

## 日光森林管理署管内に設定した有名スギ産地試験 47 年時の生育状況

栗延晋, 佐藤新一 (森林総研林木育種センター)

**要旨:** スギの寒害常習地である北関東における耐寒性や耐雪性に優れた産地を明らかにする目的で、1965年に日光森林管理署管内に有名スギの産地試験地が設定された。この試験には、遠野、魚梁瀬、立山、村松、鳥海、鱒ヶ沢、本名スギと地スギの計8産地が用いられた。各産地は方形プロット(8×8本:0.02ha)による8×8ラテン方格の設計で植栽された。47年次の調査では、樹高、直径、根元及び幹の通直性を測定した。産地間差は、樹高、直径、通直性、生存率、林分材積のいずれでも顕著であり、遠野及び村松スギが成長、通直性及び生存率ともに良好で、地スギ及び本名スギは劣っていた。また、樹高曲線や通直な材の割合にも明らかな産地間差が認められた。この試験地の成長は、当該地方すぎ林分収穫表の地位3等を下回るが、これまで無間伐の状態で推移している。樹高曲線の産地間差は、各産地の成長と生存本数の違いによる林分密度の差異に起因すると推測された。

**キーワード** 産地試験, スギ, 林分材積, 樹高曲線, 幹の通直性

**Abstract:** A provenance test of Sugi (*Cryptomeria Japonica*) was established at Nikko district forest office in 1965 to identify provenances tolerant to freezing and snow damages commonly occurred in Northern Kanto region. The seven provenances, Toono, Yanase, Tateyama, Muramatu, Tyoukai, Ajigasawa and Honna, all of which were chosen as potentially adaptable to the climatic condition in the region, were tested together with the local source. Seedlings of each provenance were planted in a square plot of 8 x 8 trees with 8 x 8 Latin Squares design. The diameter at breast height (dbh) and stem form was measured on all surviving trees, whereas height was measured 8 trees per plot. Provenance variation was highly significant on all the traits measured: height, dbh, butt sweep, stem straightness, survival rate and plot volume. The best performing provenances were Toono and Muramatu because of their highest plot volume (480m<sup>3</sup>/ha) as well as sufficient survival and above average stem form. On the other hand, Honna and the local source were the poorest (290m<sup>3</sup>/ha). Provenance variations were significant in height-diameter relationship and in the cumulative rate of stem straightness. The trial has been left un-thinned and the productivity was poor, ranked below the third site class according to the local yield table. The provenance variation in the height-diameter relationship was regarded as a result of the variation in growth and survival.

**Key words:** Height-diameter relationship, Provenance trial, Sugi, Stand volume, Stem straightness

## I はじめに

北関東地域は、積雪は少ないもののスギの寒風害や凍害等の常習地であるため(3)、この地域に適したスギ品種系統の育成が求められていた。このため、関東林木育種場では、1960年代前半に、耐寒性や耐雪性に優れた産地を明らかにする目的で有名スギの産地試験を実施した。この試験では、寒害に耐性を有すると期待される東北・北陸地方の有名スギを主体に8産地から採種し、これらの種子から育成した産地別の苗を用いて関東育種基本区内の4箇所の国有林に試験地を設定した(1)。

これらの産地試験地のうち、日光森林管理署に設定した試験地では、2011年に予定された間伐に先立って47年次の調査を行った。これまで、この産地試験については、7

年次及び15年次での経過(1,2)は報告されているが、成林後、伐期に近い段階での報告はない。ここでは、同試験地における植栽後47年次の各産地の林分成長の状況を分析した結果を述べる。

## II 材料と方法

この産地試験に用いた種子は、寒害に耐性を有すると期待される有名スギ8産地を選定し、1962年に採取した(表1及び図1)。産地はスギの北限とされる鱒ヶ沢スギ、オモテ系の遠野スギ、ウラ系の鳥海ムラスギ、本名スギ、村松スギ、立山スギ及びオモテ系の魚梁瀬スギである。このうち、遠野スギは人工林からの採種であるが、他は天然林からの採種である。この他、桃洞スギも採種育苗したが、

Susumu KURINOBU, Shinichi SATO (Forest Tree Breeding Center, FFPRI, 3809-1 Ishi, Juo, Hitachi, Ibaraki 319-1301)

The 47 years' results of the provenance trial of Sugi (*Cryptomeria Japonica*) established in the northern Kanto region

表一. スギ産地試験に用いた系統一覧

Table 1 List of provenances tested in the trial

No.	産地名	所在地	由来
A	遠野	岩手県遠野市綾織町	人工林
B	魚梁瀬	高知県安芸郡馬路村	天然林
C	立山	富山県中新川郡立山町	天然林
D	村松	新潟県東蒲原郡三川村	天然林
E	鳥海	秋田県由利郡矢島町	天然林
F	鱒ヶ沢	青森県西津軽郡鱒ヶ沢町	天然林
G	本名	福島県大沼郡金山町	天然林
H	地スギ	旧前橋局今市営林署	人工林



図一. 産地試験に用いた採種地と試験地の位置

Fig. 1 Location of provenances and the trial sites

本数不足のため日光署の産地試験には用いていない。また、試験地設定の際に、当該営林署で一般造林に用いた地スギを対照系統として追加した。

各産地の種子は、関東育種場において 1963 年 4 月に播種して養苗し、1965 年 3 月に試験地を予定した営林署に送付した。当初計画した 7 箇所の試験地のうち、植栽後の活着が良好な 4 箇所を試植検定林として存続させた (図一 1)。4 箇所の試験地は、各営林署の事情や用地の面積・地形が異なるため、試験設計も様々である (1)。

日光署の産地試験地では、各産地を 8×8 本の方形プロットによる 8×8 ラテン方格の設計で植栽した (図一 2)。苗木の植付間隔は 1.6m、プロット界は行列方向ともに 1 列空けているので、プロットの面積は約 0.02ha となる。この試験地は山腹上部の緩傾斜地に位置し、列方向に傾斜があり、行方向はほぼ水平である。

47 年次の調査では、全ての生存個体の胸高直径、根元曲り、幹曲りを測定し、樹高はプロット当り 8 本を測定した。

A8	B8	C8	D8	E8	F8	G8	H8	斜面
B7	A7	G7	F7	H7	D7	C7	E7	
C6	G6	A6	E6	D6	H6	B6	F6	上部 ↑
D5	F5	E5	A5	C5	B5	H5	G5	
E4	H4	D4	C4	A4	G4	F4	B4	↓ 下部
F3	D3	H3	B3	G3	A3	E3	C3	
G2	C2	B2	H2	F2	E2	A2	D2	
H1	E1	F1	G1	B1	C1	D1	A1	

図一 2. 産地試験地内の各産地の配置

Fig. 2 Plot layout of 8 x 8 Latin Squares design

胸高直径は直径テープを用いて 0.1cm 単位で計測し、根元曲りと幹曲りは目視による 5 段階の指数 (5 : 通直 ~ 1 : 曲がり大) で評価した。プロット毎に樹高、胸高直径、根元曲り、幹曲りの平均値を算出して、それぞれの形質についてラテン方格法の分散分析を行って産地間差の有無を確かめた。

樹高 (H) - 直径 (D) 関係の解析には、樹高曲線式のネスルンド式を用いた (4)。

$$H = 1.2 + [D / (a_i + b_i D)]^2 \quad \dots(1)$$

この式を胸高直径を説明変数とする直線回帰式に変形して、産地別及び全体にあてはめて共分散分析を行い、樹高曲線の産地間差を調べた。

プロット材積は、以下の手順で算出した。①各個体の胸高直径から各産地の樹高曲線を用いて対応する樹高を推定する。②その樹高と胸高直径を用いて立木幹材積式 (5) から単木材積を求める。③単木材積をプロット毎に集計してプロット材積とした。各産地の特性を比較するために、プロット材積を含む 6 形質のレーダーチャートを作成した。各形質のデータは、(2) 式で標準化した。

$$y_j = 3 + (x_{ij} - x_j) / s_{dj} \quad \dots(2)$$

ここに、 $x_{ij}$  は産地 i の形質 j の値、 $x_j$  は形質 j の平均値、 $s_{dj}$  はその標準偏差を表す。この標準化により、平均的な成績の産地は、中心からの距離が 3 の六角形を示す。

通直な材の割合の産地間差を調べるために、プロット毎に通直な個体 (根元曲り + 幹曲り) から順に積算した累積材積率 (r) を算出し、増加傾向をワイブル関数で表示した。

$$r = 1 - \exp[-(X / b_3)^{c_3}] \quad \dots(3)$$

ここに、r はプロット材積に対するグレード X までの材積の比率、 $b_3$  は尺度、 $c_3$  は形のパラメータ。グレード X は、 $X = 11 - (\text{根元曲り指数} + \text{幹曲り指数})$  として算出した。したがって、最も通直な個体 (幹曲り : 5, 根元曲り : 5) は  $X = 1$ 、最も曲りの著しい個体 (幹曲り : 1, 根元曲り : 1) は  $X = 9$  となる。プロット毎の累積材積率に (3) 式のワイブル関数をあてはめてパラメータ  $b_3$  と  $c_3$  を算出し、分散分析を行って産地間差の有無を確かめた。

III 結果と考察

この試験地の47年次のha当たり本数、樹高及び胸高直径の平均値を表一2に示す。試験地の成長は、北関東・阿武隈地方すぎ林分収穫表(6)の地位3等をかなり下回る。一方、これまで無間伐であったため現存本数は林分収穫表の主林木本数の3倍以上になる。そこで、現存する個体のうち、主林木本数に相当する上位個体をプロット毎に選んで平均値を算出したが、その値も地位3等の樹高・直径を下回る(表一2)。この試験地の15年次の樹高は、同じ産地を植栽した3箇所の試験地のうちでは最も低いと報告されている(2)。その原因は、前生林分がヒノキの不成績造林地であり、スギの不適地であったためとしている。このことから、この試験地はスギの適地ではない上に、これまで続いた無間伐の状態が加わって、このような成長の停滞が生じたものと考えられる。

表一2. 日光署スギ産地試験地の47年生時の生育状況

Table 2 Stand averages of the trial at 47 years old

区分	本数 / ha	樹高 m	直径 cm
収穫表：地位3	772	17.1	24.3
産地試験地：平均	2,537	12.3	15.7
主林木	(772)	14.7	21.8

47年次の成長及び形態形質と生存率の分散分析結果を表一3に示す。全ての形質で産地間に0.1%水準の有意差が認められた。こうした明瞭な産地間差が認められた理由は、この試験地が一般的な緩斜面に設定されたことに加えて、8×8ラテン方格の設計であるため、通常の乱塊法試験での8反復以上の産地間差の検出力を有しているためと考えられる。産地平均値ベースの反復率は、標本調査を行った樹高で0.764とやや低いが、胸高直径は0.863、根元曲り、幹曲り及び生存率は0.9を上回る高い値となった。このことから、今回の調査で得た各産地の平均値は、極めて再現性が高く、各産地の特性を反映した値であると見なせる。

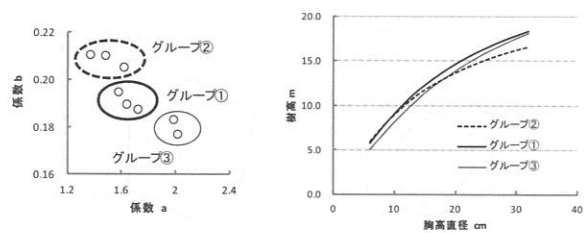
各産地の47年次のプロット材積を算出するために、樹高一直径関係の産地間差の有無を確かめた。(1)式を産地別

表一3. 47年次の各形質の分散分析結果

Table 3 Results of analysis of variance for the 5 traits

変動因	樹高	胸高直径	根曲り	幹曲り	生存率
行	***	***	***	***	***
列	NS	NS	NS	NS	NS
産地	***	***	***	***	***
反復率	0.764	0.863	0.909	0.931	0.955

注) \*\*\* : 0.1%水準の有意差あり, NS : 有意差なし。



a 産地別パラメータ b 3つのグループの樹高一直径関係

図一3 樹高一直径関係の産地間差とグループ化

Fig. 3 Provenance variation in height-diameter relationship

及び全体にあてはめて共分散分析を行ったところ、(1)式を変形した直線回帰式の傾きは一樣でないとの結果を得た。そこで、産地毎に算出した(1)式の2つのパラメータの類似度にもとづいて、直線回帰式の傾き及び高さとも均一な3つのグループに区分した(図一3a)。この3グループの樹高一直径関係は図一3bに示したとおりであり、①全ての直径階で樹高が高い産地(遠野、村松、鳥海)、②小直径階の樹高は低いが直径階が大きくなるにつれ樹高が高くなる産地(立山、本名)及び③小直径階の樹高は高いが大直径階での樹高は相対的に低い産地(魚梁瀬、鱒ヶ沢、地スギ)に分類された。

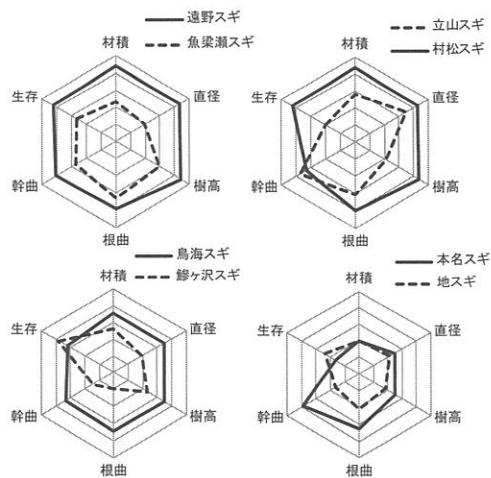
この3つの樹高曲線を用いて算出したプロット材積を含む6形質の産地別平均値を表一4に示す。なお、プロット材積についても他の形質と同様の分散分析を行ったところ0.1%水準の有意な産地間差が認められた。

レーダーチャートによると、遠野及び村松スギが成長、通直性及び生存率ともに良好で、鳥海ムラスギがこれに次ぐ(図一4)。立山スギと本名スギは通直性に優れるが、ともに生存率が低く、本名スギは成長も劣る。魚梁瀬スギは直径成長が劣るものの、その他の特性は平均に近い。鱒

表一4. 47年次の各形質の産地平均値

Table 4 Provenance average performance for the 6 traits

産地名	材積 m <sup>3</sup> /plot	直径 cm	樹高 m	根曲り	幹曲り	生存率
遠野	10.0	16.7	13.7	4.18	4.13	0.94
魚梁瀬	6.6	14.8	12.3	4.07	3.79	0.80
立山	7.4	16.1	11.4	4.03	4.04	0.73
村松	9.9	16.7	13.6	4.19	3.95	0.93
鳥海	8.7	16.0	12.8	4.10	3.95	0.86
鱒ヶ沢	7.2	14.8	11.6	3.70	3.47	0.91
本名	6.0	15.2	11.8	4.07	4.09	0.68
地スギ	6.0	14.9	11.1	3.88	3.53	0.77
平均	7.7	15.7	12.3	4.03	3.87	0.83
標準偏差	1.6	0.8	1.0	0.17	0.25	0.10



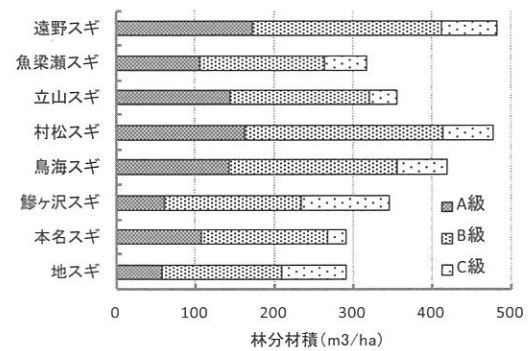
図一4. 47年次の6形質を用いた各産地の相対評価  
Fig. 4 Evaluation of provenances by Rader chart

ヶ沢スギは生存率は高いものの、成長と通直性が著しく劣る。また、地スギは全ての形質で劣る。

北関東・東山地方スギ林分密度管理図に、各産地の ha 当たりに換算した林分材積と林分密度をプロットすると、収量比数は 0.75 から 0.95 までの範囲に広く分布する。この違いは、先に述べた樹高一直径関係で3つに区分した各グループの特長とも比較的よく対応している。グループ①(遠野、村松、鳥海)は成長及び生存率ともに平均以上であることから収量比数が高く、同一直径階での樹高はやや高めになる。一方、グループ②(立山、本名)の生存率は低いため、樹高の低い個体の直径は比較的大きい。グループ③(魚梁瀬、鱈ヶ沢、地スギ)の生存率は一定ではないが、グループ②とは対称的に通直性が劣る。以上のように、樹高一直径関係の産地間差は、各産地の成長と生存率の違いに起因する林分密度の差異や、通直性の違いによって生じたと考えられる。

プロット毎に推定した通直な材からの累積材積率を表す(3)式のパラメータを分散分析したところ、尺度 ( $b_3$ ) には 0.1%水準の有意な産地間差が認められたが、形 ( $c_3$ ) に有意差はなかった。各プロット内の本数は50本前後であり、 $c_3$  が表す累積材積率の微妙な増加傾向の違いを安定的に把握するにはやや不足していたものと思われる。

各産地の尺度のパラメータを用いて、最も通直な X=1 の割合 (A級) と、それに次ぐ X=3 までの割合 (B級) を求め、林分材積に換算した結果を図一5に示す。幹の通直性が高い立山スギ及び本名スギの A 級材の割合は、他の産地に比べて明らかに高い。ただし、これらの産地の A 級材の



図一5. 各産地の林分材積に占める通直な材の割合  
Fig. 5 Volume for the three grades of stem straightness

材積は、総材積に優る遠野スギや村松スギのそれを上回るほどではない。一方、通直性に劣る鱈ヶ沢スギや地スギは A 級材の材積が少なく C 級材の占める割合が大きい。この方法は、これまで別々に扱っていた成長性と通直性を統合して利用面から評価する際の有効な手段と考えられる。

#### IV おわりに

この報告では、収穫期に達した有名スギの産地別の林分としての生育状況を分析した。きわめて明瞭な産地間差が、成長のみならず形態や生存率にも認められ、総合的に優れた産地もほぼ明らかとなった。ただし、この試験地はスギの適地ではない上に、無間伐状態で推移させてきたため、ここで得た知見に加えて他の試験地の結果も併せて検討して、北関東地域に適する産地を選定することが望ましい。

#### V 引用文献

- (1) 萩行治義・古越隆信(1971) 有名スギの産地試験 関東林木育種場年報 8:122-170
- (2) 金子富吉(1981) 有名スギ・マツの成長経過 関東林木育種場産地試験地 15年目の調査結果から 林業技術 467:29-32
- (3) 松井光瑠・土井恭二(1969) 坂口勝美監修 すぎのすべて 特殊立地における更新 212-221, 448pp 全国林業改良普及協会 東京
- (4) 西沢正久(1972) 森林測定 実践林業大学 XI, 348pp. 農林出版
- (5) 農林省林業試験場(1957) 材積表調整業務研究資料 第2号 前橋営林局 表日本・裏日本すぎ立木幹材積表調整資料, 51pp, 林野庁
- (6) 農林省林業試験場(1955) 収穫表調整業務研究資料 第14号北関東・阿武隈すぎ林分収穫表調整説明書, 63pp, 林野庁