

スギクローンの冠雪害抵抗性把握試験

宮城県林業試験場

真田 広樹・三島木 進・布施 修

I はじめに

宮城県ではスギ挿し木苗の普及はめざましく、一部の篤林家や造林者・種苗生産業者等で構成している「宮城県林木育種協議会」での挿し木苗木の期待と関心は極めて高い。スギ精英樹クローンは選抜時点での生育状況や、初期段階の生育過程は次代検定林等の調査分析である程度把握できる。しかし、突発的に発生し立木に多大な被害を及ぼす冠雪害等の気象災害に対しては、断片的な被害状況が把握されているに過ぎず、挿し木クローンの特性は明らかではなかった。ゆえに、今後は冠雪害に対する壮齡樹の時点での評価を新たに加え、併せて造林者等の多様化する要請に的確に応えていく必要があると思われる。

曲げ強度をはじめとする材質把握は、伐採丸太や製材の時点で破壊・非破壊試験等で試みられているが、今回は比重・含水率と同じく材質指標の一つであるヤング係数（E）を用い、立木時での枝・幹の簡単な非破壊の曲げ強度試験を行い、クローン評価の可能性を検討した結果について報告する。

II 材料および方法

宮城県林業試験場内のクローン集植所に生育する28年生スギクローンを用いた。この集植所は傾斜5度のゆるやかな平衡斜面で、林内の立地環境の差異は少ないと考えられる。

1 枝曲げ試験

試験では、着雪を枝の上方からの集中荷重、枝は梢端を自由端とする単純片持梁、梁の断面形状を円と仮定することにした。（図-1）

枝の全長の1/2点にバネ秤をかけ、梁（=枝）の引き下ろしで生ずる内角BAB'を $\angle R/2$ とし、静止位置での負荷重量を測定のうえ、梁の断面二次モーメント（ $(\pi/64)d^4$ ）からヤング係数（E）を算出した。

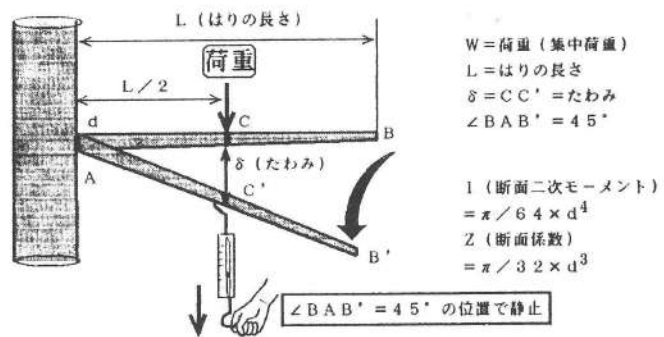


図-1 枝曲げ試験

$$E = (W \cdot L^3) / (3 \delta) / I$$

ここに、W：荷重、L：梁のスパン、 δ ：撓み、I：断面二次モーメント

試験は6クローン×3本、計18本について、梢端から下部4mまでの全枝を対象にし、50cm毎玉切りした後、直ちに測定を実施した。（枝数1345本）

2 幹曲げ試験

立木樹幹ヤング係数の非破壊計測では、小泉¹⁾の梃子式試験法(図-2)を用いた。梃子はマツ材で、梃子の試験中の滑落を防止するために、今回の試験では梃子とスギ樹皮との接触部に凹凸の付いた薄い硬質ゴムを装着した。

$$E s = s^2 M / (2 \pi \delta (r_{120} - tb)^4) \quad (1)$$

ここに、 s : 矢高測定区間長、 M : 負荷モーメント δ : 測定矢高、 r_{120} : 地上高120cmの樹皮付半径 tb : 平均樹皮厚

計測は14クローン・116本(供試数は1クローンあたり、4~15本)の山側と谷側の各2回行い、測定矢高の平均値を得た。

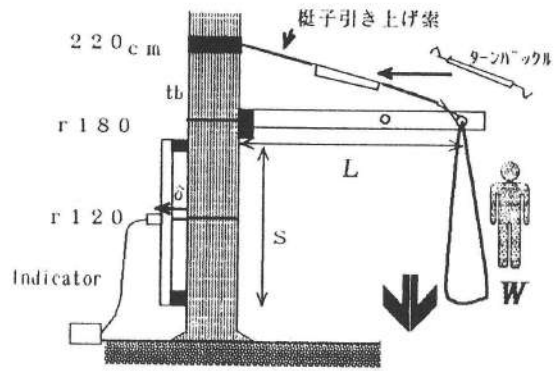


図-2 幹曲げ試験

III 結果と考察

1 枝曲げ試験

荷重に対する内部抵抗力である応力を撓み(δ)で割り、更に断面二次モーメント(I)で除したものがヤング係数(E)値となるので、梁の固定端(支点)である枝付け根径の階層毎に抽出して検討する必要がある。そこで、径13~14mm以下までの枝72本を抽出し、6クローンに於けるヤング係数の平均値、標準偏差及び最大・最小を図-3に示した。 E 値の総平均は3577kg/cm²となり、斜面に対する枝の伸長方向(山側・谷側)には有意な差が認められなかった。

また、全枝平均値の分散分析の結果を表-1に示した。誤差による変動が大きいため、

E 値の有意差は10%水準であった。更に、 E 値及び応力と、抽出した各枝の枝付け根角度、枝幅、枝重量の相関係数を求めたのが表-2である。このように E 値算出式に用いた以外の、枝付け根角度、枝幅、枝重量の生育に関わる因子では、際立った高い相関が認められないことが明らかである。

本試験では枝を単純梁と捉えたため、固定端である枝付け根の材質の不均一性を考慮しなかった。また、枝の湾曲によって生ずる曲げ応力も無視したため、試験精度にも問題がある。しかし、比較的簡便にヤング係数が求められることから、同一付け根径の階層にあっては、この枝曲げ試験がクローン間差を推定把握する一つの手段となると考えられる。

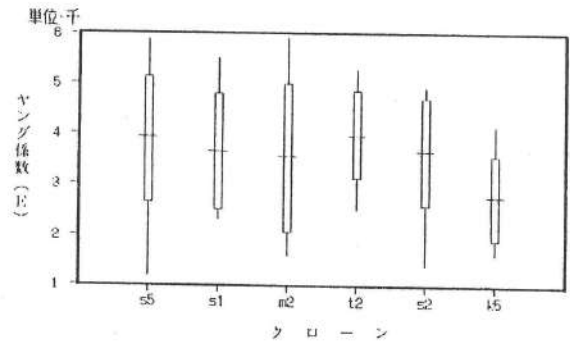


図-3 枝ヤング係数(E)の平均値とクローン間変異

注) * 図中横千が平均値、箱線が標準偏差、実線は最大・最小を示す。

* 枝付け根径13~14mm抽出 ($N=72$)

表-1 枝ヤング係数(E)の分散分析表

変動要因	自由度	平均平方	分散比
水準間変動	5	2404975	1.98999
水準内変動	66	1208553	

*有意水準10%

表-2 枝ヤング値・応力とその他因子との相関

	枝付け根角度	枝幅	枝重量
応力	0.159	0.313	0.651
ヤング係数	0.284	0.301	0.560

注) *枝付け根角度：垂直方向に対する枝の伸長角度
 *枝幅：枝の生長軸に対する最大長さ
 *枝重量：曲げ試験後、切り落として測定した葉付きの生重量
 *枝付け根径13~14mm枝抽出分

2 幹曲げ試験

矢高測定では、根元・幹曲がりの少ないものを試験体として選んだ為、斜面に対しての山側・谷側の有意差は無かった。

図-4に測定した矢高のクローン別平均値を示した。なお、全測定値からのクローン別測定矢高と胸高直径の相関係数は-0.76であり、高い負の相関があった。枝曲げ試験同様、樹幹ヤング係数値(Es)の平均値とクローン間の変異を示したのが図-5である。総平均は101 tf/cm²であり、胸高直径及び矢高との相関はそれぞれ0.42、0.47となった。

分散分析の結果を表-3に示した。1%水準で有意差が認められたため、多重比較を適用した結果が表-4である。今回の試験では、ボンフェローニの方法で比較組み合わせの検定を行ったところ、上位2クローンと下位7クローンとの間に有意水準1%で差があることが認められた。

得られたヤング係数は、測定的人為的誤差やセンサーの精度による機械誤差等の問題があることから、一般実大材の静的試験法による計測値よりも過大な値を示す傾向にあり、立木としての材質を把握するには至らなかった。また、今回の試験では曲り木を避けて計測を行ったため繰返し数が異なり、検出力のかなり低い方法²⁾で比較検定を実施した。そのため、クローン特性として優劣の判定を下すには難があった。しかし、繰返し数を揃えた上で、ある

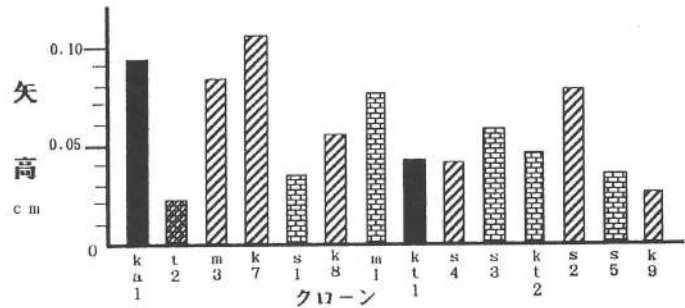


図-4 幹曲げ試験の矢高平均値

注) *山側2回、谷側2回の平均値
 *センサーの読みは1/1000mmまで

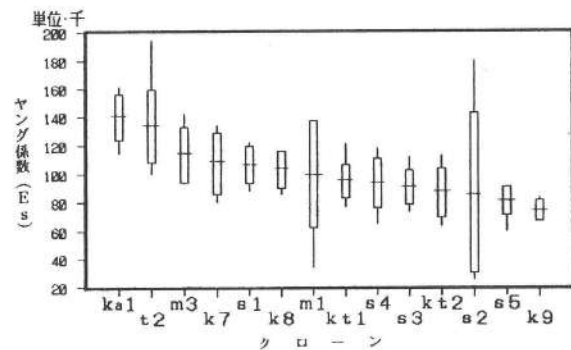


図-5 幹ヤング係数 (ES) の平均値とクローン間変異

注) *図中横線が平均値、箱線が標準偏差、実線は最大・最小を示す
 *ESはtf/cm²

表-3 幹ヤング係数 (ES) の分散分析表

変動要因	自由度	平均平方	分散比	純変動	寄与率
水準間変動	13	3555251896	7.63	40165427005	42.65%
水準内変動	103	465603665		54010025216	57.35%

*有意水準1%

表-4 幹ヤング係数の多重比較

クローン	k a 1	t 2	m 3	k 7	s 1	k 8	m 1	k t 1	s 4	s 3	k t 2	s 2	s 5	k 9
繰り返し数 (試供本数)	11	13	7	5	6	4	6	15	8	11	10	8	7	5
加美1号							**	***	***	***	***	***	***	***
遠田2号								***	***	***	***	***	***	***
宮城3号														*

注) : *10%水準有意 **5%水準有意 ***1%水準有意
: ボンフェローニの方法による比較

程度検出力の高い比較検定を行えば、幹曲げ試験で有力かつ重要な情報を得られるものと考えられる。

IV おわりに

今後、枝曲げ試験では、枝葉の形状に応じた着雪に対する重心を検討するとともに、破断に至る最大荷重量を把握する必要がある。また、幹曲げ試験では、林齢の異なるクローンとの比較試験を今後実施する予定である。

引用文献

- 1) 小泉章夫：生立木の非破壊試験による材質評価に関する研究、北海道大学農学部演習林報告、第44巻、第4号 (1987)
- 2) 山村光司：ノンパラメトリック検定で用いる多重比較法、植物防疫、第47巻第10号 (1993)