

飛騨地域におけるスギ林の成林予測 ——立地環境要因から利用率を推定——

山口 清・横井秀一

要 旨：現在、多雪地帯において育成途上にあるスギ林、および、今後造林されるスギ林の将来の生産目標を決定するには先ずそれぞれの林地の立地環境と成林の関係を正確に把握することが極めて重要である。そこで飛騨地域に造林されたスギ林の調査から、立地環境と成林状況との関係を明らかにする目的で、施業基準に沿った利用率（施業基準に沿った基準本数に対する健全木本数の百分率）を外的基準、立地環境要因を説明要因として数量化Ⅰ類による検討を行った。併せて、根元曲り量についても同様の分析を行った。

①優良大径材生産を目標とする場合は、最深積雪深150cm未満で微地形縦断面の凹型地形を除いた林地が望ましい。②一般大径材生産を目標とする場合には最深積雪深200cm未満、斜面傾斜25度以下で微地形縦断面の凹型地形を除いた林地が望ましい。③最深積雪深200cm以上の林地については積極的な造林の対象とすべきでないことがわかった。

④根元曲りの大きさには最深積雪深、斜面傾斜が大きく作用しており、積雪深が深くなるほど、傾斜が急になるほど大きくなる傾向がある。⑤根元曲りの鉛直高は、斜面傾斜が26度以上の林地では傾斜が急になっても増加量は比較的小さいことが明らかとなった。

Ⅰ はじめに

岐阜県北部の飛騨地方は、林野面積31万haと広範な森林を擁するがその85%に当たる26万haは積雪1m以上の多雪地帯である。これらの地域では林地の傾斜も急俊であることから、森林を造成する上において林地の立地環境が成林状況を大きく左右する地域である。この地域においても過去の拡大造林施策によって、劣悪な環境下にも造林が行われ現在保育の途中にあるものが多い。これらの地域では厳しい立地環境や保育の不徹底から次第に不成績造林地が顕在化しはじめ、いま成林途上にある林分の今後の取り扱いかた、今後造林する場合の将来予測やそれを基にして林分の生産目標を決定する手法について開発が望まれている。

これまで、林分の成長量については地位指数調査、林地生産力調査が行われ林分の材積成長量の推定に大きく寄与してきたが、生産された材の利用上の価値を推定する方法はまだ開発されていない。佐藤^①は山形県内の実生スギ林分を対象に立地環境要因から林分の将来の利用率の推定を試み成果をあげているが、地域により積雪状況、林分の生産目標が異なるため地域に即した手法の開発が必要である。そこで筆者らは、岐阜県飛騨地域において将来の利用上の価値をあらかじめ定義したうえで、立地環境要因から林分の生産目標ごとの利用率を推定する方法について検討した。

本調査をまとめるにあたりご指導いただいた、当試験場長戸田清佐氏、ならびに有益な助言をいただいた山形県立林業試験場佐藤啓祐氏に深く謝意を表します。

なお、本調査は平成元年～3年度に行った国補の地域重要新技術開発促進事業「降積雪環境区分と耐雪性森林の育成技術」課題で実施したものである。

II 調査の方法

1. 調査林分

調査対象林分は、最深積雪深1.0m以上のスギ造林地のIV～VI齢級の林分とした。個々の調査林分は微地形等の環境要因が均一な場所を選定して、調査木が30～50本入るように調査区を設定した。

調査を行った林分の位置、飛騨地方の最深積雪等値線の概要を図-1に示す。

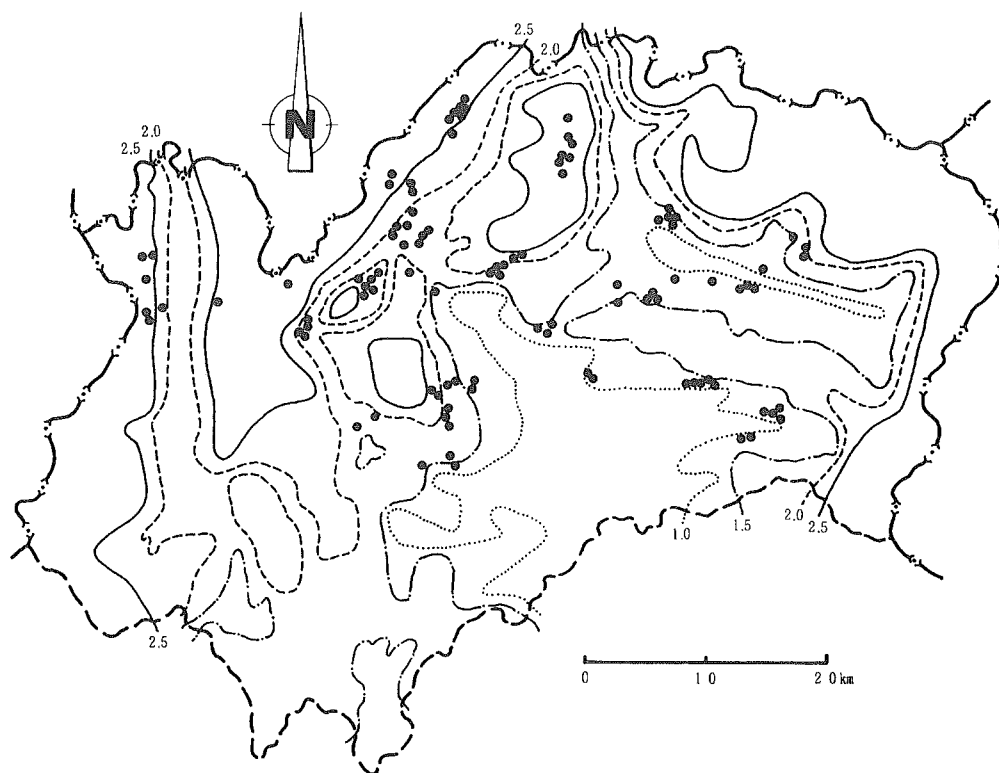


図-1 最深積雪等値線図と調査位置

2. 調査項目と方法

(1) 立地環境調査

調査林分の立地環境は、最深積雪深、海拔、方位、傾斜、斜面上の位置、斜面の形状（縦断面、横断面）、土壌型、A層の深さ、A層の堅さについて行った。このうち林分の最深積雪深については、積雪深1.5m未満は『岐阜県の森林立地』⁽¹⁾に示された等値線図から読み取った。積雪深1.5m以上の林地については『岐阜県の森林立地』に記載されていないため、「飛騨地方の最深積雪等値線図」⁽⁴⁾から読み取り調査林分の最深積雪深とした。

(2) 成林状況調査

調査プロット内の全立木について、樹高、胸高直径、枝下高、根元曲り（鉛直高—H、水平長—L）、および樹形級について調査した。根元曲りは図-2に示す方法で調査した。樹形級は、表-1、写真1～4に示すように根元曲りと樹幹の曲りとから総合的に判定した。

表-1 根元曲りと幹の曲りによる樹形級区分

根元曲り鉛直高 (cm)	根元曲り水平長 (cm)				
	0-50	51-100	101-150	151-200	201-
0-50	A*-B**-D***	B-C-D	B-C-D	—————	—————
51-100	A-B-D	B-C-D	B-C-D	B-C-D	—————
101-150	B-C-D	B-C-D	B-C-D	C-D-D	C-D-D
151-200	B-C-D	C-D-D	C-D-D	C-D-D	C-D-D
201-	C-D-D	C-D-D	C-D-D	C-D-D	C-D-D

* : 幹の曲り無・小

** : 幹の曲り中

*** : 幹の曲り大

樹形級A : 優良大径材が生産可能で、かつその利用歩止まりが高いと予測されるもの。

樹形級B : 優良大径材生産が可能であるが利用歩止まりが低い、あるいは一般大径材生産が可能でその利用歩止まりが高いと予測されるもの。

樹形級C : 一般大径材生産が可能であるが、利用歩止まりが低いと予測されるもの。

樹形級D : 利用歩止まりが極めて低い、あるいは用材としての期待ができないもの。折損・二又などの障害木もこれに含める。

3. 分析・計算

分析は、新しく森林を造成するうえにおいて、①個々の生産目標を達成するための形質を備えた立木が林分内でどの程度確保できるかについての成林予測と、②根元曲り量の推定について行った。

(1) 成林予測

a. 基準本数の決定

岐阜県林政部が示した施業体系⁽¹⁾のうち、多雪地帯を対象に作成された「スギ優良大径材生産施業基準」「スギ一般大径材生産施業基準」を基にして、それぞれの施業基準に沿って林分を管理して行くうえにおいて、個々の樹高階において必要な立木本数を基準本数とした。

b. 利用率の算出

施業基準を基にして算出された基準本数に対して、個々の施業基準を実行するうえで必要とされる樹形級区分木が、どの程度あるのかの立木の本数割合を利用率とした。なお、調査林分内において目標とする樹形級区分木が、基準本数を越えた場合の利用率は100%としてあつかった。

施業基準を実行するうえにおいて必要な、立木の樹形級区分は次のとおりとした。

施業級	樹形級区分
「スギ優良大径材生産施業基準」	……… A級木
「スギ一般大径材生産施業基準」	……… A級木・B級木

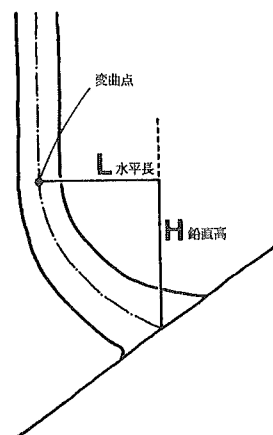


図-2 根元曲がり測定法

優良大径材、一般大径材の定義はつぎのとおりとした。

岐阜県が施業体系で示した胸高直径40cmを目標として、優良大径材では、調査時に幹が通直で将来とも6mの通直な採材が可能なもの。一般大径材では調査時に幹に曲りは認められるが、将来、肥大成長により大径材としての利用が可能なもの。

c. 計算

算出した利用率を外的基準、立地環境要因を表-2に示したカテゴリーに区分したものを説明要因として、数量化I類⁹⁾による分析を行った。

表-2 要因(説明変量)のカテゴリー区分

要 因	区 分	内 容	要 因	区 分	内 容
X 1 最深積雪	1	100-150cm	X 5 海拔高	1	700m未満
	2	150-200cm		2	700-900m
	3	200-250cm		3	900m以上
	4	250cm以上	X 6 微地形(縦断)	1	平衡
X 2 方位	1	N		2	凹
	2	E		3	凸
	3	S	X 7 土壌型	1	$B_B \cdot B_C \cdot B_{Lc} \cdot B_{D(d)}$
	4	W		2	$B_D \cdot B_E \cdot B_{Lo} \cdot B_{Le}$
X 3 斜面位置	1	尾根・山腹上部	X 8 微地形(横断)	1	平衡
	2	山腹中部		2	凹
	3	山腹下部		3	凸
	4	山脚	X 9 A層の深さ	1	15cm以下
X 4 傾斜	1	0-10度		2	16cm-25cm
	2	11-25度		3	26cm以上
	3	26-35度	X 10 A層の堅さ	1	軟
	4	36度以上		2	やや堅
				3	堅

(2) 根元曲り量の推定

根元曲り量の推定は調査林分の根元曲り量の平均値を外的基準とし、立地環境要因を説明要因

として、数量化Ⅰ類による分析を行った。

4. 分析に用いたデータ

1989～1991年に調査した112林分のデータを分析に用いた。林分の施業歴、とくに幼齢期の下刈り、雪起しはその後の林分の状況に大きな影響を及ぼすが、個々の林分について施業歴を明らかにすることはできなかった。したがって、今回の分析では施業歴は考慮しなかった。

Ⅲ 結果と考察

1. 成林の予測

(1) スギ優良大径材生産を指向した分析結果

表-3に説明要因10個から6個の場合の分析結果を示した。

説明力は当然の事ながら説明要因が10個の場合が最も高く重相関係数0.837、決定係数は0.70であった。説明要因が6個の場合では重相関係数が0.826、決定係数は0.68であり説明要因が6個でも分析結果に大きな違いは認められない。個々の説明要因についてみると最深積雪深の偏相関係数が0.821～0.812と高く、次いで林地の傾斜が大きいが偏相関係数は0.25以下と最深積雪深に比べて低い。その他の説明要因についても偏相関係数は0.2前後から0.1程度である。このように最深積雪深以外の説明要因の偏相関係数が低いことが、説明要因10個と6個でも説明力に大きな違いがあらわれない理由といえる。

最深積雪のカテゴリースコアから、最深積雪深が深くなるほど利用率の低下は大きくなる。とくに最深積雪深150cm以上では、優良大径材の生産を目標とするうえで積雪深が利用率の低下に大きく作用する。

最深積雪以外の説明要因のカテゴリースコアについてみると、利用率の低下に大きく作用するものとして微地形縦断面の凹型地形は凸型地形に比べて22.8と大きなマイナスの値を示す。このカテゴリーは、説明要因9～6個の場合でも凹型地形は、凸型、平衡型地形に比べてスコアは10以上のマイナスの値を示し、優良大径材生産を目標としたときの利用率の低下に大きく作用するといえる。

これらのことから、スギの優良大径材生産を目標とする林地は最深積雪深150cm未満の林地が望ましい。最深積雪深が150cm未満でも、他の説明要因のカテゴリーがマイナスの値を示すカテゴリーでは、十分な利用率が確保できないこともある。ちなみに、最深積雪以外の説明要因のマイナスのスコアの大きいカテゴリーを積算すると、基準本数の53%しか確保できないこともありうる。一方、最深積雪深150～200cmでも、他の説明要因のプラスのスコアの大きいカテゴリーの組み合わせによって、計算の上では目標基準本数の約97%が確保できることとなる。しかしながら、現実の林分ではそのような林分は希にしか存在しない。

以上のことから考察すると、優良大径材を生産目標とする林地は最深積雪深150cm未満の林地で、最深積雪深以外の立地環境も十分加味した上で決定する必要がある。

(2) スギ一般大径材生産を指向した分析結果

表-4に説明要因10個から6個の場合の分析結果を示した。

説明要因10個の場合の重相関係数は0.807、決定係数は0.65であったが、説明要因が6個でも大きな違いはなかった。重相関係数は、優良大径材生産の分析値よりもやや低い結果であった。個々の説明要因についてみると最深積雪の偏相関係数が0.78前後と高く、次いで林地の傾斜が0.32前後であったが、これを、優良大径材生産の分析値と比較すると最深積雪では低く、傾斜では高い値となった。その他の説明要因については斜面の位置、微地形の横断面を除いて優良大径材生産の分析値よりも偏相関係数が高かった。

説明要因10個の場合の最深積雪のカテゴリースコアからみると、最深積雪深200cm以上では利用率の低下が著しい。とくに最深積雪深が250cm以上では、積雪深150～200cmに比べて基準本数の半分以上にあたる63.4%のマイナス値を示す。その他の説明要因についてみると微地形縦断面の凹型地形では凸型地形に比べて約22%、海拔高700m未満では700m以上に比べて12～15%それぞれマイナスとして作用している。これは、凹型地形では斜面上部からの積雪の移動圧が集中する場所であり、過去の調査例からみても当然の結果といえる。反面、積雪の移動圧が分散する凸型地形では利用率にプラスの要因として作用している。一方、海拔高700m未満の林地にあっては雪質、降雪の形態が関係しているものと推測できる。飛騨地域の海拔700m未満の林地は大野郡白川村、吉城郡河合村、宮川村、神岡町に大部分が分布している。これらの地域では積雪の雪質も飛騨地域では湿雪地帯に類し、斜面での雪の移動も大きい地帯である。また、降雪の形態も他の地域と違いがあり、この地域は北陸型の降雪形態を示す地帯である。これらのことが関係して海拔高700m未満がマイナスの要因として大きく作用したものと見える。

以上のことから考察すると一般大径材を生産目標とする林地は最深積雪深が200cm未満の林地を対象とするのが妥当であり、林地の傾斜も25度以下が適当といえる。

各説明要因のカテゴリースコアから次のことが読み取れる。積雪が多くなるほど、北向き・南向きの斜面、斜面の中央部と山脚部、傾斜26度以上、海拔700m未満、微地形縦断面の平衡・凹型斜面、B_a・B_c・B_d(d)型土壌A層の深さが15cm以下などがそれぞれ利用率の低下に作用している。

飛騨地域には最深積雪深が250cmを越える林地にもスギの造林が行われているが、それらは不良林分が多い。この分析結果からみても、最深積雪以外の説明要因のプラスのカテゴリーを積算しても、最大で63%にしかならない。実際にはプラスのカテゴリーのみの林地は存在することが希であることから、最深積雪深200cm以上の林地は造林の対象と考えないことが必要といえる。

2. 根元曲り量の推定

(1) 根元曲り鉛直高(H)の推定

表-5に説明要因10個から8個の場合の分析結果を示した。

説明力は説明要因の数による違いが認められなく、重相関係数0.858、決定係数は0.74である。個々の説明要因についてみると最深積雪深の偏相関係数が0.82と最も高く、次いで林地の傾斜、

A層の堅さ、海拔高の相関が高い。とくに林地の傾斜は先に示した成林予測の結果に比べても高く、偏相関係数で0.49を示し根元曲りの鉛直高に林地の傾斜が大きく作用しているといえる。

最深積雪深をみると、最深積雪深150cm以上は根元曲りの鉛直高の増大に大きく作用し、200cm以上では積雪深がさらに大きく作用する。しかし、積雪深が250cm以上になっても作用の程度は変わらない。このことは最深積雪深200cmが根元曲り鉛直高の増大に作用する一つの区分点ともいえる。

林地の傾斜についてみると、傾斜が急になるほど根元曲りの鉛直高の増大に作用し、とくに、傾斜26度以上で大きく作用するが、傾斜36度以上になっても作用の程度は大きくは変わらない。

(2) 根元曲り水平長(L)の推定

表-6に説明要因10個から8個の場合の分析結果を示した。

説明力は根元曲りの鉛直高よりやや低く、重相関係数が0.838、決定係数は0.70である。説明要因の数による説明力の違いは認められない。各要因の中で相関が高いのは最深積雪深と林地の傾斜で、とくに傾斜は他の分析に比べて相関が高い。

最深積雪深は深くなるほど根元曲り水平長の増大に大きく作用するようになる。

また、林地の傾斜も急になるほど根元曲り水平長の増大に対する作用が大きくなっている。これらは、先に述べた根元曲り鉛直高の場合の最深積雪深200cm以上、あるいは傾斜26度以上になると根元曲り鉛直高の増大に対する作用に差がなくなるという結果とは異なる結果である。

これは、積雪深が増大したり林地の傾斜が急になって雪圧をうけた場合、林木は倒伏、傾斜するが幹の途中からの起上り回復(根元曲りの形成)によって、鉛直高には大きく作用しないが水平長には大きく作用し、傾斜が強くと林木の倒伏、傾斜が大きいほどこの傾向は強くなるためといえる。

IV あとがき

調査林分は、保育手入れの良好な林分、不良な林分が混在しており、さらに、これらの林分は56豪雪による被害を経験した林分で、被害後の手入れの内容により林分形態にも大きな影響を与えているものと推察できる。佐藤⁹⁾は手入れ不良林分では、推定値が過大に、手入れ良好林分では過少に得られたことを報告している。一方、立地環境の要因である最深積雪深は平均値を基にしているが、年変動が大きいため造林木が最も雪害を受けやすい時期に大雪に当たったもの、その逆の場合などがある。このように調査林分は均一性を欠くことは否めなかった。

林分の手入れの状況などが均一な林分を抽出して分析することができれば、予測、推定の精度はさらに向上するものと考えられる。

引用文献

- (1) 岐阜県林政部：岐阜県の森林立地 —— 立地環境に基づく施業技術体系 ——, 190pp, 1981
- (2) 佐藤啓祐：豪雪地帯における実生スギ林分の利用率の推定方法, 山形林試研報18：61～105, 1988
- (3) 田中豊・垂水共之・脇本和昌：パソコン統計解析ハンドブック II多変量解析編, 403pp, 共立出版, 1984
- (4) 山口清・戸田清佐・野々田三郎：岐阜県飛騨地方における積雪環境について, 岐阜寒林試研報3：1～23, 1978

表-3 優良大径材生産を目的とした分析結果

要因	カテゴリ	要因 10			要因 9			要因 8			要因 7			要因 6		
		スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数
最積積雪	100~150	46.113	88.445	0.821	46.084	88.859	0.823	46.260	88.074	0.820	46.592	89.376	0.821	45.916	87.375	0.812
	150~200	-3.679			-3.284			-4.027			-4.015			-29.950		
	200~250	-29.745			-30.028			-29.871			-29.392			-41.460		
	250~	-42.332			-42.774			-41.815			-42.784			-3.668		
方位	N	-2.802	7.647	0.129	-2.817	7.394	0.125	-3.695	8.282	0.148	-3.944	8.518	0.144	-1.438	7.391	0.135
	E	4.845			4.577			4.588			4.574			3.723		
	S	-2.310			-2.075			-1.984			-1.297			3.673		
	W	2.452			2.435			3.585			3.158			-3.232		
斜面位置	尾根・斜面上部	1.756	17.049	0.192	2.031	17.094	0.194	1.402	19.258	0.206	1.553	18.053	0.190	-4.698	18.613	0.208
	斜面中部	-5.773			-5.779			-5.685			-4.872			3.081		
	斜面下部	1.608			1.427			1.160			0.373			13.916		
	山脚	11.276			11.316			13.573			13.181			12.428		
傾斜	~10	14.281	18.049	0.247	14.351	18.071	0.249	13.764	17.324	0.235	13.593	17.571	0.233	-0.237	16.162	0.213
	11~25	-1.794			-1.882			-2.283			-1.852			-2.784		
	26~35	-3.768			-3.720			-2.408			-2.175			-3.734		
	36~	-2.749			-2.781			-3.560			-3.978			-4.364		
海拔高	~700	-4.702	11.911	0.182	-4.599	11.759	0.181	-4.270	10.624	0.162	-4.459	10.492	0.156	-0.864	10.458	0.157
	700~900	-1.253			-1.280			-1.042			-0.787			6.093		
	900~	7.208			7.160			6.354			6.033			-10.713		
	微地形(線)	-0.072	22.779	0.211	-0.142	22.934	0.212	0.284	22.470	0.211	1.164	16.877	0.191	0.620		
土壌型	凹	-17.235			-17.236			-17.594			-14.799					
	凸	5.544			5.698			4.876			2.078					
	B ₁ -B ₂ -B _{1c} -B _{2d}	-5.503	8.561	0.167	-5.523	8.591	0.167	-6.057	9.422	0.183	-6.835	10.632	0.209			
	B ₁ -B ₂ -B _{1c} -B _{2c}	3.057			3.068			3.365			3.797					
微地形(楕)	平衝	0.114	9.874	0.122	0.266	9.626	0.119	-0.163	9.166	0.115						
	凹	5.912			5.597			5.776								
	凸	-3.962			-4.029			-3.390								
	A層の深さ	-5.002	8.615	0.118	-5.259	8.845	0.122									
A層の深さ	~15	3.614			3.586											
	16~25	0.530			0.628											
	26~															
	A層の壁さ	-0.659	2.882	0.043												
A層の壁さ	やや堅	0.940														
	やや堅	-1.942														
	堅															
定数		43.839			43.839			43.839			43.839			43.839		
重相関係数 R				0.837			0.836							0.832		0.826
決定係数 R ²				0.700			0.699							0.693		0.683

表-4 一般大径材生産を目的とした分析結果

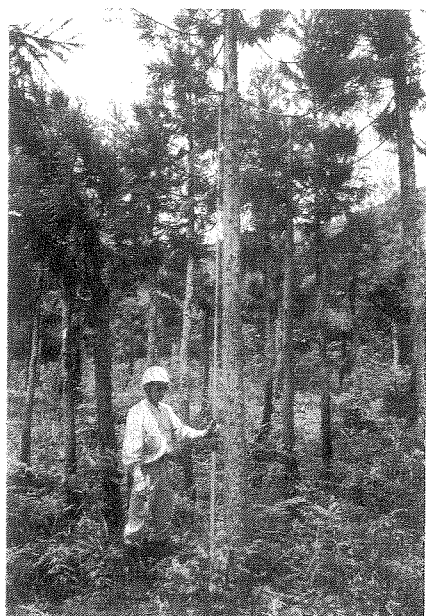
要因	カテゴリ	要因数 10			要因数 9			要因数 8			要因数 7			要因数 6		
		スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数
最深積雪	100~150	32.576	85.155	0.777	32.546	86.305	0.788	32.910	85.465	0.782	32.761	85.069	0.785	32.017	82.868	0.771
	150~200	10.855			11.748			10.663			10.706			10.863		
	200~250	-23.708			-24.210			-23.951			-24.053			-24.666		
	250~	-52.579			-53.759			-52.555			-52.308			-50.851		
方位	N	-5.487	13.490	0.189	-5.604	12.968	0.181	-6.887	14.318	0.212	-6.865	14.282	0.212	-6.562	13.042	0.204
	E	8.003			7.363			7.431			7.417			6.481		
	S	-1.337			-0.750			-0.610			0.633			-0.788		
	W	2.410			2.461			4.085			4.094			4.661		
斜面位置	尾根・斜面上部	3.512	8.924	0.118	4.063	9.574	0.119	3.234	5.714	0.087	3.044	5.747	0.089	-2.220	6.651	0.121
	斜面中部	-2.728			-2.645			-2.481			-2.703			-2.511		
	斜面下部	1.795			1.386			0.936			1.160			4.140		
	山脚	-5.412			-5.511			-2.307			-1.863			-1.054		
傾斜	~10	11.706	18.473	0.326	12.008	19.052	0.328	11.232	19.447	0.310	11.000	19.222	0.308	9.718	19.653	0.315
	11~25	10.513			10.422			9.839			9.923			11.699		
	26~35	-6.024			-5.858			-3.953			-3.875			-4.545		
	36~	-6.767			-7.045			-8.215			-8.223			-7.954		
海拔高	~700	-10.633	15.113	0.244	-10.429	14.889	0.239	-9.334	14.749	0.234	-9.919	14.660	0.234	-9.815	14.471	0.228
	700~900	4.480			4.460			4.815			4.741			4.656		
	900~	1.673			1.509			0.303			0.438			0.504		
	平衝	-2.345	22.169	0.235	-2.519	22.612	0.249	-1.885	22.058	0.237	-1.687	22.409	0.236	-1.597	16.310	0.185
微地形(縦)	凹	-12.982			-13.030			-13.665			-14.262			-9.766		
	凸	9.187			9.582			8.393			8.148			6.544		
	B _a -B _b -B _l -B _d (d)	-6.858	10.669	0.196	-6.640	10.329	0.190	-7.551	11.746	0.212	-7.520	11.698	0.213			
	B _b -B _a -B _l -B _l	3.810			3.689			4.195			4.178					
微地形(横)	平衝	0.853	1.938	0.034	1.220	2.604	0.050	0.634	1.694	0.028						
	凹	-0.654			-1.383			-1.060								
	凸	-1.084			-1.265			0.440								
A層の深さ	~15	-7.200	11.896	0.153	-7.800	12.522	0.162									
	16~25	4.696			4.722											
	26~	0.930			1.127											
	軟	-1.959	5.816	0.093												
A層の堅さ	やや堅	2.335														
	堅	-3.481														
		67.018			67.018			67.018			67.018			67.018		
定数																
重相関係数 R				0.807			0.806			0.801			0.801			0.793
決定係数 R ²				0.652			0.649			0.641			0.641			0.629

表-5 根元曲り鉛直高(H)の推定

要 因	カテゴリー	要 因 数 10			要 因 数 9			要 因 数 8		
		スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数
最深積雪	100~150	-43.850	81.724	0.823	-43.655	81.373	0.827	-43.601	81.389	0.827
	150~200	2.264			2.135			2.080		
	200~250	33.736			33.830			33.762		
	250~	37.874			37.718			37.789		
方位	N	-0.472	14.904	0.233	-0.598	14.837	0.233	-0.525	14.425	0.229
	E	-1.035			-0.938			-0.920		
	S	7.636			7.650			7.403		
	W	-7.268			-7.187			-7.021		
斜面位置	尾根・斜面上部	6.484	10.886	0.159	6.516	11.036	0.161	6.700	11.187	0.163
	斜面中部	0.092			0.153			0.106		
	斜面下部	-4.402			-4.520			-4.488		
	山脚	0.605			0.757			0.348		
傾斜	~10	-25.108	33.276	0.490	-25.058	33.056	0.490	-24.687	32.862	0.487
	11~25	-3.504			-3.545			-3.829		
	26~35	7.452			7.615			7.421		
	36~	8.168			7.999			8.175		
海拔高	~700	-1.117	16.796	0.297	-1.058	17.001	0.302	-0.998	17.036	0.303
	700~900	5.971			6.020			6.011		
	900~	-10.825			-10.981			-11.025		
微地形(縦)	平衡	-0.798	5.123	0.055	-0.719	5.248	0.056	-1.334	7.098	0.114
	凹	-2.573			-2.800			-3.184		
	凸	2.550			2.448			3.914		
土壌型	B _u ・B _c ・B _l ・B _o (d)	4.677	7.275	0.131	4.419	6.874	0.129	4.703	7.316	0.139
	B _u ・B _c ・B _l ・B _o	-2.598			-2.455			-2.603		
A層の堅さ	軟	8.281	16.514	0.344	8.267	16.454	0.344	8.287	16.492	0.345
	やや堅	-8.233			-8.186			-8.205		
	堅	6.537			6.359			6.372		
微地形(横)	平衡	-0.743	3.184	0.043	-0.749	2.966	0.043			
	凹	-1.148			-1.008					
	凸	2.036			1.957					
A層の深さ	~15	-0.923	1.342	0.023						
	16~25	-0.311								
	26~	0.419								
定 数		99.723			99.723			99.723		
重相関係数 R		0.858			0.858			0.858		
決定係数 R ²		0.737			0.737			0.736		

表-6 根元曲り水平長(L)の推定

要 因	カテゴリー	要 因 数 10			要 因 数 9			要 因 数 8		
		スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数	スコア	レンジ	偏相関係数
最深積雪	100~150	-38.222	89.995	0.786	-37.081	87.598	0.788	-36.631	86.536	0.785
	150~200	-5.890			-6.452			-6.558		
	200~250	24.557			25.086			25.178		
	250~	51.773			50.517			49.906		
方位	N	7.078	16.954	0.271	6.536	16.220	0.261	6.576	16.014	0.256
	E	-4.832			-4.267			-4.265		
	S	3.392			3.471			3.208		
	W	-9.875			-9.684			-9.437		
斜面位置	尾根・斜面上部	5.793	9.705	0.134	6.161	10.732	0.147	6.963	12.078	0.158
	斜面中部	-0.793			-0.437			0.041		
	斜面下部	-3.912			-4.571			-5.115		
	山脚	3.789			4.088			2.387		
傾斜	~10	-27.845	48.266	0.574	-27.362	46.933	0.567	-26.198	46.026	0.565
	11~25	-13.394			-13.525			-14.185		
	26~35	3.027			3.679			3.217		
	36~	20.422			19.571			19.828		
海拔高	~700	-0.580	5.655	0.094	-0.305	6.638	0.109	-0.221	7.227	0.119
	700~900	2.078			2.314			2.483		
	900~	-3.577			-4.324			-4.744		
微地形(縦)	平衡	2.059	13.423	0.145	2.420	12.522	0.151	0.977	10.466	0.120
	凹	6.796			5.507			6.346		
	凸	-6.627			-7.015			-4.120		
土壌型	B _n ・B _c ・B _{lc} ・B _o (d)	5.892	9.165	0.151	4.493	6.989	0.121	4.862	7.563	0.129
	B _o ・B _e ・B _{lo} ・B _{le}	-3.273			-2.496			-2.701		
A層の堅さ	軟	4.153	9.319	0.175	4.170	8.418	0.166	4.390	8.900	0.177
	やや堅	-4.448			-4.248			-4.510		
	堅	4.871			3.801			4.190		
微地形(横)	平衡	-2.826	7.599	0.109	-2.734	6.849	0.101			
	凹	0.304			1.083					
	凸	4.773			4.115					
A層の深さ	~15	-4.198	6.578	0.108						
	16~25	-2.860								
	26~	2.380								
定 数		47.491			47.491			47.491		
重相関係数	R			0.838			0.836			0.835
決定係数	R ²			0.702			0.699			0.697



1 A級木



2 B級木



3 C級木



4 D級木

写真 樹形級区分

付表-1 分析に用いた標本林分

林分 番号	平 均 樹高m	平 均 胸高直径cm	根元曲り		ha当り 本 数	優良大径材 基 準 本 数	利用率 %	一般大径材 基 準 本 数	利用率 %
			Hcm	Lcm					
1	5.7	11.3	106	85	1706	2700	5	2100	23
2	6.7	13.2	143	96	1327	2400	0	1800	9
3	5.4	10.7	107	43	1900	2700	2	2100	22
4	4.4	8.8	115	98	1172	3000	0	2700	5
5	6.5	13.2	147	97	1586	2400	0	1800	24
6	5.2	10.9	96	40	1786	3000	0	2200	6
7	6.6	10.8	107	27	3511	2400	9	1800	77
8	5.1	11.2	159	137	1912	3000	0	2200	0
9	5.0	11.0	183	156	1047	3000	0	2200	0
10	5.0	11.4	153	133	1421	3000	0	2200	2
11	5.4	12.1	149	153	1128	2700	0	2100	0
12	3.6	7.9	122	89	1179	3000	0	3000	22
13	5.7	12.4	163	107	1899	2700	2	2100	15
14	16.4	26.1	145	47	1122	1000	0	600	100
15	19.0	29.8	151	61	995	800	6	500	100
16	5.4	12.8	155	81	1622	2700	3	2100	9
17	6.9	14.4	139	61	1233	2300	0	1700	3
18	15.4	22.6	63	11	1340	1000	77	700	100
19	11.1	16.0	84	20	2327	1700	78	1000	100
20	8.2	14.8	170	148	2975	2100	0	1500	0
21	7.0	14.9	190	203	1709	2300	0	1700	0
22	12.8	20.4	121	24	1455	1400	36	800	100
23	12.3	19.8	108	31	1538	1500	33	900	100
24	10.3	16.8	101	20	1847	1800	50	1200	90
25	9.6	15.1	109	22	1704	1800	41	1300	85
26	6.1	14.7	170	95	1884	2500	0	1900	19
27	6.6	14.1	171	132	2362	2400	0	1800	9
28	8.2	15.1	113	45	1451	2100	17	1500	62
29	6.9	12.8	128	59	1553	2300	11	1700	60
30	8.8	15.5	114	40	1438	1900	11	1300	42
31	9.1	13.7	79	17	2500	1900	71	1300	100
32	14.4	20.7	89	20	1544	1200	67	700	100
33	18.3	26.1	98	20	1111	900	69	500	100
34	15.4	21.1	134	60	1781	1000	14	700	78
35	14.0	18.7	107	37	2830	1300	80	700	100
36	14.2	21.2	121	36	1416	1300	27	700	100
37	6.7	10.7	134	96	2990	2400	0	1800	52
38	6.7	11.8	131	81	1732	2400	3	1800	48
39	11.5	17.3	72	15	2000	1600	88	1000	100
40	13.2	18.3	137	40	1630	1400	42	800	100
41	7.0	11.8	133	46	2481	2300	13	1700	87
42	9.8	16.5	124	38	1812	1800	19	1200	89
43	6.9	12.9	149	113	1368	2300	0	1700	10
44	8.2	15.9	135	55	1333	2100	11	1500	35
45	8.6	14.2	154	59	2619	2000	0	1400	40
46	7.6	12.1	127	51	2276	2200	15	1600	100
47	8.2	15.5	108	40	1550	2100	30	1500	100
48	9.1	15.3	73	13	1667	1900	29	1300	73
49	7.9	12.4	129	41	2417	2100	24	1500	100
50	8.6	14.2	129	50	2558	2000	23	1400	100
51	8.4	11.3	75	21	3600	2000	100	1400	100
52	14.0	19.6	76	24	3058	1300	100	700	100
53	13.4	18.7	67	12	2032	1400	100	800	100
54	15.5	17.2	74	15	3723	1000	100	700	100
55	14.1	20.0	37	6	2200	1300	100	700	100

最積雪深	方位	斜位	面置	傾斜	海拔高	微地形横断	微地形縦断	土壌型	A層の深さ	A層の堅さ
4	4	3	3	3	3	1	1	2	2	2
4	4	2	3	3	3	1	2	2	2	1
4	4	4	2	3	3	1	1	2	2	1
4	1	1	4	3	3	1	1	1	2	2
4	1	1	3	3	3	1	1	1	1	1
4	4	1	1	3	3	3	1	1	1	1
3	4	3	2	2	2	1	1	2	2	2
4	1	3	4	2	2	3	3	2	1	1
4	1	3	4	2	2	1	1	2	2	1
4	1	2	4	2	2	3	3	2	2	1
4	3	2	4	2	2	2	1	2	3	1
4	3	1	3	3	3	3	3	1	2	2
4	3	1	2	3	3	1	3	1	1	1
3	1	1	2	2	2	3	3	2	3	2
3	4	1	2	2	2	2	2	2	3	2
3	4	1	1	2	2	3	1	1	2	3
3	2	2	3	3	1	1	1	1	3	2
2	2	3	4	1	1	1	1	2	3	1
2	2	2	3	1	1	2	1	2	3	2
3	2	2	4	1	1	2	1	2	3	1
3	1	1	4	2	2	3	1	1	1	1
2	3	1	2	1	1	1	3	1	1	2
2	3	2	4	1	1	2	1	2	2	2
2	3	2	2	1	1	3	3	2	1	1
2	3	3	3	1	1	1	1	2	3	2
4	3	1	2	3	3	3	3	1	1	3
4	3	1	3	3	3	1	1	1	2	3
2	3	3	3	2	2	1	1	1	3	2
2	1	1	2	2	2	3	2	1	2	2
2	3	3	3	1	1	1	1	2	2	1
2	3	3	3	3	1	1	1	2	3	1
2	2	4	2	2	1	3	3	2	3	2
3	2	3	1	1	2	2	1	1	3	3
3	1	3	1	2	2	2	1	2	3	1
3	1	3	4	2	2	1	1	2	1	1
3	2	3	3	3	2	3	3	1	2	3
3	4	2	4	2	2	3	3	2	3	1
2	1	2	4	1	1	3	3	2	3	1
2	2	3	3	3	2	3	2	2	2	2
2	3	4	1	2	1	1	1	2	2	1
2	3	2	3	2	2	3	3	1	2	2
2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2
2	2	3	3	2	2	1	1	1	3	2
2	1	3	3	3	2	1	2	2	1	1
2	4	3	4	2	2	1	1	2	3	2
2	1	3	3	3	3	1	1	2	3	1
2	3	4	1	2	2	1	1	2	3	2
1	4	4	4	2	2	3	3	2	3	1
1	4	1	3	2	2	2	2	2	3	1
1	4	3	2	2	2	2	1	2	3	1
1	3	3	1	2	2	1	1	2	3	2

付表-1 分析に用いた標本林分(つづき)

林分 番号	平 均 樹高m	平 均 胸高直径cm	根元曲り		ha当り 本 数	優良大径材 基 準 本 数	利用率 %	一般大径材 基 準 本 数	利用率 %
			Hcm	Lcm					
56	14.9	21.7	49	8	2154	1100	100	700	100
57	13.3	15.3	61	14	3556	1400	100	800	100
58	12.6	16.6	41	9	2340	1500	100	900	100
59	14.5	16.2	59	24	2466	1200	100	700	100
60	12.4	16.5	24	3	2912	1500	100	900	100
61	14.6	18.7	40	5	3046	1200	100	700	100
62	13.2	16.1	47	8	3343	1400	100	800	100
63	14.6	16.4	44	9	2166	1200	100	700	100
64	13.4	17.5	63	15	2178	1300	100	800	100
65	12.3	23.1	53	10	1234	1500	74	900	100
66	12.0	17.3	57	14	2071	1500	95	900	100
67	7.5	13.1	84	45	2799	2200	68	1600	100
68	10.3	16.4	57	16	1727	1800	92	1200	100
69	12.7	19.9	27	4	1583	1500	72	900	100
70	14.2	21.6	79	16	1401	1300	92	700	100
71	9.6	14.0	87	29	3303	1800	91	1300	100
72	11.2	14.8	44	10	2878	1600	100	1000	100
73	16.1	17.5	61	14	2048	1000	100	600	100
74	12.4	16.1	64	26	4977	1500	100	900	100
75	12.4	18.3	60	17	1359	1500	91	900	100
76	14.7	19.1	34	8	1443	1200	100	700	100
77	9.6	20.1	62	33	779	1800	13	1300	30
78	8.1	14.5	123	79	1738	2100	0	1500	5
79	14.5	19.7	84	19	1500	1200	42	700	100
80	12.5	21.0	140	63	1128	1500	0	900	16
81	7.0	11.9	115	103	1643	2300	0	1700	0
82	7.0	12.9	107	102	1863	2300	0	1700	4
83	6.1	10.4	96	50	2209	2500	12	1900	47
84	7.9	13.4	103	63	1846	2100	4	1500	21
85	10.2	18.0	106	70	842	1800	6	1200	23
86	8.0	12.2	142	92	4067	2100	0	1500	9
87	8.0	15.2	139	69	1800	2100	3	1500	13
88	6.0	9.2	105	29	2945	2400	35	1800	86
89	9.8	13.9	80	17	2621	1800	88	1200	100
90	7.6	11.0	75	18	2665	2200	81	1600	100
91	6.9	10.5	76	20	3256	2300	88	1700	100
92	6.8	10.6	77	17	2827	2300	84	1700	100
93	8.5	10.8	45	16	3771	2000	100	1400	100
94	14.3	17.2	55	14	2400	1300	85	700	100
95	8.5	12.5	80	24	2029	2000	17	1400	88
96	7.8	10.9	88	28	1804	2100	43	1500	100
97	11.2	14.9	48	10	1954	1600	91	1000	100
98	13.8	18.5	14	2	2398	1300	100	800	100
99	13.4	15.9	67	17	561	1300	33	800	70
100	12.9	18.5	53	11	1447	1400	90	800	100
101	12.3	16.7	41	8	1619	1500	88	900	100
102	16.0	17.6	58	14	2138	1000	100	600	100
103	11.2	13.6	59	9	2494	1600	100	1000	100
104	12.5	15.6	64	13	2462	1500	78	900	100
105	9.7	16.8	132	58	2016	1800	5	1200	22
106	10.2	16.6	74	18	1700	1800	28	1200	100
107	9.4	17.4	116	37	941	1800	2	1300	7
108	7.7	12.5	152	114	3112	2100	0	1500	0
109	9.0	14.8	141	61	3036	1900	0	1300	16
110	10.9	16.8	170	114	2656	1700	0	1000	11
111	7.9	12.2	107	53	1984	2100	13	1500	42
112	8.4	16.9	166	183	1515	2000	0	1400	0

[illegible]