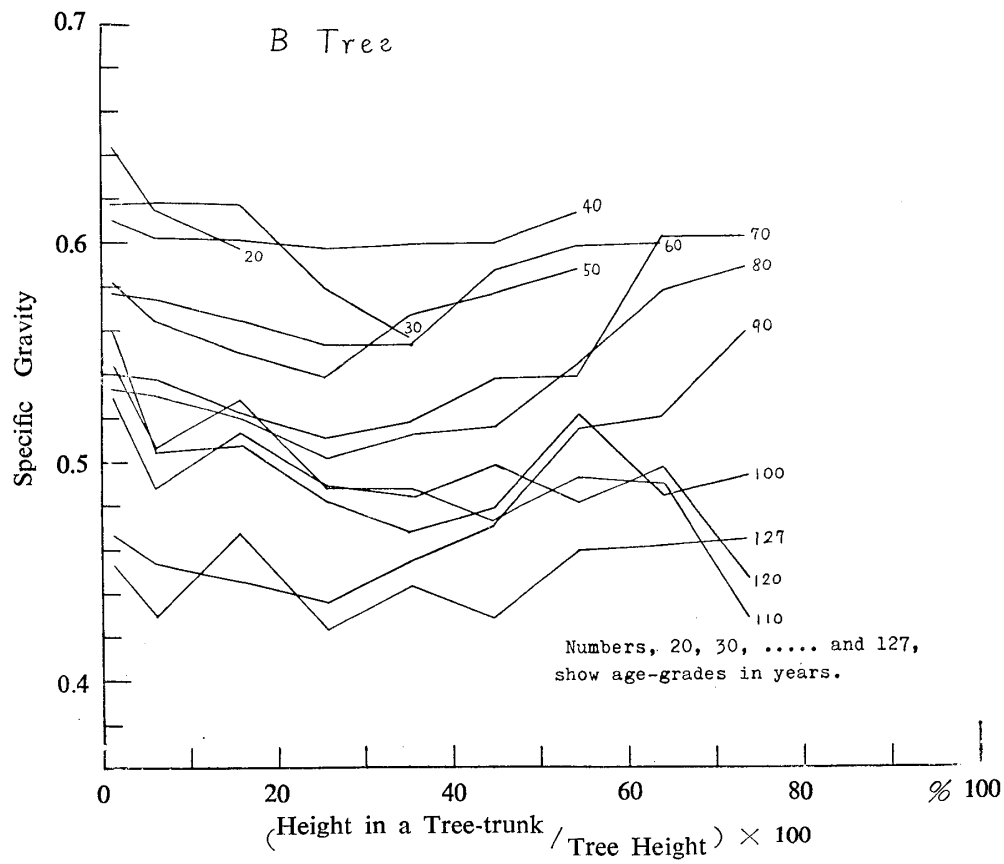
一般に木材の諸性質は大きなバラツキを持つと云はれ、比重についても前述の如く、各因子と関連して比重に差を生じる。そこで本章では樹幹の幹軸方向及び令階についての比重のバラツキに検討を加える。

Table 2. Mean Width of Age-grade Ring at Airdry Condition. (mm)

Symbol of Test Trees	Height in a Tree-trunk (m)	Age-Grade (Year)												
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
A	0.3		29.3	13.5	11.2	8.3	8.9	8.1	8.9	8.4	9.7	10.0	9.6	
	1.3			13.3	11.8	7.2	6.9	6.1	8.1	6.5	7.9	8.0	7.9	
	3.3			15.8	11.7	7.1	6.7	6.1	7.2	6.4	7.0	6.6	7.2	
	5.3			21.2	12.2	7.3	6.7	6.3	6.6	6.1	7.1	6.9	7.5	
	7.3				16.2	7.6	6.6	5.8	7.4	6.4	7.3	6.3	6.9	
	9.3				18.7	7.4	8.2	5.7	6.5	6.1	7.8	7.6	8.2	
	11.3					7.9	7.1	6.6	7.0	5.6	6.2	6.1	6.9	
	13.3						8.3	5.9	6.4	5.0	6.6	6.2	7.1	
	15.3						12.1	6.0	6.3	5.6	5.5	6.3	8.3	
	17.3								7.5	6.0	7.3	7.0	8.2	
B	0.3			18.7	15.3	8.5	10.5	7.4	6.9	4.6	11.1	9.2	8.5	
	1.3			15.2	16.2	10.3	9.8	7.2	6.3	4.5	6.5	6.5	7.2	
	3.3			22.7	14.9	8.7	9.2	7.1	6.0	4.6	6.3	7.7	7.6	
	5.3				15.6	7.9	8.9	6.4	6.1	4.7	6.6	6.9	6.5	
	7.3				22.7	7.6	8.4	6.3	5.7	4.3	5.7	6.4	6.5	
	9.3				18.7	10.4	10.5	6.8	6.0	5.0	5.1	6.5	6.6	
	11.3					12.6	11.1	7.9	6.6	5.8	6.2	6.4	6.6	
	13.3						10.8	7.0	7.2	6.1	5.5	6.3	7.1	
C	0.3				15.7	14.0	6.6	9.4	7.1	7.8	8.5	11.2	11.5	9.0
	1.3						5.8	8.5	7.5	5.8	5.7	8.2	8.3	
	3.3			23.7	13.0	10.6	7.1	9.4	7.0	5.3	5.9	8.6	9.1	6.3
	5.3					13.6	8.3	7.7	6.8	5.6	6.7	8.6	7.8	6.7
	7.3						8.8	12.5	7.9	6.5	5.9	7.6	7.6	5.2
	9.3					15.4	9.0	9.3	7.8	5.8	6.2	6.3	7.3	7.3
	11.3						6.1	7.1	7.0	5.5	5.8	6.5	6.1	7.0
	13.3							6.9	6.6	5.6	6.2	5.7	6.0	6.3
	15.3									5.0	4.4	4.2	5.6	6.4

Fig. 3 Relationship between Specific Gravity and Height in a Tree-trunk.





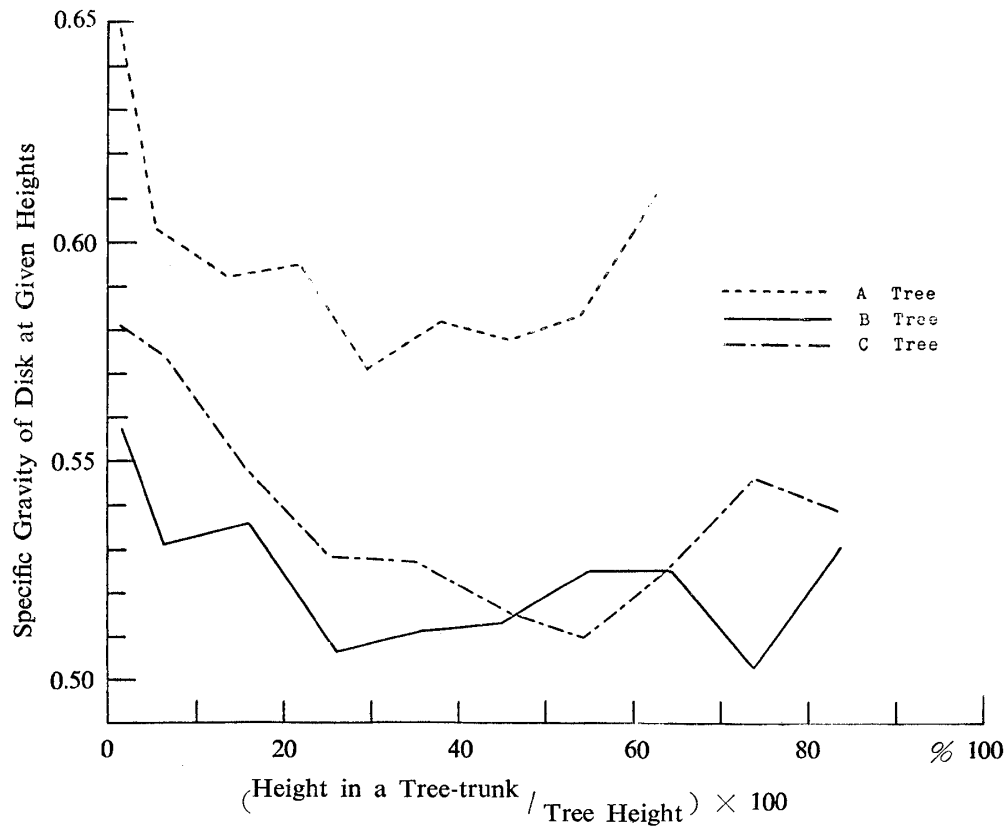
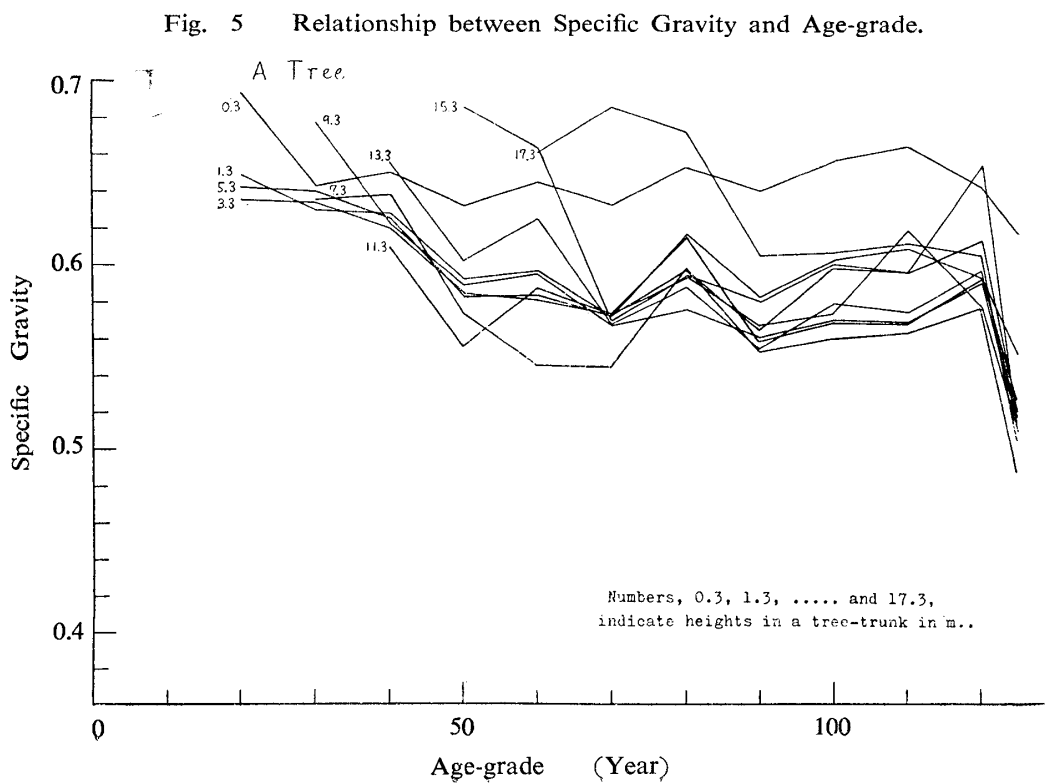
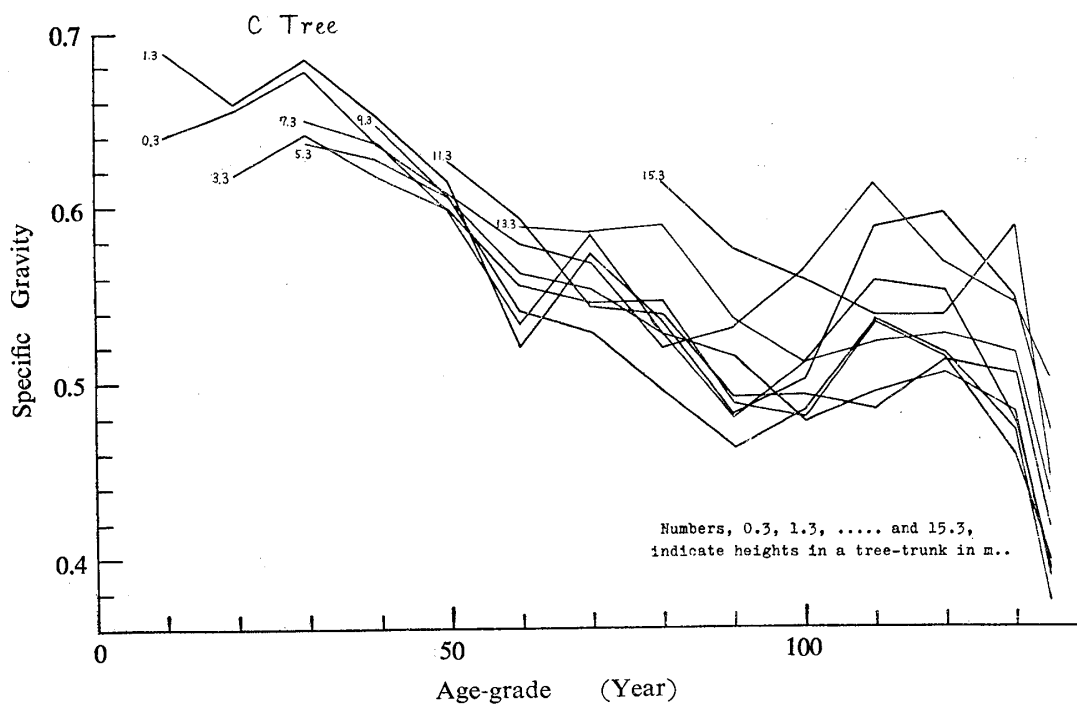
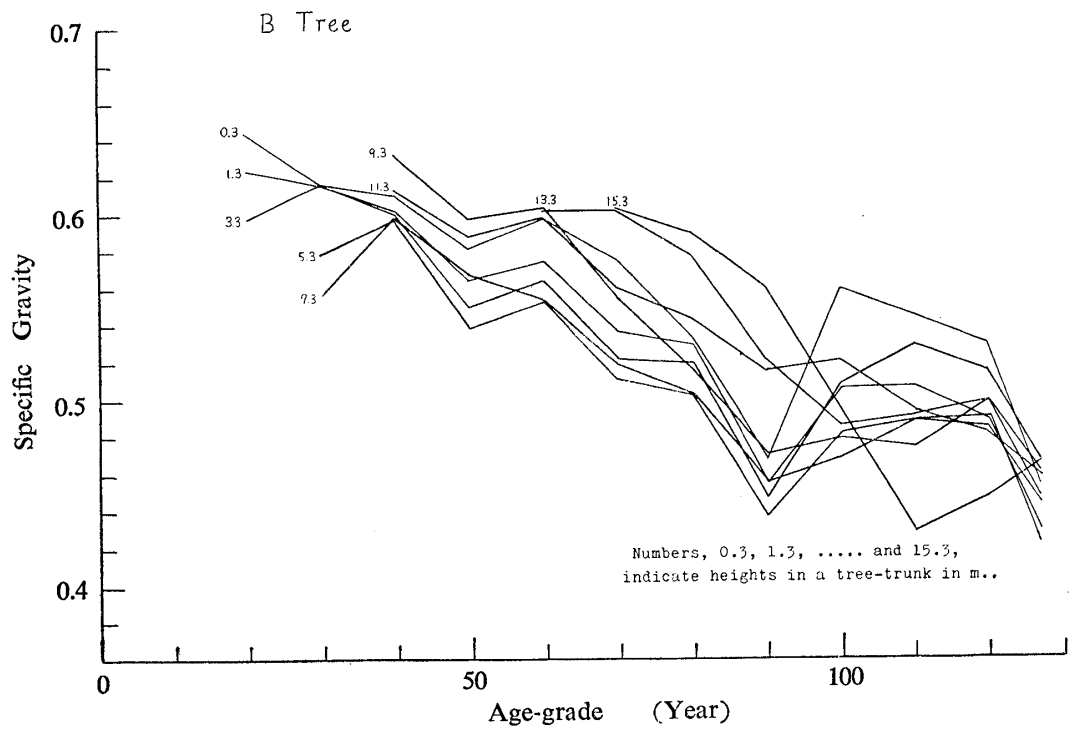


Fig. 4 Relationship between Specific Gravity of Disk at Given Heights and Height in a Tree-trunk.





1) 各断面高について見た時の令階に原因する比重のバラツキ

樹幹の横方向には種々の幅を持った年輪が存在し、各令階の間で比重は変動すると考えられる。そこで各断面高での令階による比重のバラツキの統計値を求め Table 3 に掲げる。更に、各断面高での比重の令階に原因する変動係数を Fig. 7 に示す。是等より、比重の令階によるバラツキは樹幹の幹軸方向に明瞭な規則的な傾向を示さな

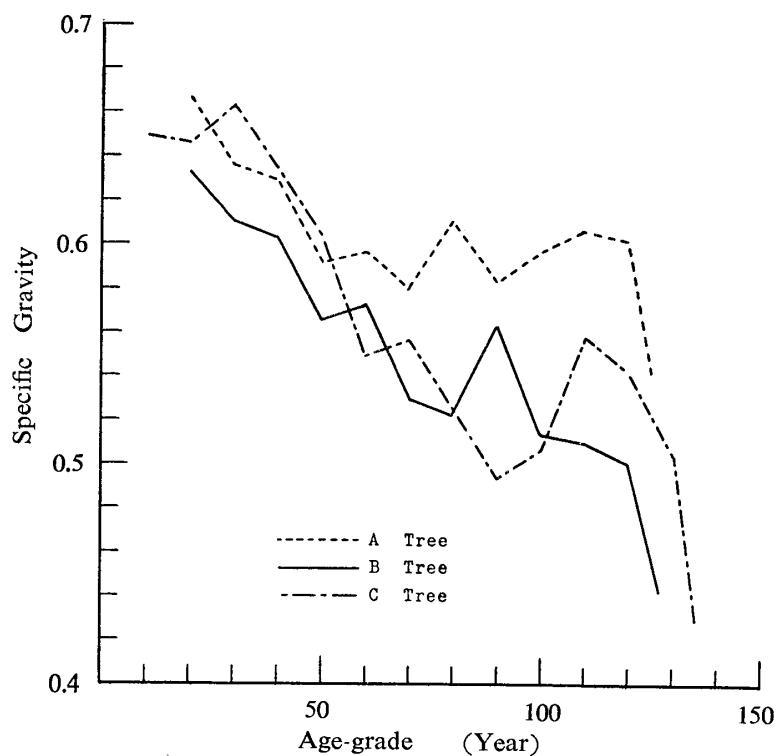


Fig. 6 Mean Specific Gravity at Given Age-grades.

Table 3. Statistical Results about Specific Gravity
— At Given Heights —

Symbol of Test Trees	Height in a Tree-trunk (m)	No. of Age-grades	Specific Gravity			
			Mean Value	95% Confidence Interval of Mean	Standard Deviation	Coefficient of Variation (%)
A	0.3	12	0.647	0.012	0.0191	3.0
	1.3	12	0.601	0.017	0.0267	4.5
	3.3	12	0.589	0.022	0.0342	5.8
	5.3	12	0.594	0.022	0.0343	5.8
	7.3	11	0.568	0.027	0.0404	7.1
	9.3	11	0.584	0.027	0.0405	6.9
	11.3	10	0.575	0.019	0.0260	4.6
	13.3	10	0.586	0.027	0.0371	6.3
	15.3	9	0.603	0.039	0.0502	8.3
	17.3	8	0.606	0.049	0.0546	9.0
B	0.3	12	0.555	0.036	0.0569	10.3
	1.3	12	0.536	0.039	0.0616	11.5
	3.3	12	0.536	0.033	0.0525	9.8
	5.3	11	0.509	0.037	0.0546	10.7
	7.3	11	0.513	0.034	0.0507	9.9
	9.3	10	0.517	0.041	0.0571	11.1
	11.3	10	0.535	0.037	0.0517	9.7
	13.3	8	0.529	0.047	0.0557	10.5
	15.3	7	0.512	0.066	0.0709	13.8
C	0.3	14	0.586	0.030	0.0512	8.7
	1.3	14	0.574	0.041	0.0703	12.3
	3.3	13	0.544	0.042	0.0699	12.9
	5.3	12	0.522	0.040	0.0750	14.4
	7.3	12	0.533	0.039	0.0733	13.8
	9.3	11	0.521	0.049	0.0735	14.1
	11.3	10	0.515	0.037	0.0512	9.9
	13.3	9	0.533	0.038	0.0489	9.2
	15.3	7	0.547	0.050	0.0545	9.9

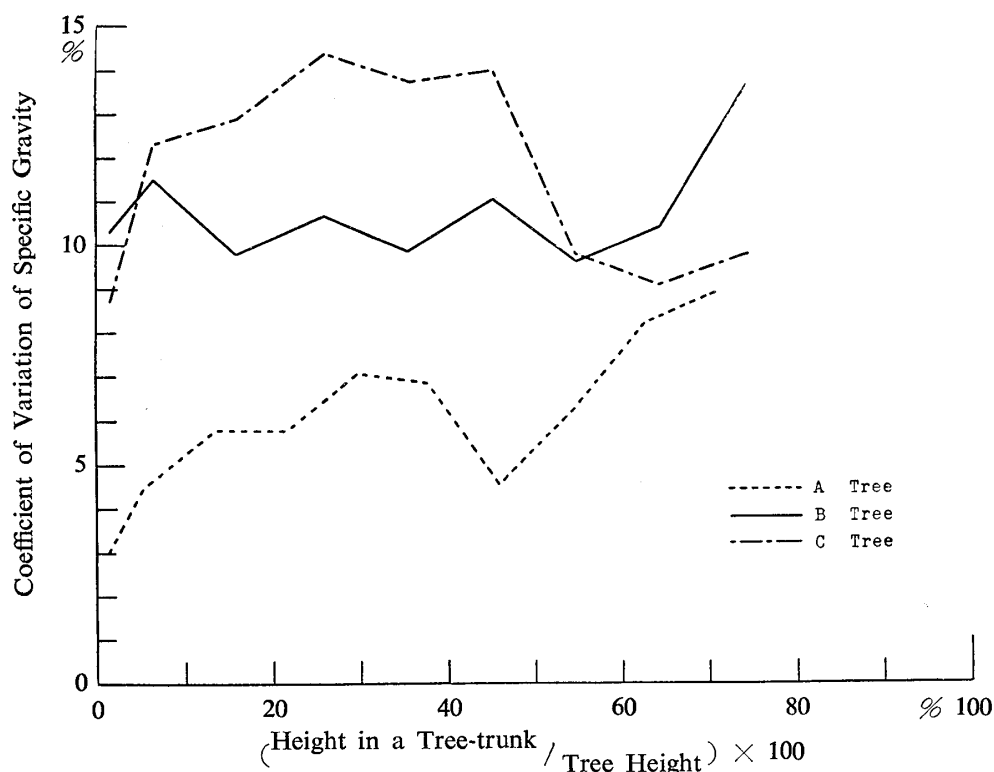


Fig. 7 Relationship between Coefficient of Variation of Specific Gravity and Height in a Tree-trunk.

いが、樹幹軸の中央部ではバラツキにその上下部に比し大きな変動は無いと云えそうである。然し、A-, B-, C- 試験木のそれぞれについては変動係数に有意差があり、是が環境因子、遺伝因子のいずれによるものか此処では断定し得ない。

2) 一つの令階の幹軸方向への比重のバラツキ

幹軸方向への比重値には規則的な傾向が存在する事を前に述べたが、各比重値の間の関係を得るために Table 4-A, B を得た。尚、A, B 表はそれぞれの供試断面全部についての結果と、樹高の 60 % 以下の断面について得た結果を示す。更に、各令階の間の比重の変動係数を Fig. 8 に示す。是等より、令階が進むと共に、一つの令階の中での比重のバラツキが大きくなると云える。然し、A-, B-, C- 試験木のそれぞれの間には有意差は見られない。

5. 令階幅と比重の関係

木材の成長状態を示す値として年輪幅を採りあげ、是と木材の物理的・機械的性質の関係がしばしば研究されているが、是には年輪幅が比重と相関々係を持つと云う仮定を前提としている。然し、此の事は形成されている組織の特質と関連して考えないならば比重が信頼の置ける木材の諸性質の判断基準としては採用出来ない。そこで、本章に於いては各試験木について令階幅と比重の相関を検討する。

環孔材の年輪幅と比重の関係は、*Fraxinus excelsior* (KOLLMANN), *Hicoria ovata* (ROCHESTER), *Quercus pedunculata* and *sessiliflora* (HARTIG, BURGER, DEPPENMEIER), *Quercus alba* (ROCHESTER), *Quercus borealis* (ROCHESTER), *Robinia pseudacacia* (GÖHRE) についての報告があり、一般に両者の関係は指数曲線で表わされ、年輪幅の増加に伴つて

Table 4. Statistical Results about
— At Given

Symbol of Test Trees	Age-grade (Year)	Specific				
		A (Total Test Specimens)				
		No. of Test Heights	Mean Value	95% Confidence Interval of Mean	Standard Deviation	Coefficient of Variation (%)
A	10	—	—	—	—	—
	20	4	0.654	0.042	0.0264	4.0
	30	6	0.640	0.021	0.0199	3.1
	40	8	0.631	0.013	0.0157	2.5
	50	9	0.600	0.025	0.0322	5.4
	60	10	0.607	0.028	0.0390	6.4
	70	10	0.585	0.029	0.0408	7.0
	80	10	0.607	0.017	0.0235	3.9
	90	10	0.575	0.019	0.0262	4.6
	100	10	0.590	0.020	0.0278	4.7
	110	10	0.595	0.022	0.0310	5.2
	120	10	0.604	0.019	0.0264	4.4
	125	10	0.527	0.026	0.0360	6.8
B	10	—	—	—	—	—
	20	3	0.619	0.058	0.0233	3.8
	30	5	0.598	0.035	0.0281	4.7
	40	7	0.603	0.006	0.0061	1.0
	50	7	0.566	0.016	0.0173	3.1
	60	8	0.576	0.015	0.0181	3.1
	70	9	0.546	0.026	0.0336	6.2
	80	9	0.536	0.023	0.0297	5.5
	90	9	0.480	0.032	0.0418	8.7
	100	9	0.500	0.021	0.0275	5.5
	110	9	0.493	0.025	0.0329	6.7
	120	9	0.492	0.017	0.0228	4.6
	127	9	0.448	0.013	0.0171	3.8
C	10	2	0.654	0.178	0.0198	3.0
	20	3	0.639	0.048	0.0191	3.0
	30	5	0.658	0.027	0.0216	3.3
	40	6	0.633	0.012	0.0113	1.8
	50	7	0.601	0.010	0.0111	1.9
	60	8	0.558	0.022	0.0266	4.8
	70	8	0.559	0.017	0.0201	3.6
	80	9	0.543	0.028	0.0359	6.6
	90	9	0.504	0.025	0.0327	6.5
	100	9	0.508	0.024	0.0318	6.3
	110	9	0.539	0.031	0.0401	7.4
	120	9	0.532	0.018	0.0240	4.5
	130	9	0.509	0.033	0.0431	8.5
	135	9	0.424	0.033	0.0434	10.2

容積重は最初の間年輪幅 1～2 mm は急激に増加し、その後一定の値に近づく¹⁾とされている。

扱、此の実験で得た令階（10年輪）幅と比重の関係を Fig. 9 に掲げる、是よりB-、C-試験木では散点の推移が全く重なり合うが、A-試験木ではB-、C-試験木の場合をY-軸に沿って平行移動した位置関係にある。

1) 一つの令階の中で考えた場合

各令階の中で令階幅と比重の間の相関係数、回帰係数を求め、統計的に有意な値を得、Table 5 に掲げる。是より令階幅と比重の間には非常に高度な相関関係が存在し、又回帰係数と令階の関係は Fig. 10 で表わされる。即ち、上に凸な拋物線で表わ

Specific Gravity
Age-grades —

Gravity				
B (Test Specimens Prepared below the 60% Height of the Trees)				
No. of Test Heights	Mean Value	95% Confidence Interval of Mean	Standard Deviation	Coefficient of Variation (%)
—	—	—	—	—
4	0.654	0.042	0.0264	4.0
6	0.690	0.021	0.0199	2.9
8	0.631	0.013	0.0157	2.5
8	0.588	0.019	0.0224	3.8
8	0.594	0.025	0.0300	5.1
8	0.575	0.021	0.0250	4.4
8	0.605	0.020	0.0236	3.9
8	0.572	0.024	0.0289	5.1
8	0.589	0.026	0.0312	5.3
8	0.595	0.029	0.0349	5.9
8	0.598	0.018	0.0216	3.6
8	0.532	0.033	0.0392	7.4
—	—	—	—	—
3	0.619	0.058	0.0233	3.8
5	0.598	0.035	0.0281	4.7
7	0.603	0.006	0.0061	1.0
7	0.566	0.016	0.0173	3.1
7	0.572	0.015	0.0167	2.9
7	0.529	0.011	0.0118	2.2
7	0.523	0.013	0.0143	2.7
7	0.463	0.024	0.0256	5.5
7	0.503	0.029	0.0309	6.1
7	0.503	0.023	0.0251	5.0
7	0.498	0.016	0.0176	3.6
7	0.443	0.016	0.0170	3.8
2	0.654	0.178	0.0198	3.0
3	0.639	0.048	0.0191	3.0
5	0.658	0.027	0.0216	3.3
6	0.633	0.012	0.0113	1.8
7	0.601	0.010	0.0111	1.9
7	0.554	0.024	0.0259	4.7
7	0.555	0.018	0.0190	3.4
7	0.526	0.015	0.0162	3.1
7	0.492	0.013	0.0230	4.7
7	0.500	0.027	0.0296	6.0
7	0.542	0.042	0.0456	8.4
7	0.532	0.025	0.0275	5.2
7	0.496	0.033	0.0356	7.2
7	0.420	0.046	0.0493	11.7

され、回帰係数が極大値となる令階では Fig. 9 の傾斜の勾配が大となり、その左右の令階では Fig. 9 の傾斜の勾配が小となる事を示す。尚、Fig. 10 より A-, B-, C- 試験木のそれぞれの間には Fig. 9 の傾斜の勾配に差は見られない事が判る、

2) 一つの断面の中で考えた場合

各断面の中で令階幅と比重の相関係数、回帰係数を求め統計的に有意な値を得たので Table 6 に掲げる。是より一つの断面の中でも令階幅と比重の間には非常に高度な相関関係が存在し、又両者の回帰係数と樹高率との間の関係は Fig. 11 に示す。即ち、樹幹の梢に向つて Fig. 9 の傾斜部分の勾配が大きくなる。尚、一つの断面の中では

A-, B-, C- 試験木のそれぞれの間に Fig. 9 の傾斜の勾配に差がない事が判つた。

6. 平均比重

前章までに述べた様に、各樹幹の中で比重は位置により差を持つており、各々の樹幹の平均比重を算出し、比較する事には種々の問題点が存在する。そこで、本章では此の実験に用いられた試験木で用材として利用されるのは樹高の 60% 以下の部分であると仮定し、その部分の値について検討を進める。樹幹の平均比重 R_m は各断面に於ける比重、及びその断面積をそれぞれ $R_1, R_2, \dots, R_n$ 及び $A_1, A_2, \dots, A_n$ とする時、

$$R_m = \frac{R_1 A_1 + R_2 A_2 + \dots + R_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (4)$$

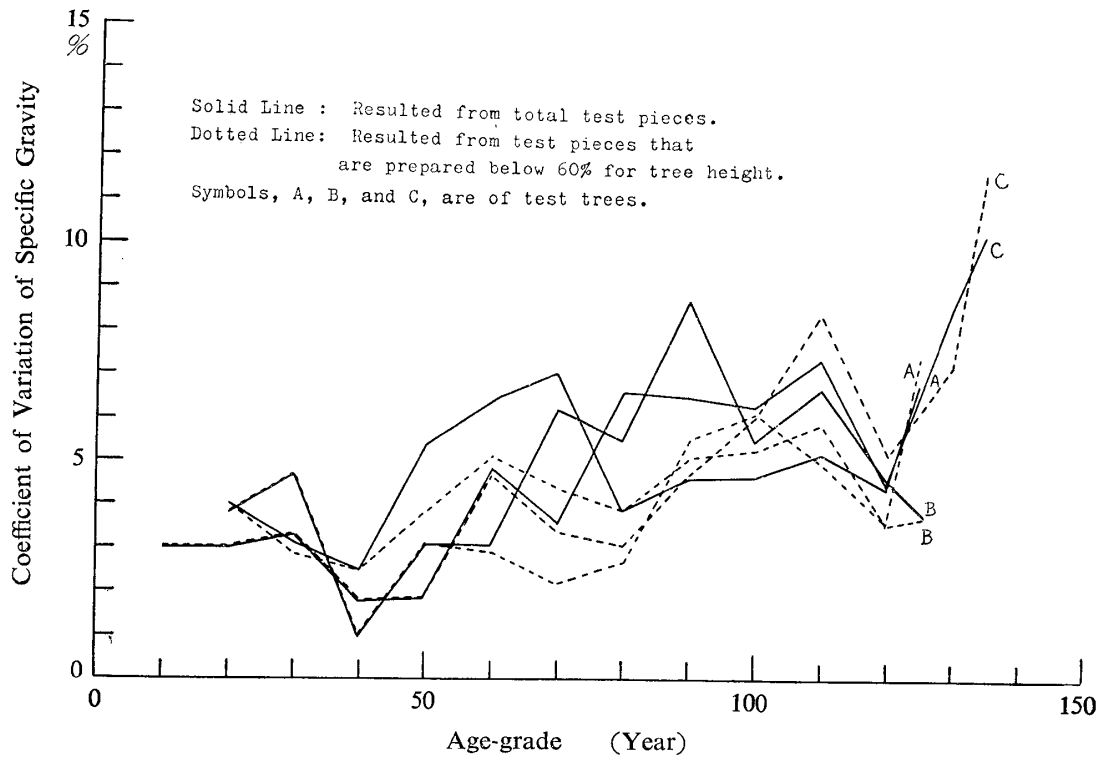


Fig. 8 Relationship between Coefficient of Variation of Specific Gravity and Age-grade.

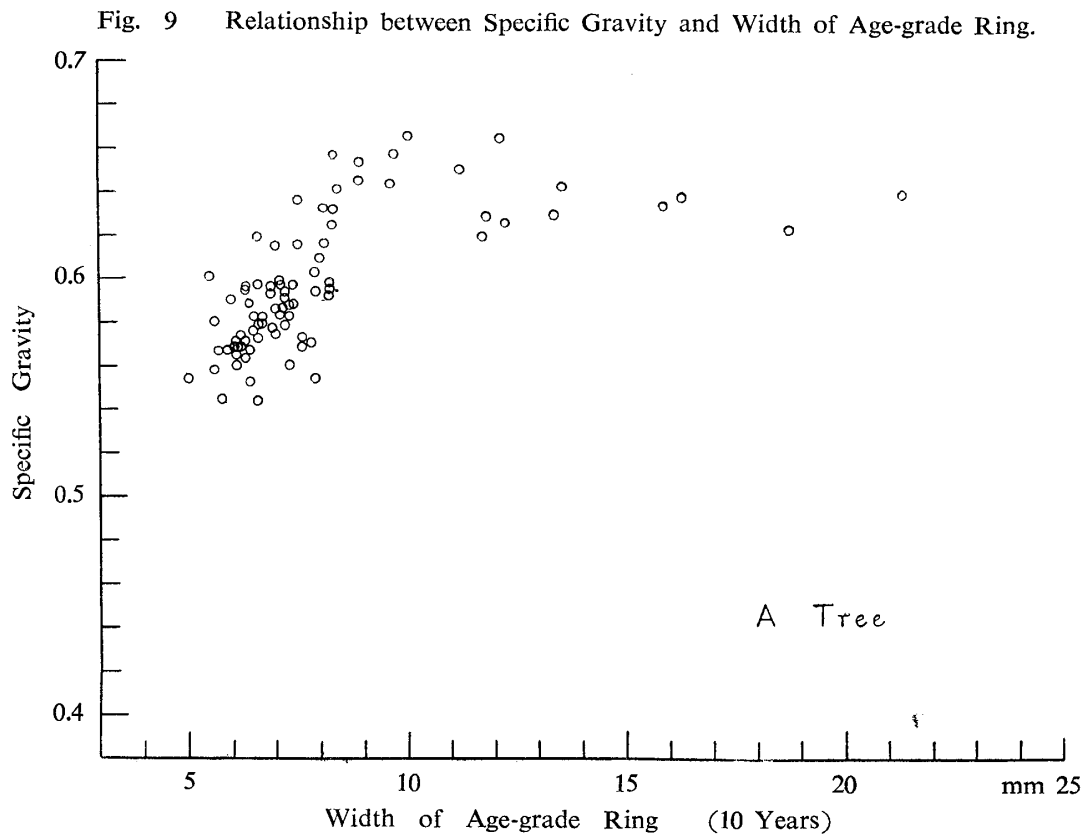


Fig. 9 Relationship between Specific Gravity and Width of Age-grade Ring.

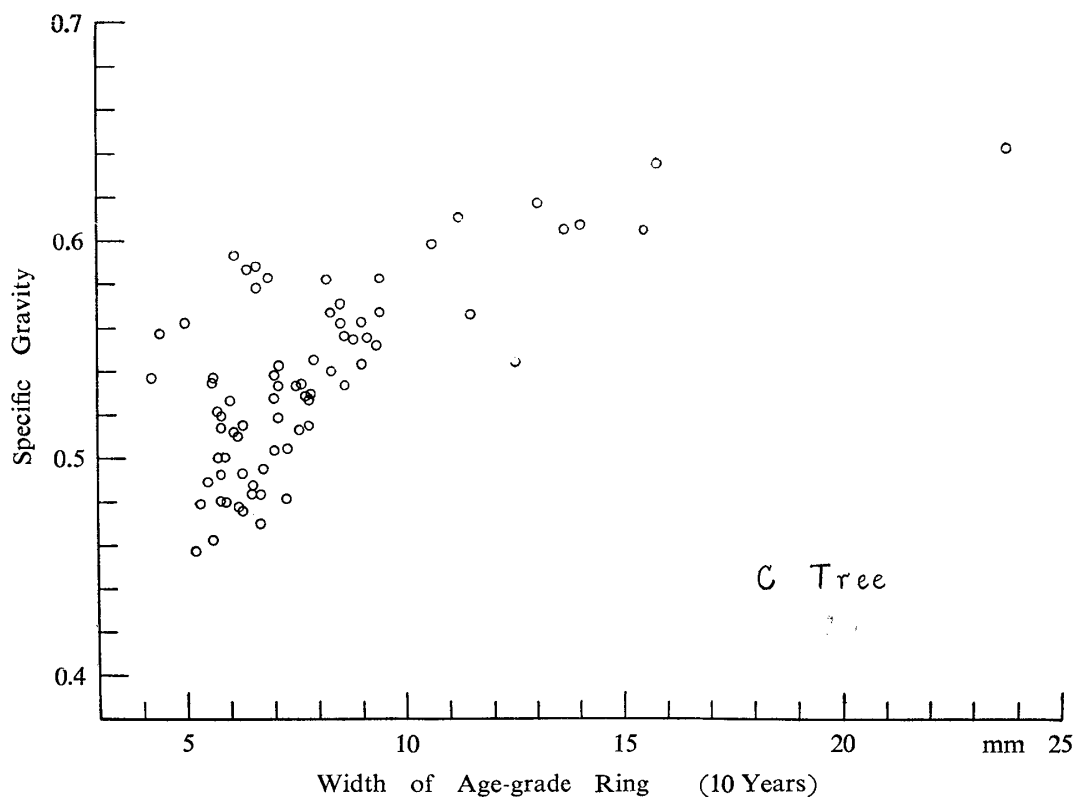
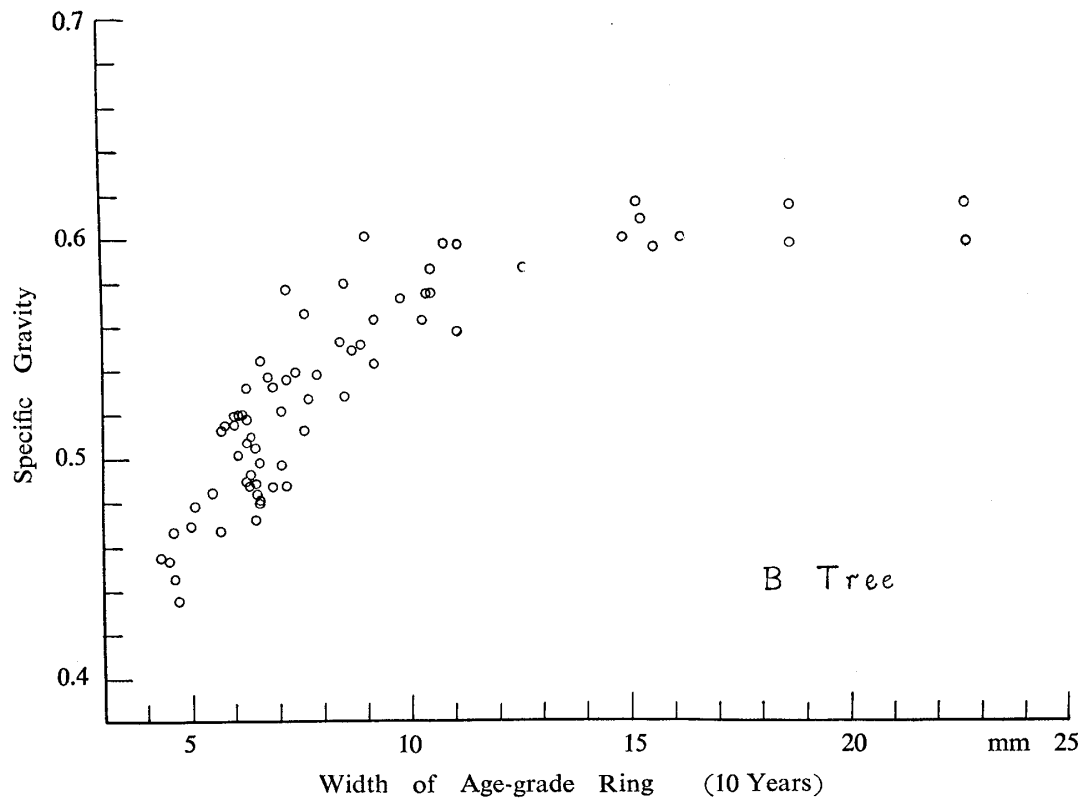


Table 5. Relationship between Width of Age-grade Ring and Specific Gravity at Given Age-grades.

Symbol of Test Trees	Age-grade (Year)	No. of Test Heights	Width of Age-grade Ring (mm)	Specific Gravity	Correlation Coefficient	Regression Coefficient
A	30	4	16.0	0.636	0.9811	0.0383
	40	6	13.6	0.630	0.9786	0.0443
	50	7	7.5	0.586	0.9987	0.0775
	60	9	7.9	0.601	0.9873	0.0733
	70	9	6.3	0.574	0.9972	0.0905
	80	10	7.2	0.607	0.9967	0.0837
	90	10	6.2	0.575	0.9946	0.0913
	100	10	7.2	0.589	0.9923	0.0801
	110	10	7.1	0.595	0.9924	0.0822
	120	10	7.8	0.604	0.9969	0.0776
B	30	3	18.9	0.617	0.9870	0.0582
	40	6	17.2	0.601	0.9872	0.0340
	50	7	9.4	0.566	0.9878	0.0585
	60	8	9.9	0.576	0.9979	0.0578
	70	8	7.0	0.539	0.9965	0.0764
	80	8	6.4	0.530	0.9990	0.0832
	90	8	5.0	0.471	0.9976	0.0943
	100	8	6.6	0.501	0.9771	0.0715
	110	8	7.0	0.501	0.9953	0.0708
	120	8	7.1	0.498	0.9978	0.0699
C	50	4	13.4	0.604	0.9922	0.0443
	60	7	7.4	0.554	0.9856	0.0730
	70	8	8.9	0.562	0.9813	0.0609
	80	8	7.2	0.534	0.9967	0.0737
	90	9	5.9	0.504	0.9899	0.0843
	100	9	6.1	0.508	0.9863	0.0805
	110	9	7.4	0.539	0.9782	0.0688
	120	9	7.7	0.532	0.9807	0.0662
	130	8	6.8	0.504	0.9902	0.0731

Table 6. Relationship between Width of Age-grade Ring and Specific Gravity at Given Heights

Symbol of Test Trees	Height in a Tree-trunk (m)	No. of Age-Grades	Width of Age-grade Ring (mm)	Specific Gravity	Correlation Coefficient	Regression Coefficient
A	0.3	11	11.4	0.650	0.9002	0.0456
	1.3	10	8.4	0.602	0.9731	0.0677
	3.3	10	8.2	0.592	0.9499	0.0647
	5.3	10	8.8	0.597	0.9048	0.0549
	7.3	9	8.2	0.636	0.9517	0.0649
	9.3	9	8.5	0.639	0.9260	0.0583
	11.3	8	6.7	0.643	0.9952	0.0856
	13.3	7	6.5	0.656	0.9418	0.0883
	15.3	7	7.2	0.608	0.9735	0.0788
	17.3	5	7.2	0.600	0.9956	0.0828
B	0.3	10	10.1	0.556	0.9520	0.0490
	1.3	10	9.0	0.538	0.9362	0.0520
	3.3	10	9.5	0.537	0.9120	0.0456
	5.3	9	7.7	0.511	0.9568	0.0592
	7.3	9	8.2	0.516	0.8746	0.0466
	9.3	9	8.4	0.526	0.9278	0.0524
	11.3	8	7.9	0.535	0.9730	0.0633
	13.3	7	7.1	0.539	0.9851	0.0728

C	0.3	10	10.1	0.572	0.9743	0.0533
	1.3	7	7.1	0.536	0.9942	0.0740
	3.3	11	7.5	0.552	0.9215	0.0471
	5.3	9	8.0	0.515	0.9818	0.0613
	7.3	8	7.8	0.515	0.9762	0.0626
	9.3	9	8.3	0.524	0.9658	0.0583
	11.3	8	6.4	0.632	0.9953	0.0808
	13.3	7	6.2	0.538	0.9987	0.0871
	15.3	5	5.1	0.556	0.9905	0.1063

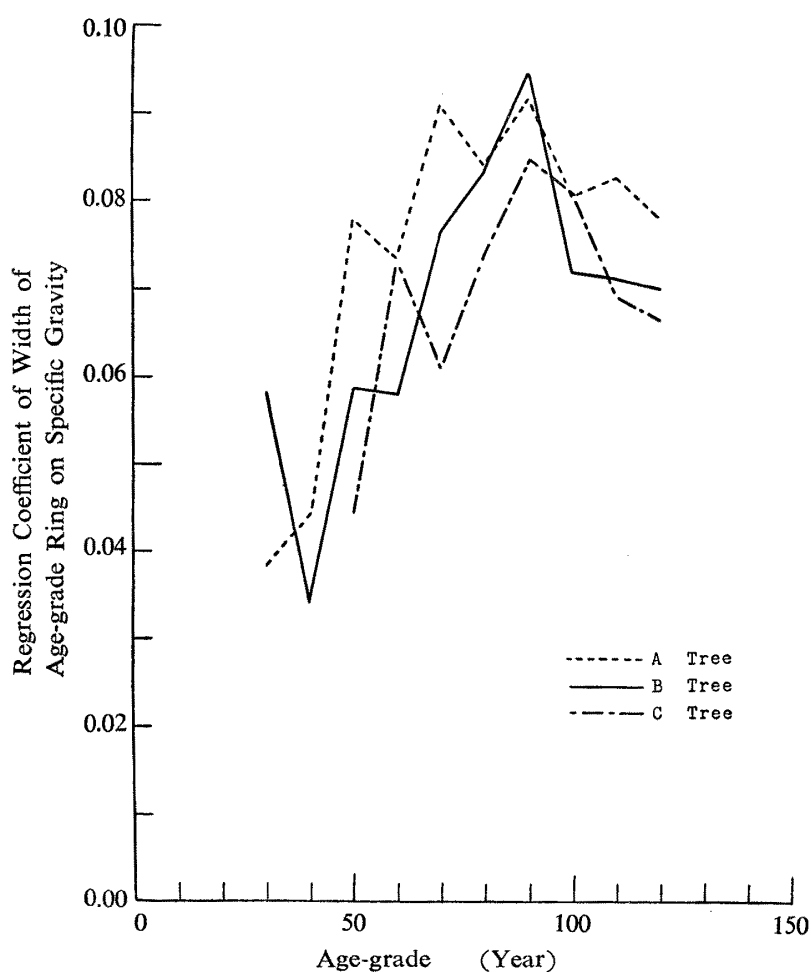


Fig. 10 Effect of Age-grade on Regression Coefficient of Width of Age-grade Ring on Specific Gravity.

で表わされる。斯くして得られた値を Table 7 に掲げる。是より、B-、C- 試験木は平均比重に差がなく、A 試験木は此の二者よりも大きい比重を示している。

IV 結 論

九州大学・北海道演習林の Table 1 に記した 3 箇所より採取したミズナラ (*Quercus crispula* Blume) 材の比重について検討を加え次の様な結果を得た。尚、樹幹の材積及び樹高成長量、成長率を Figures 1, 2 に示す。又、本報告では一令階を 10 年としている。

1. 樹幹軸方向へ見た時、中央部で低い比重を示し、樹幹上方及び下方へ向つて比重は増加し、3 本の試験木でその推移に大差は認められない。(Figures 3, 4)

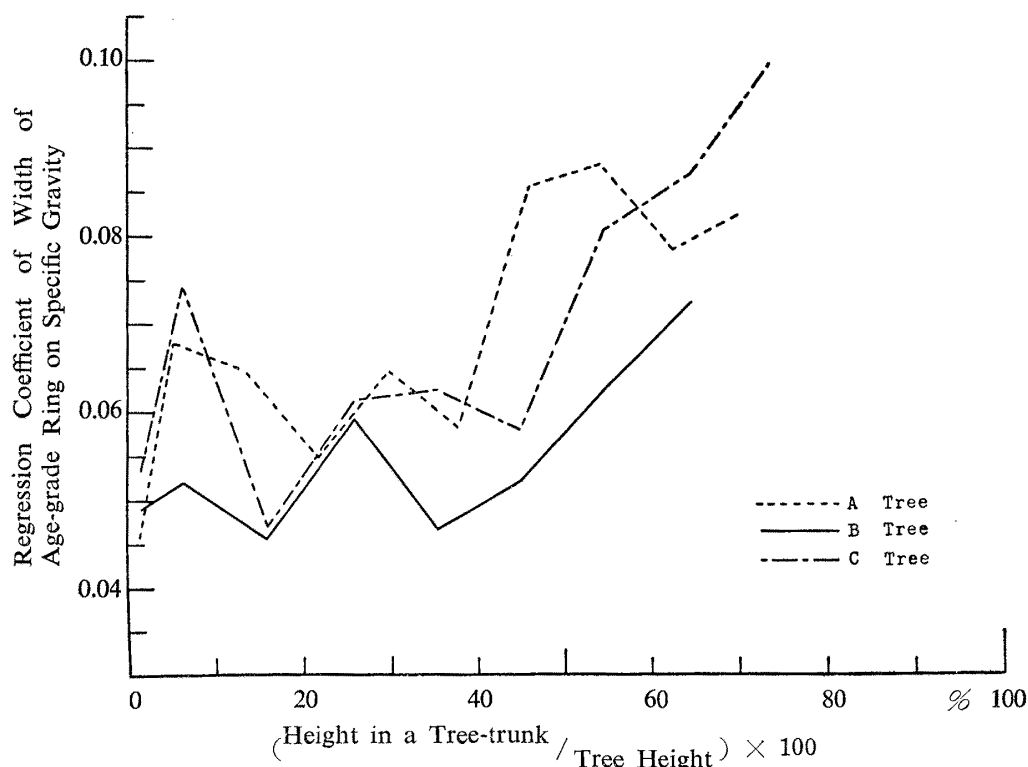


Fig. 11. Effect of Height in a Tree-trunk on Regression Coefficient of Width of Age-grade Ring on Specific Gravity.

Table 7. Mean Specific Gravity

Symbol of Test Trees	Specific Gravity			
	Mean Value	95% Confidence Interval of Mean	Standard Deviation	Coefficient of Variation (%)
A	0.594	0.020	0.0243	4.1
B	0.526	0.016	0.0178	3.4
C	0.541	0.026	0.0278	5.1

2. 一つの断面では髓より皮部方向へ比重は低下する傾向がある。A- 試験木に於いてのみ、その推移の傾斜が他の二者より小さい様である。(Figures 5, 6)
3. 令階に原因する比重のバラツキは幹軸方向に判然とした傾向は示さないが、幹軸中央部でその上下部に比してバラツキの大きな変動は無いと云えそうである。(Table 3, Fig. 7)
又、3本の試験木の間には、それぞれの変動係数に有意差があるが、これは環境因子によるものか遺伝因子によるものか断定出来ない。
4. 一つの令階の中での幹軸方向への比重のバラツキは令階が進むと共に増加する。又、3本の試験木のそれぞれの間には有意差は認められない。(Fig. 8)
5. 令階幅と比重の関係を Fig. 9 に示す。(尚、前述の通り本報告では一令階を10年に採っているので便宜的には1/10令階を1年としてもよい。)両者の間には非常に高度な相関関係が存在している。(Tables 5, 6)
令階と令階幅比重の回帰係数の関係は上に凸な拋物線で表わされる。(Fig. 10) 又、3本の試験木の間には回帰係数に有意差がない。

樹幹中の高さが増せば令階幅比重の回帰係数は大きな値となる。(Fig 11) 又, 3本の試験木の間には回帰係数に有意差がない。

6. 樹高の 60 % 以下の部分が用材として利用出来ると仮定した時, B-, C- 試験木に差がなく A- 試験木は前二者よりも大きい比重を示す。(Table 7)

以上は, 3 個所のそれぞれより 1 本宛選木して得た実験結果であり, 直ちに試験木の性質と立地とを関係づける事は不可であるが, 今後の実験の指針として十分なる価値を持つものと判断する。

文 献

- 1) TRENDLENBURG, R. u. H. M. MAYER-WEGELIN: Das Holz als Rohstoff. Zweite Auflage, München (1955).
 - 2) KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Zweite Auflage, Erster Band Berl., Gött., Hdlbg., Münch. (1951)
 - 3) BROWN, H. P., A. J. PANSHIN, and C. C. FORSAITH: Textbook of Wood Technology Vol. 2 New York (1952).
-

Résumé

It has been said that there are differences in the physical and mechanical properties of woods grown in different locations. Hence, the authors investigated the specific gravity of MIZUNARA (*Quercus crispula* Blume) grown in Hokkaido. Table 1 gives the description of test trees and their sites of growth.

The test pieces to determine the specific gravity for each age-grade with, were separated from disks that were obtained at 0.3, 1.3, 3.3, 5.3m.....heights in a tree-trunk above the ground.

The specific gravity determined in this investigation was based on the oven-dry weight and the green volume measured by "Volumenmesser nach Breuil" when the test pieces were saturated with water and computed by Formula (1).

The results obtained in this investigation are summarized as follows :

- 1) The rate and quantity of the volumetric growth and the height growth are shown in Figures 1 and 2.
- 2) The widths of age-grade (10 years) rings are shown in Table 2.
- 3) The test trees decrease in the specific gravity with increasing distance above the ground, and increase with increasing distance above the middle of the tree height. (See Fig. 3) Figure 4 shows the specific gravity computed by Formula (2). There was no particular difference in the state of specific gravity among the three test trees as shown in Fig. 4.
- 4) In a cross-section of the tree-trunk at a height, the specific gravity decreases outward along the radius. This tendency is more conspicuous with B- and C-trees than with A-tree. (See Fig. 5)

Figure 6 shows the relationship between the mean specific gravity computed by Formula (3) and the age-grade.

- 5) It seems that the variation, coefficients of variation due to age-grades, of the specific gravity at a given height is not distinctly affected by the height in a tree-trunk, but it may be said that there is little variation at the middle of the tree. (See Table 3 and Fig. 7)

There are significant differences in the coefficients of variation of specific gravity among the test trees.

- 6) At given age-grades, the variation, coefficients of variation due to heights in a tree-trunk, of the specific gravity increases with increasing age-grade, but there is no significant difference among the test trees. (See Table 4 and Fig. 8)
- 7) The relationship between the width of age-grade rings and the specific gravity is shown in Fig. 9, and the statistical results in Tables 5 and 6.

The relationship between the age-grade and the regression coefficient of the width of age-grade ring on the specific gravity is shown in Fig. 10.

The relationship between the height in a tree-trunk and the regression coefficient of the width of age-grade ring on the specific gravity is shown in Fig. 11.

There is no significant difference in the regression coefficient of the age-grade on the specific gravity among the test trees.

- 8) The mean specific gravities of the test trees computed by Formula (4) are shown in Table 7.