

スギ幼木の形質に及ぼす斜植え,施肥,雪起こしの影響

誌名	日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society
ISSN	0021485X
著者名	平,英彰 安田,洋
発行元	日本林學會
巻/号	68巻8号
巻号補足	
掲載ページ	p. 333-337
発行年月	1986年8月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



短 報

スギ幼齢木の形質に及ぼす斜植え、施肥、雪起こしの影響*

平 英 彰**・安 田 洋**

TAIRA, Hideaki and YASUDA, Hiroshi: **Effects of inclined planting, fertilization, and roping straightened stem on characteristics of young sugi J. Jpn. For. Soc. 68: 333~337, 1986** Basal bending and characteristics in young sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) induced by inclined planting, fertilization, and straightening stems prostrated by snow, and the role of these treatments in preventing basal bending of the stems above the ground surface were studied. Eight sub-plots were established for testing these tree treatments singly or in combinations. The influence of each treatment on the stem form, the formation of reaction-wood, leaf-production, root form, and growth was measured in two-year-old trees. The results were as follows. (1) There was little effect by these treatments in reducing basal bending, but there was interaction of slant planting and fertilization on the straightening of bending stems. (2) With slant planting the bend formed in part of the stem and the roots, which are hard to damage when stems are prostrated by snow became deformed. (3) Fertilization accelerated the growth of the trees and increased stem weight when it was combined with slant planting. (4) Tying up a prostrated stem with rope after straightening it (roping) in early spring decreased the production of reaction-wood and increased the production of new leaves.

I. は じ め に

積雪の影響によるスギの根元曲りを軽減させるため、これまで多くの方法が試みられてきた。そのなかで斜植え、施肥、雪起こしに顕著な効果のあることが報告されている(2~4, 6, 7, 15, 16) これらの報告では、いずれも各処理の主効果については検討されているが、それらの処理の組合せによる交互作用については考察されていない。斜植え、施肥、雪起こしによってスギの根元曲りが軽減されるのは、これらの処理によってスギの樹幹が倒伏しにくい形質を獲得していくためと考えられる。しかし、これらの処理によってスギの各部位の生長やあて材の形成にどのような変化が生じ、それが樹幹倒伏の軽減に果たす役割についてはほとんど明らかにされていない。スギ幼齢期に形成される根元曲りを軽減し、より合理的な施業を行うには斜植え、施肥、雪起こしの単独処理の有効性を結果として知るだけでなく、各処理間の交互作用および処理によってスギに生ずるこれらの変化についても把握する必要がある。

このような目的で筆者らは斜植え、施肥、雪起こしがスギの傾幹幅増減、各部位の重量、あて材の形成、生長促進に及ぼす主効果と交互作用および根系の形態につい

て調査し、根元曲りの軽減にどのような役割りを果たすのか検討した。

この報告をとりまとめるにあたり、国立林業試験場遺伝育種第一研究室明石孝輝主任研究官にご指導たまわったことに対し厚くお礼申しあげる。

II. 材 料 と 方 法

富山県中新川郡立山町栃津地内の海拔高約 300 m の山腹中部北向き斜面に試験地を設定した。斜面の傾斜は約 20° で、土壌は新第三紀の砂岩、礫石、泥岩を母材とする適潤性黒色土(偏乾亜型) B₁D(d) である。堆積土のため同一断面が不連続で A 層は薄く、細土容積が大きく堅密であり、しかも酸性が強く、C/N 比が高く、置換性塩基の乏しい土壌である。

試験地より約 1 km 北西に位置する富山県林業試験場(標高 238 m)の年平均気温は 13.2°C、年降水量 2,740 mm、過去 10 年間の平均年最大積雪深は 110±52 cm で、1978/79 年 38 cm、1979/80 年は 157 cm を記録している。

斜植えと直立植え、施肥の有無、雪起こしの有無の 3 因子 2 水準を L₈ 直交表に割り付け、これに基づいて合計 8 プロット(1 プロット 56 本植え、計 448 本)を

* 本報の概要は第 94 回日本林学会大会で発表した。

** 富山県林業試験場 Toyama Pref. Forest Exp. Stn., Toyama 930-13

表-1. 樹高, 部分重, 根の形質およびあて材の形成に及ぼす各処理の主効果と交互作用
Main efficiencies and interaction of the treatments on tree height, dry weight of various plant parts, the characteristics of roots, and proportion of compression-wood in each annual ring of two-year-old *C. japonica* trees

Treatment	Height (cm)	Dry weight					NL (g)	Compression-wood		Characteristics of roots	
		Stem (g)	NL (g)	OL (g)	Roots (g)	Branches (g)		1-yr (%)	2-yr (%)	Stump length (cm)	No. of roots
I	-12.5	-19.5	-0.4	-0.2	1.5	-3.6	0.3	16.4**	-9.6*	5.5**	-3.1
F	29.0**	72.5**	70.3**	17.9**	42.3**	28.8**	-0.1	1.1	4.4	-0.2	10.5**
R	5.6	-13.3	20.1	-6.3	-1.7	2.6	1.0**	-1.1	-26.6*	1.2	-7.7**
I × F	7.4	20.9*	18.6	5.4	9.7	2.6	-0.1	-1.3	-0.8	0.9	-3.3
I × R	-0.2	6.2	13.3	-2.6	6.7	0.0	-0.4	0.9	4.2	-0.9	3.5
F × R	-14.1*	-48.2**	-42.8*	-20.6*	-32.1**	-12.6*	1.0**	13.6**	-5.1	0.6	-5.7**
I × F × R	-4.1	-9.4	-5.4	-6.3	-3.7	-1.8	0.3	3.8	-4.2	-0.5	4.3

NL, new leaves; OL, old leaves; No. of roots, number of roots emerging within 10cm along the stump above the ground surface; I, inclined planting; F, fertilization; R, roping

** Significant at 1% level

* Significant at 5% level

1978 年 10 月に設定し, 長さ約 35 cm の 2 年生スギ苗を植栽した。試験地の配置は前報 (5) と同じである。植栽間隔は 2 m × 2 m, 植穴の大きさは 40 cm × 40 cm, 深さは 30 cm とした。植栽時, 施肥区の植え穴に有機質肥料 (6:6:7) を 1 本当たり 200 g いれ, その後, 1980 年 4 月中旬, 樹冠下 (半径約 30 cm) に化成肥料 (14:18:16) を 1 本当たり 200 g 散布し, 鋤で軽く地面にすきこんだ。斜植え苗の傾きは, 植栽地点に立てた垂線より谷側におよそ 60° とした。雪起こしは, ビニールテープを樹幹長の約 1/3 の高さにつけ, まっすぐになるまで幹を引き起こした。期間は, 2 年生時の 1980 年 4 月 19 日から 6 月 19 日までの 2 か月間とし, 下刈りは毎年 6 月中旬と 8 月中旬の 2 回刈りとした。

樹幹には, 地際と樹幹に沿い地際から 5, 10, 30, 40, 50 cm の距離の各部位に側方からみて中央点にペイントで印を付けた。また, 山側の地際に印を付け, この地際に向かって上方より重りの付いたナイロンテグスを垂直におろし, その垂線と幹に付けた印 (幹の頂点をも測点に加えた) との水平距離 (最短距離) を測定し, 各測定値から地際での測定値を引いた値を傾幹幅とした (9)。

傾幹幅の測定のため各プロットから 5 本, 計 40 本を立木位置に偏りのないよう抽出した。樹高の測定は 1979 年 10 月 11 日の場合, 地際から先端までの高さとし, 1980 年 11 月 2 日は樹幹長を測定した。傾幹幅の測定は前年の降雪前 1979 年 10 月 11 日と消雪後およそ 3 日を経過した 1980 年 4 月 8 日から 10 日おきに 11 月 2 日まで続け, 10 月以降については, 地際から 60 cm の樹幹上部における傾幹幅も測定した。

1980 年 11 月 10 日, 40 本の傾幹幅測定木を伐倒し, 樹幹解析を行うと同時に地上 10 cm 部位の断面に

おけるあて材の占める面積を測定した。あて材は材色の濃淡で判定し, 各部位の重量は 105°C で絶乾重を測定した。伐倒後, ていねいに根を掘り取り, 根株を中心として傾斜方向と 45 度に交わる 2 本の直線を引き左右, 上下に区分し, 土壌の表層に分布する最も太い 3 本の根の分布する方位と根株の長さおよび根株から出ている根の本数を調べた。

III. 結果と考察

1. 生長量

樹高, 幹重, 枝重, 新葉重, 旧葉重, 根重のすべてにおいて, 施肥に 1% の水準で有意なプラスの主効果が認められ, 施肥は生長促進に大きな効果のあることを示した。しかし, 生長に及ぼす斜植え, 雪起こし処理の主効果は有意ではなかった。また, 施肥と雪起こしの 2 因子交互作用は, 樹高生長および各部分重の生長または増加量に 1% の水準で有意なマイナスの効果があつた。これは施肥, 雪起こし処理の併用が生長を抑制することを示しており, 施肥と雪起こしの交互作用によって地際からの発根数が少なくなったことが原因と考えられる (表-1)。

幹重において, 斜植えと施肥の 2 因子交互作用に 5% の水準で有意なプラスの効果が認められる。施肥の効果として, 幹の割合が他の器官にくらべて多くなること (1) や根元の肥大生長が促進され, 梢殺の樹幹形になることが報告されている (13)。幹重が斜植えと施肥の 2 因子交互作用によって増加したのは, 幹の割合を増加させるという施肥の効果が斜植えによる根株長の増加などの影響によってさらに増大されたものと考えられる。

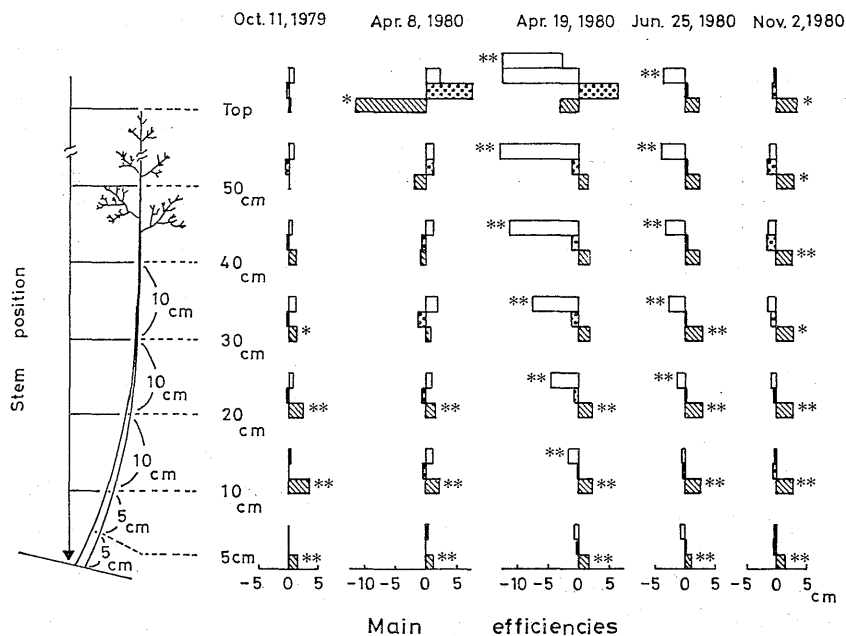


図-1. 各測定部位の傾幹幅に及ぼす斜植え, 施肥, 雪起こしの時期別主効果
Main efficiencies of inclined planting, fertilization, and roping straightened stems on basal bending of stems at different positions above the ground surface during the growing season

Slashed bar, inclined planting; dotted bar, fertilization; blank bar, roping

* Significant at 5% level; ** significant at 1% level

2. 傾 幹 幅

埋雪した2年生林木が雪圧から解放されると, 弾性歪, 弾性余効歪の消失を経て生長が始まる5月上旬ごろからあて材の形成を伴い幹の立直りが生じる。傾幹幅は6月中旬から下旬にかけて最小になり, その後, そのまま安定する個体と, 生長に伴う地上部の重量増加によって再び増大する個体がある(9)。このような立直り過程をたどる傾幹幅について前年の降雪前(10月11日), 消雪直後(4月8日), 雪起こし直後(4月19日), 立直り最大期(6月25日), 測定完了時(11月2日)における各処理の効果を検討した。

前年秋, 地上より30 cm以下の傾幹幅に斜植えによる5%または1%の水準で有意なプラス(傾幹幅大)の主効果が認められ, 斜植えが確実に実行されていたことを示している(図-1)。樹幹上部とくに先端部の傾幹幅は, 消雪直後, いっぴんは斜植えによって軽減される。これは, 雪で樹幹が倒伏したとき, 斜植えの影響により樹幹下部の倒伏幅が直立植えにくらべ小さくなるため, 根株に加わる回転の力(9, 12)が小さく, 樹幹下部に生じる幹の歪が少なかったためと推定される。その後, 樹幹上部の傾幹幅は, 斜植えによって増大され, 生

長がほぼ休止した11月2日においては, 5%の水準で有意な増大効果が認められた。しかし, 樹幹下部における斜植えの主効果は, 消雪直後, 雪起こし直後, 立直り最大期, 測定完了時のいずれの時期においても前年秋のそれより増加していない。したがって, 2年生時における斜植え木の傾幹幅が大きいのは, 植栽初期から幼齢期に限られた独特の一時的な反応と考えられる。

積雪地帯に造林されたスギの傾幹幅は, その安定期に達するまで林齢とともに増加する(11)。施肥によって生長が促進された場合, 傾幹幅の増大が林齢の若い段階から始まると考えられる。しかし, 傾幹幅に対する施肥の影響はいずれの時期においても認められない(図-1)。樹高の差が最も大きくなった11月2日における各部位の傾幹幅と樹高の共分散分析を行うと, 斜植え単独処理区に1%の水準で有意な差が認められた。このことは, 樹高を考慮しても, 斜植え単独処理区の傾幹幅が大きく, 施肥の生長促進効果に伴う傾幹幅の増大はなかったことを示している。これは, 1979年10月における施肥木と無施肥木の樹高差が9 cmしかなく, 樹幹の倒伏程度に差がなかったことと, 施肥による生長促進によっても倒伏した樹幹の立上り量に違いがなかったためと考え

表-2. 高さ別の傾幹幅における斜植え、施肥、雪起こしの交互作用
Interaction of inclined planting, fertilization, and roping straightened stems on
the basal bending of stems at different position above the ground surface

Treatment	Stem position (cm)							
	5	10	20	30	40	50	60	Top
I × F	-0.3	-0.3	-0.5	-1.3	-1.6	-2.2	-2.9*	-2.9*
I × R	-0.1	-0.2	-1.0	-0.8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7
F × R	0.1	0.0	-0.5	-0.5	0.2	0.4	0.8	0.8
I × F × R	0.1	0.1	0.7	1.4	1.9	2.3	3.0*	3.0*

Symbols are the same as in Table 1.

られる(10)。

雪起こし処理の場合は、雪起こしを完了した4月19日において傾幹幅の著しい軽減効果が認められるが、それ以降はしだいにその効果が低下し、11月2日では、6月25日まで認められていた雪起こしの効果はまったく消失している。これは、2年生時においては倒伏した樹幹の立直りが著しくよかったことや、雪起こし木では6月25日以降に傾幹幅が再増加(9)した個体が多かったことがその理由として挙げられる。11月2日において、地際から60cm以上の幹の先端部の傾幹幅に斜植えと施肥による有意なマイナスの2因子交互作用および斜植え、施肥、雪起こしによるプラスの3因子交互作用が認められた(表-2)。斜植えと施肥の併用処理による傾幹幅の軽減は、後述する根系の形態変化や幹重の増加と密接な関係があると考えられる。斜植え、施肥、雪起こしの3処理の併用は必ずしも傾幹幅の軽減に最も有効な方法ではないことを示している。1年生時においては、各処理の交互作用はまったく認められなかったことから、このような交互作用は毎年雪起こし、施肥処理を繰り返すことによって、さらに顕著になってくると考えられる。

3. 根の形態

根系の形態は斜植えと直立植え、施肥の有無、雪起こしの有無によって大きな違いが認められた。斜植え木は山側の根系が少なく、左右の等高線方向と斜面下部に太い根がよく発達していた(図-2)。斜植えされた個体における根系の特徴は、根元曲りの大きな個体に共通する形態である(8)。これは、斜めになった根株の山側部から根がほとんど発達せず、水平方向や谷側に多くの根系が発達するためであろう。また、根株は斜植えで長くなっており、斜植えに5%の水準で有意なプラスの主効果が認められた。一方、直立植えの根系は斜面の方位に関係なく四方によく発達していた。

雪圧によって樹幹が倒伏する場合、根に回転が生じ根系が大きな損傷を受ける。山側の根系に引き抜きの力が作用するため損傷が最も大きく、圧縮を受ける谷側の根

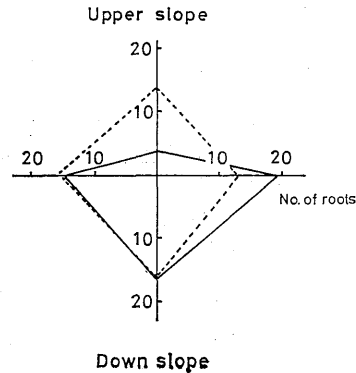


図-2. 2年生時における斜植えと直立植え木の三大表層根の水平的分布

Horizontal distribution of largest three roots of inclined and upright planted two-year-old trees in surface soil

— Inclined planting; upright planting

系ではさほど大きくない。また、等高線方向の根系にはおもにねじれの力が働くため損傷はほとんど生じない(8)。したがって、斜植えされた個体では根系が、損傷の最も大きい斜面上部において少なく、最も損傷の少ない等高線方向においてよく発達し、根株部が長くなることは、斜植えが植栽初期において根系全体の損傷を軽減する植栽方法であることを示している。

施肥木では、根重と地際から10cmの深さまでの根株から出ている根の本数が多く、施肥に1%の水準で有意なプラスの主効果が認められた。施肥木は地際からの発根を促すとともに根系全体を発達させることを示している(表-1)。

雪起こし木では、地際から10cmの深さまでの根株から出ている根の本数が少なく、雪起こしに1%の水準で有意なマイナスの主効果が認められた。これはスギの活動が始まるころ、雪起こしによって根株が動かされることや根株が地面から引き離されるため、地際近くの根株から発根が抑制されると考えられる。

4. あて材の形成と新葉の増加比

あて材の形成量は、1年生時において斜植え木に多く、斜植えに1%の水準で有意なプラスの主効果が認められる(表-1)。しかし、2年生時においては、逆に減少しており、斜植えによる軽減効果が現われている。1年生時のあて材増加は植栽方法の影響であり、2年生時において、あて材(14)の形成が少ないのは、先に述べた消雪直後における斜植え木の樹幹上部の傾幹幅が小さかったことが原因と考えられる。また、雪起こし木においても、処理を行った2年生時にあて材の形成量が著しく少なくなっている。

雪起こしの主効果と施肥、雪起こしの2因子交互作用は、新葉増加比(新葉/旧葉)に対して1%の水準で有意なプラスの効果があつた(表-1)。根元曲りの増加しなかった個体は根系の損傷が少ないため、急増した個体よりも新葉増加比の大きいことが報告されている(8)。降雪前の樹高は、雪起こし木と無処理木の間に大きな違いがみられないので、両者の間には根系の損傷に差がなかったと考えられる。したがって、雪起こし木において新葉の増加比が高くなったことは、樹幹倒伏時に生ずる根系の損傷以外のあて材の形成などによっても新葉の生産量が減退する可能性があることを示唆している。また、施肥、雪起こし処理の2因子交互作用にも有意なプラスの効果が認められたのは、施肥による生長促進によって雪起こしの効果が増大されたためと考えられる。山本ら(16)と佐藤(6)は、雪起こしを継続した林分の生長が著しくよいことを報告している。これは、雪起こしによってあて材の形成が抑制され、その結果新葉の生産が増大し、その累積によって雪起こし木の生長が促進されたのではないかと考えられる。

IV. ま と め

測定木はまだ2年生であるため斜植え、施肥、雪起こし処理による傾幹幅軽減効果は認められていない。しかし、斜植えと施肥の併用処理においては、傾幹幅軽減効果が認められる。斜植え木では根系が樹幹倒伏時に損傷を受けにくい形態に変形する。施肥処理によって表層根が増加しスギの生長が著しく促進されるとともに、斜植

えとの併用処理によって幹重の増大効果が期待される。雪起こしはあて材の形成を抑制し、新葉の増加を促進する。しかし、施肥との併用処理においては、生長の抑制効果が現われる。

引用文献

- (1) 加納 孟・中川伸策：肥培スギの材質。林試研報 162: 45~88, 1964
- (2) 片倉正行：多雪地帯におけるスギ斜植えと根元曲りについて。26 回日林中支講：7~9, 1978
- (3) 栗田稔美：スギの植栽方法が根系に及ぼす影響。日林東北支講 24: 37~40, 1973
- (4) 野表昌夫：越路実験展示林における造林試験(II) スギ 15 年生林分の施肥と雪害。新潟林試研報 24: 1~8, 1981
- (5) 阪上俊郎・平 英彰：多雪地帯のスギ幼齢木の根元曲りとその回復が季節的樹高生長パターンに及ぼす影響。日林誌 68: 87~94, 1986
- (6) 佐藤啓祐：造林木の雪害防止法の再検討(II) 多雪地帯におけるスギ造林木の雪起こしの効果。山形林試研報 11: 22~35, 1980
- (7) 四手井綱英：斜植えについて。日林東北支講 2: 7~9, 1951
- (8) 平 英彰：降雪初期の埋雪の違いがスギ幼齢木の根元曲りと生長に及ぼす影響。日林誌 64: 453~460, 1982
- (9) ———：スギ幼齢木の根元曲り形成過程。日林誌 67: 11~19, 1985
- (10) ———・安田 洋・嘉戸昭夫：N・P・K が倒伏したスギ樹幹の立ち直りに及ぼす影響。95 回日林講演要旨集：61, 1984
- (11) 塚原初男・大谷博彌・須藤昭二：豪雪急傾斜地における実生スギ造林木の根元曲り。山形農林学会報 32: 21~30, 1975
- (12) 若林隆三：多雪急傾地幼齢林の根切れ・傾根・根元曲り対策の力学的考察。90 回日林論：351~352, 1979
- (13) 渡辺哲夫：成木施肥試験(1) スギ 11 年, 19 年, 23 年生林の施肥効果について。新潟林試研報 12: 45~57, 1967
- (14) WESTING, A. H.: Formation and function of compression wood in gymnosperms. Bot. Rev. 31: 381~476, 1963
- (15) 山口 清・戸田清佐・肥垣津登・竹下純一郎・中村 基：多雪地帯における林地肥培試験(1) 幼齢期の生長と雪害。89 回日林論：231~233, 1978
- (16) 山本俊明・酒井徹朗・吉村健次郎・和田茂彦：芦生演習林スギ造林地における雪起こしの効果について。京大演報 51: 96~109, 1979

(1984 年 7 月 2 日受理)