

論文

スギクロンの動的ヤング係数と材密度の樹幹内変動

倉原 雄二⁽¹⁾・加藤 一隆⁽¹⁾

Yuji Kurahara⁽¹⁾ and Kazutaka Kato⁽¹⁾

Variation of specific gravity and Young's modulus in the stems of sugi clones

要旨：スギの動的ヤング係数および材密度が地上高でどのように変動するのか調査を行うとともに、これらの材質が胸高直径、樹高および採取部位を説明変数とした重回帰分析でどの程度説明できるのか解析を行った。次代検定林内の25年生のスギ5クロンを供試し、各クロンから3個体選び伐倒後、胸高直径（10.6～16.9cm）および樹高（13.4～19.9m）を測定し、その後地上高1.2mから2mごとに切り分け梢端までの長さが2m以下になるまで採取した。丸太は末口部分から厚さ10cmの円盤と残りの丸太とに切り分け動的ヤング係数と材密度を測定した。分散分析の結果、動的ヤング係数のクロン間の分散は地上高間、立地間および個体間の分散に比べて大きな値を示した。材密度のクロン間の分散も、地上高間、立地間および個体間の分散に比べて大きな値を示したが、動的ヤング係数に比べて立地の影響を受けなかった。胸高直径、樹高および採取部位を動的ヤング係数および材密度の説明変数として重回帰分析したところ、クロンごとの回帰の寄与率は1クロンにおけるヤング率の場合を除き46%から85%と高い値を示した。しかしながら、5クロンを込みにした場合、寄与率は30%以下に低下した。これらの結果は、複数のクロンにおいて伐倒した丸太の材質を予測するのが難しいことを示唆しており、今後寄与率を高める他の説明変数を検討する必要があると考えられた。

(1) 林木育種センター

〒319-1301 茨城県日立市十王町伊師3809-1

Forest Tree Breeding Center

3809-1 Ishi, Juo, Hitachi, Ibaraki 319-1301, Japan

1 はじめに

わが国の重要な造林樹種であるスギ (*Cryptomeria japonica* (L.f.) D. Don) は、用材としての利用価値が高い。しかし、他の樹種と比べると建築用製材として主要な材質であるヤング率（動的ヤング係数）および容積密度（材密度）は個体間およびクローン間で変異があるため（藤沢，1992；藤沢ら，1995；丹原・小玉，2002），利用する上で多くの問題点を含む。一方，これらの材質は遺伝的要因によって強く支配されているため（藤沢，1992；丹原・小玉，2002），クローン林業を行うことで利用に適した木材の性質を示し，しかも品質が均一な材を生産できることが明らかとなった（藤沢，1998）。また，これらの成果は，工業と同様の品質管理の概念に基づいた林業を実現できる可能性を示した。

林業に品質管理の概念を取り入れるためには，丸太の段階でより高い精度で木材の性質を予測・評価する必要がある。そのため，まずスギにおいて主要な材質である動的ヤング係数および材密度などが地上高でどのように変動するのか明らかにしなければならない。しかしながら，これらの材質について地上高ごとに解析した例は少なく（小西ら，2000；雉子谷ら，2003；朱ら，2003；田戸岡ら，2003），一般的な傾向を得るまでに至っていない。

今回は，スギ5クローンを用いて地上高ごとに動的ヤング係数および材密度を測定し，これらの材質がクローン間および地上高で変動するのかどうか調査した。そして得られたデータをもとに，重回帰分析によってクローンごとおよび全クローンでこれらの材質が胸高直径，樹高，および採取部位を説明変数としたときにどの程度説明できるのか解析した。

2 材料と方法

2.1 供試木

供試材は福島県東白川郡矢祭町の棚倉森林管理署管内入山国有林59林班内に設定した関前21号，関前22号検定林から採取した。検定林は1974年5月に3ブロックの乱塊法で設定され，スギ精英樹42クローンが植栽されている。各ブロックはほぼ一様な北西斜面を上部，中部，下部に等分するように設置されており，いずれも列状プロット法に従って3反復を持つ。

これらの検定林の中から精英樹特性表（林木育種センター，1998）において特徴的な木材性質，すなわち材密度が高いまたは低いクローンおよび含水率が高いまたは低いクローンのうち5クローン（上都賀7号，甘楽1号，郷台1号，西白河4号および沼田2号）について，プロット毎に標準的な成長を示す健全な1個体を選び，1999年11月にそれぞれ地際から梢端にいたるまで2m長の丸太を連続して採取した（表－1）。採取個体数は5クローン×1個体×3反復の計15個体であった。

表-1 供試個体の樹高(m)および胸高直径(cm)

クローン名	斜面植栽位置	樹高	胸高直径
上都賀 7	上	16.5	17.7
	中	16.5	18.2
	下	15.0	18.7
甘 楽 1	上	10.6	14.1
	中	12.5	13.4
	下	14.3	17.7
郷 台 1	上	15.2	17.9
	中	15.3	19.9
	下	14.9	19.1
西白河 4	上	13.8	14.6
	中	13.2	16.3
	下	16.9	19.7
沼 田 2	上	14.8	19.4
	中	14.6	19.6
	下	16.7	18.6

2.2 測定および実験

伐倒後、供試木を直ちに地上高1.2mから2mごとに切り分け梢端までの長さが2m以下になるまで採取した。その後、丸太は動的ヤング係数と材密度を測定するため、末口部分から厚さ10cmの円盤と残りの丸太とに切り分けた。動的ヤング係数を得るために円盤を取り除いた生材丸太の重量と体積を測定した。丸太木口のハンマーでの打撃によって励起された丸太の縦振動の固有振動数を、マイクロフォンを接続したFFTスペクトラムアナライザーによって測定した (Sobue, 1986)。

計算式は以下の通りである。

$$Ed (\times 10^3 \text{kgf/cm}^2) = 4f^2 l^2 r / n^2 g$$

Ed; 動的ヤング係数 ($\times 10^3 \text{kgf/cm}^2$), f; 基本振動数 (HZ), l; 丸太長 (m), r; 見かけの密度 (kg/m^3), n; 基本振動数の次数, g; 重力加速度。

材密度を算出するため、まず各円盤を気乾状態にした後、円盤の長径とそれに直交する4方向から幅25mm, 軸方向の厚み5mmの試験体を作成し、湿度60%温度20℃の恒温恒湿室で恒量に達するまで調湿した。その後、軟エックス線デンストメトリの常法に従って各円盤4方向について材密度を測定した。各地上高における値は、4方向の値を平均して算出した。なお、これらのクローンにおける材密度 (容積密度) に関するデータは田村ら (2002, 2005) によってすでに公表されている。

2.3 統計解析

分散分析には農林水産研究計算・情報センターの科学技術計算システムの統計解析ソフトSASのGeneral Linear Modelプロシジャを利用した。動的ヤング係数および材密度に対する各要因の影響を明らかにするため、各測定値が以下の線形モデル式に従うと仮定して分散分析した。ここで、測定された地上高ごとの動的ヤング係数および材密度について、測定値を代表する高さを下から1.2m, 3.2m, 5.2m, 7.2m, 9.2m, 11.2mおよび

13.2mとして解析を行った。

各個体の各地上高における測定値には、個体と地上高の2つの要因が影響すると仮定し、線形モデル (1) 式を用いた。個体平均値にはクローンとブロックの2つの要因が影響すると仮定し、線形モデル (2) 式を用いた。各クローンの各地上高における測定値にはクローンと地上高の2つの要因が影響すると仮定し、線形モデル (3) 式を用いた。なお欠測値欠測組み合わせが含まれているため、線形モデル式 (1) から式 (3) による分散分析の平方和はHenderson's Method 3 と計算結果が一致するTYPE IIの結果を利用した(Henderson, 1953; 栗延ら, 1984)。

$$y_{ij} = u + A_i + H_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

y_{ij} : 個体の i の地上高 j における測定値, u : 全平均値, A_i : 個体 i の効果, H_j : 地上高 j の効果, ε_{ij} : y_{ij} に伴う誤差

$$y_{lm} = u + B_m + C_l + \varepsilon_{lm} \quad (1)$$

y_{lm} : クローンの l のブロック m における個体平均値, u : 全平均値, B_m : ブロック m の効果, C_l : クローン l の効果, ε_{lm} : y_{lm} に伴う誤差

$$y_{ijl} = u + C_l + H_j + (CH)_{jl} + \varepsilon_{ijl} \quad (1)$$

y_{ijl} : クローン l の個体 i における地上高 j の測定値, u : 全平均値, C_l : クローン l の効果, H_j : 地上高 j の効果, $(CH)_{jl}$: クローン l の地上高 j の効果, ε_{ijl} : y_{ijl} に伴う誤差

3 結果と考察

3.1 各個体の動的ヤング係数および材密度

図-1 に各クローン3個体の動的ヤング係数の地上高別の変化を示した。

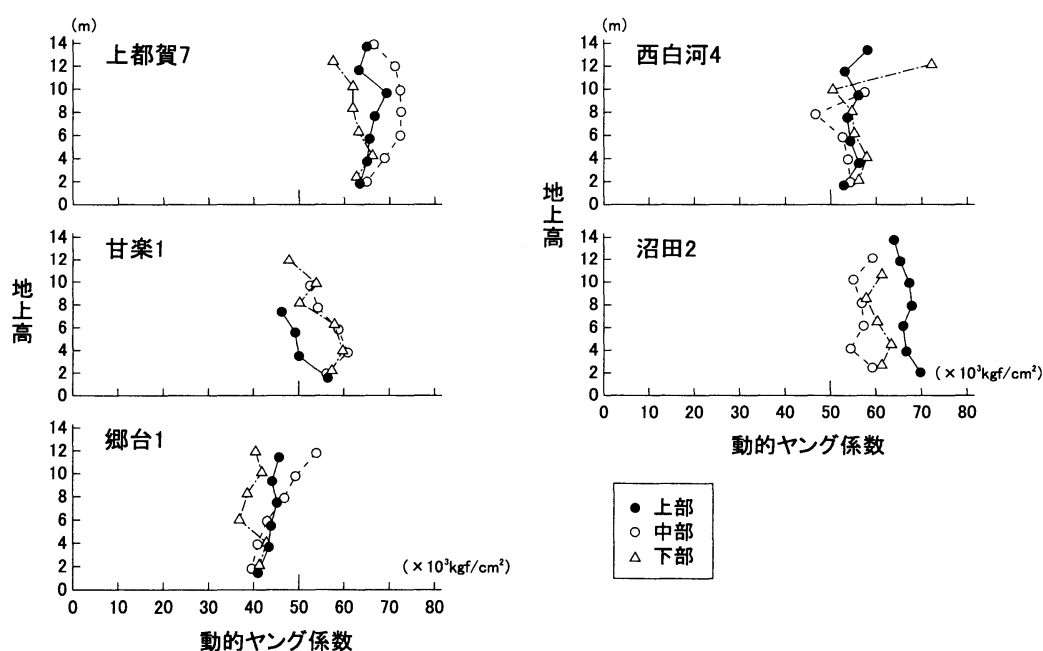


図-1 クローン平均値による地上高別のヤング率の変動

各クローンにおいて、動的ヤング係数は斜面における植栽位置によって特徴付けられることはなかった。また、個体内における地上高別の動的ヤング係数の変化はクローンごとにいくつかのパターンに分けられた。西白河4号および沼田2号では、どの個体も地上高に関係なくほぼ一定した値を示した。一方、

甘楽1号ではどの個体も地上高が高くなるにつれて減少し、上都賀7号および郷台1号では2個体は地上高に関係なくほぼ一定した値を示したが、斜面中部の1個体がそれぞれ樹幹中央部で高いおよび地上高が高くなるにつれて増加した。雉子谷ら（2003）は、34年生のスギにおいて、スギの動的縦ヤング率は樹幹中央部に至るまで上昇傾向を示した後再度下降することを報告しているが、今回の結果ではそのような傾向を示したのは上都賀7号における斜面中部の1個体のみであった。一方、朱ら（2003）は、40～60年生の供試木において、丸太縦振動ヤング率は地上高とともに増加と低下の2つのパターンが認められたことを報告している。したがって、動的ヤング係数のこのような地上高による変異が、遺伝的なものなのかそれとも生育環境の差異によるものなのか今後検討する必要があるであろう。

線形モデル式（1）で動的ヤング係数に関して個体と地上高の影響について分散分析を行い、結果を表-2に示した。動的ヤング係数は既存の報告と同じように個体間に有意差が認められたが（ $P < 0.001$ ）（藤沢，1992；藤沢ら，1995；丹原と小玉，2002），地上高間に有意差は認められなかった（ $P > 0.05$ ）。このことから、動的ヤング係数は個体によって異なり、同一個体内では地上高によって不規則に変動すると考えられる。

図-2に各クローン3個体の材密度の地上高別の変化を示した。

表-2 個体および地上高におけるヤング率の分散分析結果

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
個体	14	6112.4	436.6	33.28***
地上高	6	54.1	9.0	0.69 ^{NS}
誤差	68	892.1	13.1	

***：0.1%で有意，NS：有意差なし

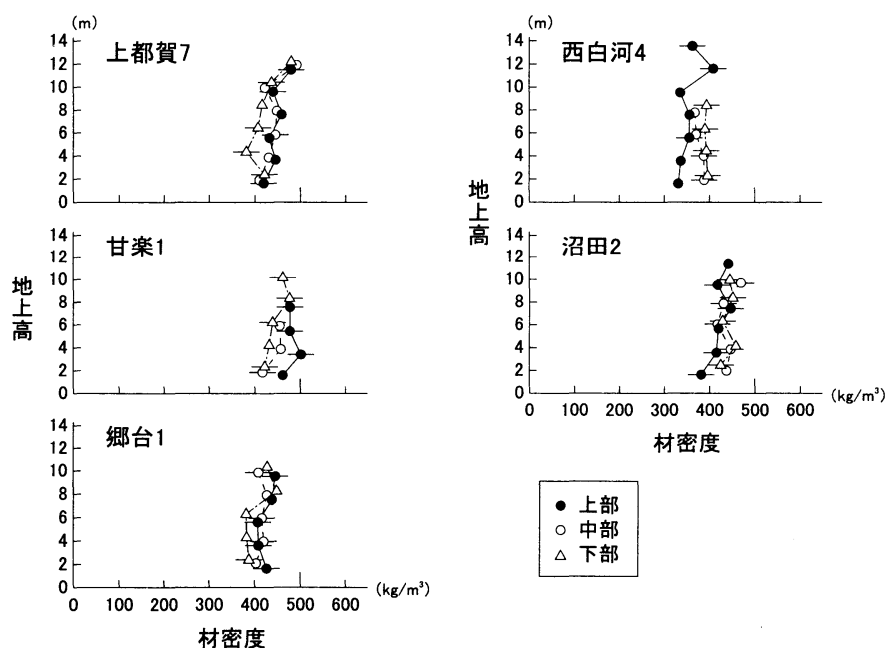


図-2 クローン平均値による地上高別の容積密度（平均±標準偏差）の変動

材密度は、動的ヤング係数と同様に各クローンにおいて斜面における植栽位置によって特徴付けられるわけではなかった。また、個体内における地上高別の材密度の変化は、動的ヤング係数のように多くのパターンに区別されるわけではなく、どの個体においても地上高が上がるにつれて上昇する傾向がみられた。この結果は一般に言われている傾向と同様であった（渡辺，1978）。

同じモデル式で材密度に関して個体と地上高の影響について分散分析を行い、表-3 に結果を示した。材密度は既存の報告と同じように個体間に有意差が認められ（ $P<0.001$ ）（藤沢，1992；藤沢ら，1995；丹原・小玉，2002），さらに地上高間にも有意差が認められた（ $P<0.001$ ）。しかしながら、個体と地上高の間に交互作用は認められず（ $P>0.05$ ），材密度は動的ヤング係数とは異なり個体のみならず地上高の影響も受けるが、地上高による変動は個体間で同じ傾向を示すと考えられる。

3.2 各クローンの動的ヤング係数および材密度

図-3 に、各クローン3個体における動的ヤング係数の平均を地上高別に示した。郷台1号の動的ヤング係数の値は、他の4クローンに比べて低い傾向があり、精英樹特性表に記載された評価を反映していた。また、動的ヤング係数はどのクローンにおいても地上高間で大きく変異せず、 $10 (\times 10^3 \text{kgf/cm}^2)$ の範囲内で変動していた。

線形モデル式 (2) を用いて動的ヤング係数の個体平均値に対するクローンとブロックの影響について分散分析し、結果を表-4 に示した。動的ヤング係数は、図-3 から明らかなようにクローン間で有意差が認められた（ $P<0.001$ ）。また、ブロック間においても有意であったことから（ $P<0.001$ ），動的ヤング係数は遺伝および立地の影響が強い形質であると考えられる。

図-4 に、各クローン3個体における材密度の平均を地上高別に示した。材密度は、西白河4号における値が最も低く、動的ヤング係数の値が低かった郷台1号の値も比較的低かった。丹原・小玉（2002）は、動的ヤング係数と材密度との間では表現型相関が低いことを報告しているが、今回の結果ではクローンごとに両者での相関係数を算出したところ、郷台1号、西白河4号および沼田2号ではそれぞれ0.32, 0.33, -0.54を示し有意な相関ではなかったが、上都賀7号および甘楽1号ではそれぞれ-0.92, -0.72（ $P<0.05$ ）を示し有意な負の相関が得られ、同様な結果が得られたとみなすことができた。

表-3 個体および地上高における材密度の分散分析結果

要 因	自由度	平方和	平均平方	F値
個 体	14	290186	20727	38.07***
地上高	6	65750	10958	20.13***
個体×地上高	55	51661	939	1.73 ^{NS}
誤 差	227	123589	544	

***: 0.1%で有意, NS: 有意差なし

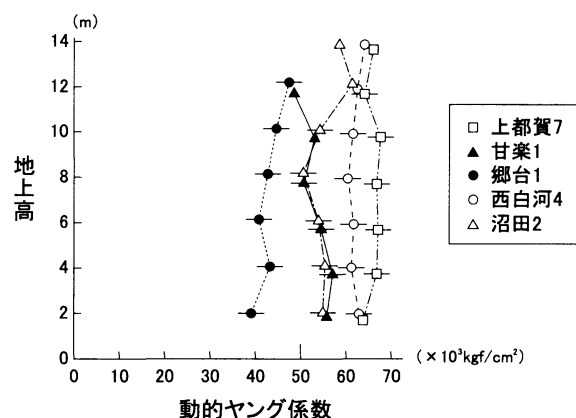


図-3 各クローンの地上高別のヤング率（平均±標準偏差）の変動

表-4 クローンおよびブロックにおけるヤング率の分散分析結果

要 因	自由度	平方和	平均平方	F値
クローン	4	1478.0	369.5	6.46***
ブロック	2	867.8	433.9	7.58***
誤 差	82	4693.7	57.2	

***: 0.1%で有意

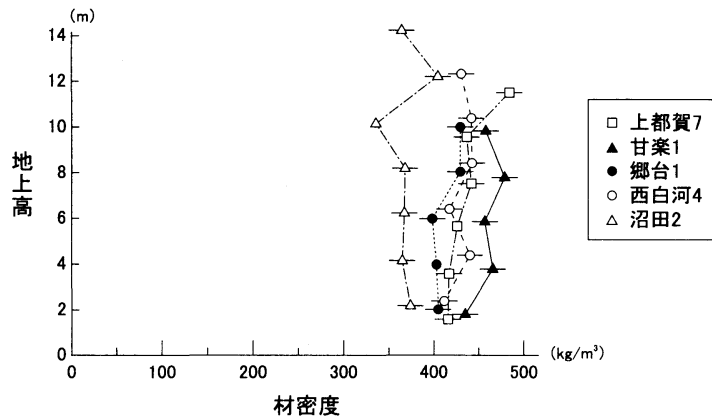


図-4 各クロンの地上高別の容積密度（平均±標準偏差）の変動

また、動的ヤング係数の場合と同じモデル式を用いて材密度の個体平均値に対するクロンとブロックの影響について分散分析し、結果を表-5に示した。

表-5 クロンおよびブロックにおける材密度の分散分析結果

要 因	自由度	平方和	平均平方	F値
クロン	4	248639	62160	65.38***
ブロック	2	4768	2384	2.51 ^{NS}
誤 差	296	281420	951	

***: 0.1%で有意, NS:有意差なし

材密度は、クロン間のみにおいて有意差が認められたことから ($P < 0.001$)、立地の影響は弱いが遺伝の影響が強い形質であると考えられる。

3.3 各クロンの動的ヤング係数および材密度の地上高の変動

クロンごとに地上高によって動的ヤング係数に違いが表れるかどうか明らかにするために式(3)の線形モデルで分散分析を行ったが(表-6)、図-3から推測されるように地上高間に有意差は認められなかった。しかしながら、クロンと地上高の交互作用に有意差が認められた ($P < 0.05$)。小西ら(2000)も、地上高に対する動的ヤング係数の変動の程度やパターンはクロンによって異なることを報告している。したがって、動的ヤング係数は地上高別の変化もクロンによって異なるものと考えられた。

表-6 クロンおよび地上高におけるヤング率の分散分析結果

要 因	自由度	平方和	平均平方	F値
クロン	4	5243.6	1310.9	17.74***
地上高	6	37.4	6.2	0.6 ^{NS}
クロン×地上高	22	414.1	18.8	1.81*
誤 差	46	478.0	10.4	

***: 0.1%で有意, *: 5%で有意, NS:有意差なし

同じモデル式で材密度に関して分散分析を行った場合（表-7）、クローンと地上高の交互作用は個体と地上高の交互作用の場合とは異なり有意差が認められた（ $P<0.05$ ）。

表-7 クローンおよび地上高における材密度の分散分析結果

要 因	自由度	平方和	平均平方	F値
クローン	4	244998	61249	81.00***
地 上 高	6	50665	8444	11.17***
クローン×地上高	18	28321	1573	2.08***
誤 差	274	207201	756	

***：0.1%で有意

しかしながら、同じ材料で田村ら（2005）はクローンと地上高の交互作用には有意差がなかったことを報告している。この原因として、田村らは今回の測定方法とは違った測長法によって材の容積密度を測定しており、しかも直径が細い梢端付近のデータも得ているためであると考えられる。

以上まとめてみると、動的ヤング係数のクローン平均値間の変異は、地上高の変異、立地の変異、およびクローン内の個体間変異よりも大きい。分散分析の結果においても、クローン間の分散は、地上高間、立地間および個体間の分散に比べて大きな値を示した。この結果は、クローンの違いが個体間、地上高間の動的ヤング係数の変異よりも大きいことを示すものである。

材密度においても、クローン間の分散は、地上高間、立地間および個体間の分散に比べて大きな値を示したが、動的ヤング係数に比べて立地の影響を受けないかわりに地上高による影響を受けやすい形質であるとみなすことができる。

3.4 動的ヤング係数および材密度に関する各クローンにおける重回帰分析

表-8に、モデリングを目的として胸高直径、樹高、採取部位を動的ヤング係数の説明変数とした重回帰分析の結果を示した。

表-8 各クローンにおけるヤング率の胸高直径、樹高および採取部位との回帰係数と寄与率

クローン名	寄与率	切片	回 帰 係 数		
			胸高直径(cm)	樹高(m)	採取部位
上都賀 7	0.60	-242.30	9.91	7.60	-0.06
甘 楽 1	0.75	45.57	-1.61	3.11	-1.01
郷 台 1	0.64	-187.00	0.02	14.61	0.67
西白河 4	0.20	54.90	-1.92	2.23	0.31
沼 田 2	0.85	3089.00	-110.84	-52.47	-0.20

独立変数間の多重共線性の問題を考慮したところ、採取部位は他の2つの説明変数に対して明らかに独立であるが、胸高直径と樹高との間には高い相関関係がある可能性がある。しかしながら、各クローンにおける両者の相関係数は-0.16, 0.77, 0.13, 0.88および-0.99（すべて $P>0.05$ ）であり、今回は必ずしも高くないとみなした。寄与率は、西白河4号を除き各クローンとも60%から85%と高い値を示した。この結果は、これらの変数でかなりの高い精度で動的ヤング係数を予測することができることを示唆していた。また、採取部位の係数は全

てのクローンで小さく、動的ヤング係数は樹高の影響が弱いと考えられた。一方、胸高直径および樹高における係数はクローン間で大きく変動しており、これらの変数の影響度は一定していなかった。

表-9には、同様に材密度における重回帰分析の結果を示した。

表-9 各クローンにおける材密度の胸高直径、樹高および採取部位との回帰係数と寄与率

クローン名	寄与率	切片	回 帰 係 数		
			胸高直径(cm)	樹高(m)	採取部位(m)
上都賀 7	0.63	559.33	-12.66	4.44	6.08
甘 楽 1	0.68	568.44	9.11	-21.32	4.46
郷 台 1	0.46	59.04	-7.92	32.33	3.12
西白河 4	0.56	508.16	-9.15	0.75	2.16
沼 田 2	0.52	2034.35	-54.81	-36.81	3.43

寄与率は、動的ヤング係数の場合に比べてやや低くなったが、46%から68%と依然高い値を示した。また、胸高直径および樹高における回帰係数はクローン間で変動していたが、採取部位の回帰係数はクローン間で変動が少なく、しかもその偏相関は5クローン中3クローンで有意であった ($P < 0.05$)。

スギでは一般に、ヤング率および材密度ともクローン間差が大きく、遺伝率も高い(藤沢, 1998)。また、本研究での材密度の結果によれば、クローンと地上高両方の情報があれば、材密度を推定することが可能であると考えられた。したがって、あるクローンの特性を把握したなら、そのクローンの単一林分ではこれらの説明変数で丸太の段階においてより高い精度で動的ヤング係数および材密度を予測・評価することができると考えられる。一方、本研究では動的ヤング係数にブロック間で有意差が認められ、よって環境の影響を受けやすい形質であるとも考えられた。環境の影響については今後さらに検討の必要がある。

3.5 クローン全体での動的ヤング係数および材密度の重回帰分析

表-10にクローン全体での動的ヤング係数および材密度の重回帰分析の結果を示した。

表-10 クローン全体でのヤング率および材密度の回帰係数と寄与率

説明変数	寄与率	切片	回 帰 係 数		
			胸高直径(cm)	樹高(m)	採取部位(m)
ヤング率	0.29	38.96	-2.80	4.51	0.01
材密度	0.22	555.04	-1.46	-8.49	3.92

両形質とも、個々のクローンの場合に比べて寄与率は0.3以下と極端に低下した。このことは、これらの形質をクローン全体で考慮するとき、胸高直径、樹高および採取部位で説明しても丸太の段階でこれらの形質の的確な予測は困難であることを示唆している。また、クローン全体では胸高直径と樹高の相関関係は0.76 ($P < 0.05$)と高いため、多重共線性の問題を考慮する必要もあり、今後説明変数も再検討する必要があるかもしれない。したがって、クローン全体で重回帰分析するには新たな方向から行うべきであると考えられた。

Summary : Longitudinal quantitative variations of Young's modulus and wood density of sugi (*Cryptomeria japonica*) were evaluated and analyzed whether these wood qualities could be explained by multiple regression models as predictor variables of diameter at breast height (DBH), tree height and longitudinal position of sampling. Three individual trees of sugi were selected from each 5 plus-tree clones in progeny test plantation of 25-years-old. Those trees were felled to measure DBH and tree height and then divided into logs with 2 m until tree top was less than 2 m. Young's modulus and wood density were measured in each logs by dividing each logs into two pieces, a disk of 10cm in thickness and others. The results of ANOVA of Young's modulus and wood density showed that variance among clones was larger than those among longitudinal directions, locations and individuals. However, wood density was influenced by longitudinal direction more than Young's modulus. Multiple regression models of Young's modulus and wood density as predictor variables of DBH, tree height and longitudinal position of sampling showed that ratio of contributions in each clone was high in each wood quality except for one clone in Young's modulus, ranging from 46 to 85%. However, when combined all clones, the ratio decreased to less than 30%. These results suggested that prediction of wood quality of logs felled in non-monoclonal forest stand was difficult by those predictor variables. Thus, to predict the wood quality of logs more precisely, other predictor variables should be considered.

引用文献

- 藤沢義武 (1992) 育種による材質改良の可能性—スギの材質に関するクローン特性—. 林木の育種 164:12-16.
- 藤沢義武 (1998) 高度木材利用に適合する品質管理型木材生産への林木育種的対応に関する研究. 林育研報 15:31-107.
- 藤沢義武・太田貞明・西村慶二・戸田忠雄・田島正啓 (1995) スギ心材含水率のクローンと林分による変異. 木材学会誌41 (3):249-255.
- Henderson CR (1953) Estimation of variance and covariance components. Biometrics 9:226-252.
- 雫子谷佳男・北原龍士・山根啓之 (2003) オビスギ品種 (とくにタノアカ) 材の材質変動について—高さ方向を中心に—. 第53回日本木材学会大会研究発表要旨集
- 小西高之・小田一幸・古賀信也 (2000) スギクローンにおける樹幹軸方向の動的ヤング率の変動. 第50回日本木材学会大会研究発表要旨集:599
- 栗延 晋・金子富吉・新谷安則・大庭喜八郎 (1984) 次代検定林間で共通して植栽されていない家系データを含めた地域区分の試み. 日林誌66 (3):109-112.
- 林木育種センター (1998) スギ精英樹特性表. 201pp.
- 朱 建軍・高田克彦・飯島泰男・平川泰彦 (2003) 秋田県産スギ造林木の成長と材質 (第1報) 材質指標の樹幹内変動. 木材学会誌49:138-145.
- Sobue, N (1986) Measurement of Young's modulus by the transient longitudinal vibration of wooden beams using a fast Fourier transformation spectrum analyzer. Mokuzai Gakkaishi 32:744-747.

田戸岡尚樹・小泉章夫・平井卓郎（2003）秋田スギ樹幹内の強度特性分布．日本木材学会北海道支部講演集 35：9-12

田村 明・藤沢義武・飯塚和也・加藤一隆（2002）スギ精英樹クローンの木材実質の比較．林木の育種「特別号」：25-28

田村 明・高橋 誠・飯塚和也（2005）スギ精英樹クローンにおける容積密度の樹高方向の変動．日林北支論 53：9-11

丹原哲夫・小玉泰義（2002）スギ精英樹の材質特性に関する研究．岡山県林試研報18：67-81

渡辺治人（1978）木材理学総論．農林出版株式会社，東京，p215.

「林木育種センター研究報告 No.22」正誤表

ページ	行	誤	正
目次	12	渡辺 敦史	渡邊 敦史
35	3	戸田忠雄 ⁽¹⁾	戸田忠雄 ⁽²⁾
35	5	Yoshitake Fujisawa and Tadao Toda	Yoshitake Fujisawa ⁽¹⁾ and Tadao Toda ⁽²⁾
35	欄外	(未記入)	(2)日中協力林木育種科学技術センター計画 (安徽省松材線虫抵抗性育種センター担当) <u>The Japan-China Cooperation Science and Technology Center</u> <u>forest Tree Improvement Project</u>
51	3	渡辺敦史	渡邊敦史
60	下から6	渡辺敦史	渡邊敦史
214	下から5	河野楯蔵	河野楯蔵
巻末「論文審査者」	2	宇都宮大学農学部 附属演習林	宇都宮大学農学部附属演習林助教授
同上	6	北海道立林業試験場林業経営部	北海道立林業試験場 林業経営部 主任研究員
同上	6	Makoto Kuromaru	Dr.Makoto Kuromaru
同上	9～10	東北大学大学院農学研究科附属 複合生態フィールド教育研究センター	東北大学大学院農学研究科 附属複合生態フィールド教育研究センター 生物共生科学研究室助教授
同上	13	(未記入)	日本森林技術協会 北海道事務所 主任研究員
同上	13	Tsugio Ohshima	Mr.Tsugio Ohshima