

# 氷見丘陵におけるスギの生育と主要な立地要因との関係

図子光太郎

## The relationships between the growth of *Cryptomeria* and the site factor in Himi hill

Kotaro ZUSHI

富山県氷見市明後谷地内の24箇所のスギ林において、立地要因とスギの成長との関係について調査を行った。本調査地におけるスギの生育は概ね良好で、地位指数は平均23.5であった。地位指数を斜面位置別に比較すると、斜面上部は斜面中部より低かったが、斜面中部と下部との間に差は認められなかった。斜面中部・下部では斜面勾配によって地位指数が変化した。急傾斜地で地位指数が低く、緩傾斜地で地位指数が高くなった。この理由として、急傾斜地では側方への水分移動がさかんになり、土壌が乾燥しやすくなること。また、この調査地では、急傾斜地の土壌粘土含量が低く、保水力や土壌の養分供給力が劣ることなどが考えられる。

### 1. はじめに

富山県氷見丘陵は、県内の山間部としては積雪も少なく、比較的なだらかな地形を有する。このことから、県内で最も優良な林業地の一つとされている。この地域では、戦後の拡大造林期に、電柱材生産を目的としたボカスギの造林が積極的に行われてきた。しかし、今後のボカスギ造林地の土地利用を考えた場合、近年の森林林業を取り巻く状況から、森林構成の多様化と労働節約型の経営を目指した林業形態への移行が予想される。これに対応するためには、複雑な地形によって細かく変化する土地条件をこれまで以上に詳細に把握し、これを森林の経営や管理にうまく活用していく必要がある(有光1988)。

そこで本報では、氷見丘陵の比較的小さなエリアに分布するスギ林を対象に、林分調査および土壌調査を実施し、微地形による立地要因の変化とスギの生育への影響を明らかにしたので報告する。

### 2. 調査地の概要

調査地は富山県氷見市明後谷地内の北緯 $36^{\circ} 48'$ 、東経 $136^{\circ} 55'$ を中心とする南北1 km、東西2 kmのエリアとした(図-1)。調査地の標高は40mから270 mの範囲にあり、調査地の年平均気温および年降水量はそれぞれ $13.2^{\circ}\text{C}$ 、2793mmである。

この地域は、主に固結度の低い新第三紀系の砂岩、泥岩および砂岩・泥岩互層によって表層地質が構成され、それゆえ多くの地すべり地を有する。さらに、第三紀系の地質構造を反映したケスタ地形が発達し、スギ林は主にこのケスタ地形の緩斜面側に分布する。土壌は、砂岩および泥岩の風化物を母材とし、民有林適地適木調査によれば適潤性褐色森林土偏乾亜型および適潤性褐色森林土に属する(富山県1977)。

### 3. 方法

#### 3.1 調査方法

1997年10月に調査エリアのスギ林を対象に24箇所

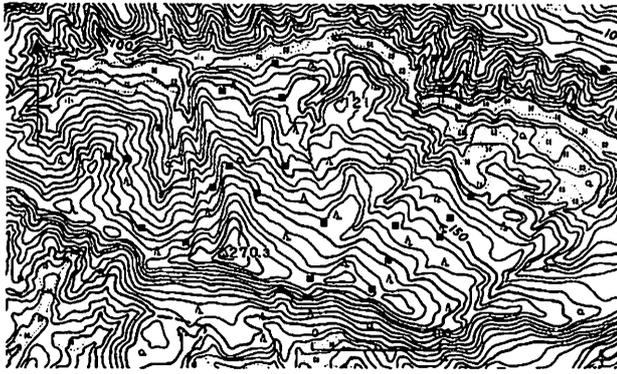


図-1 調査区位置図

Fig.1 Topographical map of experimental site and locations of plot.

■ :Experimental plot

の調査プロットを設けた。プロットの大きさは、基本的に20m×20mとしたが、一部地形などの制約を受け20m×15mあるいは15m×15mとなった。プロット内の立木本数、胸高直径および樹高を測定した。胸高直径は全木を対象に輪尺を用いて、樹高はプロット内の上層木を対象に10本から15本をレーザーデンドロメーターを用いて測定した。

スギ林の成長量は、通常40年生時の樹高を地位指数とし、これによって比較する。そこで、40年生に近い林分を選定し、成長曲線式(1)を用いて(嘉戸・田中1997)、40年生時の樹高を推定し、地位指数とした。

$$H(t) = M_H \cdot (1 - L_H \cdot \exp(-k_H \cdot t)) \dots (1)$$

t: 林齢

H(t): 林齢 t における樹高

M<sub>H</sub>: 樹高極大値

L<sub>H</sub>, k<sub>H</sub>: 定数

各プロットの中央付近において、幅1m、深さ1mの土壤断面を設け、林野土壤調査法に基づき断面調査を実施した(林野土壤研究会1993)。同時に、斜面方位、斜面勾配および斜面位置についても測定を行った。斜面方位および斜面勾配についてはクリノメーターにより測定した。

土壤の化学的性質を測定するため、土壤断面の周囲において、土壤深0-5cm、5-15cmおよび15-30cmの土壤を試料として採取した。さらに、土壤の理学的性質を測定するため、化学分析用試料を採取したのと同じ深さで、400cc採土円筒により土壤試料を採取した。

### 3. 2 分析方法

試料は風乾処理後、2mmの円孔ふるいを通し、分析に供した。pH(H<sub>2</sub>O)はガラス電極法によって測定した。塩基置換容量はPEECH法、交換性塩基量(Ca, Mg, K, Na)は1NNH<sub>4</sub>OAcにより交換抽出し、原子吸光法により測定した(土壤養分測定法委員会1970)。全炭素量および全窒素量はCNコーダー(ヤナコ分析工業MT-500)により測定した。粒径組成はピペット法により測定した(土壤環境分析法編集委員会1997)。

土壤理学的性については、円筒試料を用い、環境測定法IV-森林土壤-編に基づき、容積重、孔隙量、最大容水量、最小容気量を測定した(河田1976)。

## 4. 結果と考察

### 4. 1 林分の概況

本調査林分の概況を表-1に示す。立木密度、林分材積および胸高断面積はプロット間に著しい違いが認められた。調査地における立木密度の最大値および最小値はそれぞれ1200本/ha(Na12)、275本/ha(Na8)となり、その差は4倍以上に達した。本調査地では、幹折れや根返りといった損傷を受けた個体が頻繁に見受けられた。立木密度の違いは、植栽や間伐などの施業管理によるものだけでなく、幹折れや根返りといった雪害の発生も深く関与していると考えられる。

本調査地の地位指数の最小値および最大値はそれぞれ19.1(Na12)、27.3(Na15)であった。富山県主要樹種林分収穫表によると(富山県林業試験場1965)、ボカスギー等地、二等地および三等地の地位指数はそれぞれ23.7、20.6、17.3である。通常生育が劣るとされている尾根部に位置し、最低値を示したNa12においても、地位指数は三等地を上回り、二等地に近い値を示した。また、全プロットの地位指数の平均値(23.5)は一等地のそれとほぼ等しく、この調査地におけるスギの樹高成長は概ね良好であるといえる。

### 4. 2 土壤断面の概要

表-2に土壤断面の概要を示す。調査地の土壤型は適潤性褐色森林土(B<sub>D</sub>)であり、Na12およびNa14はその偏乾亜型(B<sub>D(d)</sub>)であった。A<sub>0</sub>層の発達についてみると、概ねL層は粗に薄く堆積している程度で、FH層も全く無いか、発達がみられても部分的

表一 1 調査林分の概況

Table-1 Site characteristics in plot.

Plot	Stand age	Aspect	Gradient (degree)	Topography	Stand density (ha <sup>-1</sup> )	Tree height* (m)	Diameter at breast height* (cm)	Stand volume (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Stand basal area (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	Site index
Na 1	35	N21E	17	convex lower slope	725	23.1 ± 1.1	33.8 ± 3.6	724.31	65.86	25.1
Na 2	38	N5W	32	convex upper slope	844	21.1 ± 2.5	32.0 ± 6.2	719.68	70.25	21.3
Na 3	45	N72W	28	linear midslope	500	26.0 ± 2.3	39.7 ± 6.3	766.83	63.46	24.2
Na 4	37	N65W	21	convex midslope	500	25.6 ± 1.2	42.4 ± 4.3	832.14	71.37	26.6
Na 5	39	N74W	25	convex lower slope	575	24.5 ± 1.2	36.4 ± 6.6	719.41	61.74	25.0
Na 6	45	N12W	10	concave midslope	475	26.1 ± 0.9	43.9 ± 4.5	859.72	72.62	24.3
Na 7	40	N40W	12	convex upper slope	525	20.6 ± 0.7	32.7 ± 3.1	438.87	44.42	20.5
Na 8	45	N45W	15	convex upper slope	275	23.5 ± 0.8	42.7 ± 9.0	436.94	41.00	22.0
Na 9	37	N80E	47	convex lower slope	450	26.7 ± 1.3	46.8 ± 7.1	1016.13	85.08	24.4
Na10	37	N60W	42	linear midslope	700	20.6 ± 1.5	33.9 ± 4.1	639.94	63.89	21.8
Na11	37	W0	40	concave lower slope	850	20.5 ± 1.3	33.2 ± 3.7	758.81	74.32	22.0
Na12	34	S25W	42	convex upper slope	1200	18.7 ± 1.7	27.5 ± 6.9	657.15	75.39	19.1
Na13	45	N25E	20	convex midslope	375	28.3 ± 1.4	49.3 ± 5.9	916.68	72.43	26.5
Na14	44	N20E	27	linear upper slope	800	22.4 ± 0.8	35.5 ± 5.7	893.43	84.48	21.2
Na15	47	N40E	5	convex midslope	500	30.1 ± 0.9	47.0 ± 6.4	1155.08	86.37	27.3
Na16	45	N22E	18	convex upper slope	375	20.8 ± 1.4	32.4 ± 6.3	322.16	32.03	19.4
Na17	41	N45E	23	concave midslope	625	24.1 ± 2.1	34.1 ± 7.0	664.83	57.88	23.5
Na18	42	N40E	25	convex upper slope	375	24.6 ± 0.7	39.2 ± 3.9	519.20	45.75	23.7
Na19	42	S85E	21	convex midslope	475	25.7 ± 1.2	45.5 ± 2.4	907.03	77.60	25.1
Na20	42	S85E	21	convex upper slope	425	23.5 ± 0.8	40.1 ± 3.5	597.54	54.03	23.1
Na21	40	N20W	23	convex upper slope	650	22.0 ± 1.2	35.8 ± 3.5	676.93	64.95	21.9
Na22	40	N22W	23	convex midslope	375	25.9 ± 1.0	42.7 ± 2.7	636.89	53.86	25.8
Na23	40	N24W	7	linear midslope	700	25.4 ± 1.0	38.8 ± 4.8	965.17	82.05	25.4
Na24	47	N50E	10	convex midslope	425	27.6 ± 1.4	44.8 ± 4.4	841.58	6.55	25.3

\* mean ± SD.

に発達している程度のもが多かった。A層は、プロットNa7, Na8, Na20およびNa23で比較的厚いA層を有するが、その他のプロットではA層の発達は弱く、10cmに満たない個所が多かった。また、A層が深くまで発達した断面は、重埴土(HC)に集中する傾向が認められた。一方、表層の土壌構造は団粒状(cr)および塊状(bk)構造が多く、埴質な土壌でより発達が顕著であった。また、BD(d)では堅果状構造(n)が認められた。

#### 4. 3 土壌の一般理化学性

表一3に供試土壌の一般理化学性を示す。深さ0-5cmにおける土壌のC-N比は平均12.7であり、最高値および最低値はそれぞれ16.4, 10.6であった。C-N比は、深くなるにしたがって、さらに低下し、10前後の値を示した。森林の表層土では、C-N比12から13がほぼ下限とされていることから(河田1988)、この調査地の有機物の分解および無機化は良好といえる。

交換性塩基は、深さ0-5cmの土壌におけるCa

表-2 土壌断面の概要

Table-2 Morphological properties of soil profile in plot.

Plot	Thickness of A <sub>0</sub> horizon (cm)		Thickness of A horizon (cm)	Textural class *1	Color of A horizon	Structure of surface soil *2	Soil type
	L	FH					
No 1	2	-	6	LiC	10YR2/3	cr, bk	B <sub>D</sub>
No 2	2	-	5	LiC	10YR3/3	bk	B <sub>D</sub>
No 3	3	2	9	LiC	10YR3/3	cr	B <sub>D</sub>
No 4	3	2	5	LiC	10YR2/2	cr	B <sub>D</sub>
No 5	2	-	5	HC	10YR3/3	cr, bk	B <sub>D</sub>
No 6	3	1	10	LiC	10YR2/2-3/3	bk	B <sub>D</sub>
No 7	3	2	22	HC	10YR2/3-3/3	cr	B <sub>D</sub>
No 8	3	-	60	HC	10YR2/2-3/2	cr, bk	B <sub>D</sub>
No 9	2	1	9	LiC	10YR2/2-3/3	cr, bk	B <sub>D</sub>
No10	2	-	5	CL	10YR2/2	cr, bk	B <sub>D</sub>
No11	3	2	2	CL	10YR3/2-3/3	cr, bk	B <sub>D</sub>
No12	3	1	5	LiC	10YR3/3	n	B <sub>D(d)</sub>
No13	2	-	10	HC	10YR2/3-3/3	bk	B <sub>D</sub>
No14	2	1	8	LiC	10YR2/3-3/3	n, l.gr	B <sub>D(d)</sub>
No15	3	-	18	HC	10YR2/3-3/3	cr	B <sub>D</sub>
No16	2	-	8	HC	10YR3/3	bk	B <sub>D</sub>
No17	2	-	15	LiC	10YR3/2-3/3	cr	B <sub>D</sub>
No18	3	-	8	LiC	10YR3/3	cr	B <sub>D</sub>
No19	1	-	8	LiC	10YR2/3-3/3	cr, bk	B <sub>D</sub>
No20	2	-	47	HC	10YR2/2	cr	B <sub>D</sub>
No21	1	-	3	HC	10YR3/3	cr, bk	B <sub>D</sub>
No22	1	-	7	LiC	10YR3/3	cr, bk	B <sub>D</sub>
No23	1	-	45	HC	10YR3/3	cr	B <sub>D</sub>
No24	3	-	3	LiC	10YR2/3-3/3	cr, bk	B <sub>D</sub>

\*1 HC: Heavy Clay, LiC: Light clay, CL: Clay loam.

\*2 cr: crumb, bk: blocky, n: nutty, l.gr: loose granular.

の集積が顕著であった。採取深さ別の交換性 Ca 量の平均値は 0 - 5 cm, 5 - 15cm および 15 - 30cm において、それぞれ 16.2me/100 g, 9.93me/100 g および 4.46me/100 g となり、0 - 5 cm の平均 Ca 量は 15-30 cm におけるその 3.5 倍以上に達した。同じアルカリ土類の Mg 量と比較すると、15 - 30cm では、全交換性塩基量に対する Ca および Mg の割合はそれぞれ平均で 36.5%, 48.8% となり、Mg 量が Ca 量を上回った。しかし 0 - 5 cm では逆転し、Ca の割合が全交換性塩基量の 66.4% を占め、Mg は 26.4% にすぎなかった。

澤田ら(澤田1991)は5年生から180年生のスギ林とヒノキ林の塩基の集積について調査を行った結果、45年生以上のスギ林で顕著な交換性 Ca の集積が認められたとしている。一方、ヒノキ林ではこのような集積が認められなかったとしている。さらに澤田らは、スギ林の新鮮落葉の全 Ca 量はヒノキ林のその 2 倍あり、A<sub>0</sub> 層の Ca 量は 3 倍から 4 倍であるとしている。池田ら(池田1990)はヒバ林、スギ林およびコナラを中心とする広葉樹林において土壌の理化学性を比較したところ、ヒバ林およびスギ林に比べ広葉樹林の表層土の交換性 Ca 量が著しく少ないとしている。このようなことから、表層土にお

ける交換性 Ca の集積はスギ植栽の影響と考えられる。

粒径組成は、プロット間で大きな違いが認められた。深さ 0 - 5 cm の土壌における砂 (0.02mm - 2 mm) 含量で比較すると、最大値および最小値はそれぞれ 60.9%, 6.9% であった。なお、砂含量とシルト (0.002mm - 0.02mm) 含量および粘土 (<0.002mm) 含量とは相反する関係にあり、砂含量の高い土壌では、シルト含量および粘土含量は低くなった。また、同一断面の深さの違いによる粒径組成の違いは僅かであった。

#### 4. 4 斜面勾配と粒径組成

図-2 に斜面勾配と深さ 0 - 5 cm における粘土含量および砂含量との関係を示す。斜面勾配の急な土壌では砂含量が高く、粘土含量が低くなり、逆に斜面勾配の緩い土壌では粘土含量が高

く、砂含量が低くなる傾向が認められた。この原因については、今回の調査で明らかにすることはできなかった。ただし、粘土やシルトなどの微細粒子は斜面に沿って機械的洗脱、いわゆる斜めのレシベ化作用、を受けることが指摘されており (Duchaufour1988), Schimel (Schimel1985-a, -b) や Ruhe and Walker (Ruhe and Walker1968) も微細な土壌粒子の斜面下方への選択的移動を認めている。本調査地における斜面勾配による粒径組成の違いも、このような微細粒子の選択的洗脱によって生じた可能性が考えられるが、推論の域を出ない。このことについては今後さらに詳細な調査を行う必要がある。

#### 4. 5 粒径組成と土壌の諸特性

表-4 に粘土含量と主要な土壌特性との間の相関係数を示す。いずれの深さにおいても、粘土含量が高ければ全 C 量および全 N 量が多くなる傾向が認められた。同様な傾向は Jenkinson や Spain よっても報告されている (Jenkinson1988, Spain1990)。C 量や N 量の増加は土壌中における有機物の集積を意味する。粘土や土壌有機物の主体となる腐植は、通常陰荷電を有しており、多価カチオンを介在させ、互いの陰電荷を中和させることによって安定的に結合することが知られている (Motavalli1995)。吉田 (吉田1981) はこのようにして形成された腐植粘土

表-3 供試土壌の一般理化学性

Table-3 Physical and chemical properties of soil.

Plot	Bottom depth (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Total C (%)	Total N (%)	C-N ratio	CEC (me/100g)	Exchangeable cation (me/100g)				Base saturation (%)	Particle size distribution (%)		
							Ca	Mg	K	Na		Sand	Silt	Clay
Na 1	5	5.22	4.51	0.34	13.5	49.93	20.06	7.32	0.85	0.19	56.93	36.8	26.6	36.6
	15	4.91	1.31	0.13	10.2	49.95	8.73	6.77	0.71	0.22	32.90	39.7	27.6	32.8
	30	4.83	2.07	0.21	9.9	37.16	3.33	2.98	0.45	0.14	18.60	33.7	28.0	38.3
Na 2	5	4.96	6.23	0.50	12.4	42.43	12.96	4.47	0.58	0.12	42.72	30.8	31.1	38.1
	15	4.85	3.12	0.28	11.1	36.67	5.56	2.33	0.78	0.14	24.03	31.3	27.9	40.8
	30	4.83	1.88	0.17	11.2	33.18	3.00	1.84	0.57	0.12	16.69	32.3	27.3	40.3
Na 3	5	5.56	7.67	0.55	14.0	55.98	29.28	7.07	1.07	0.20	67.19	38.0	28.4	33.6
	15	5.45	4.55	0.35	13.0	54.92	18.81	5.55	1.02	0.32	46.80	38.7	24.0	37.4
	30	5.18	2.80	0.25	11.1	37.66	10.93	4.22	0.71	0.21	42.66	39.9	23.7	36.4
Na 4	5	5.43	6.51	0.49	13.3	42.58	19.65	5.01	1.32	0.12	61.29	38.5	27.8	33.7
	15	5.27	4.06	0.35	11.5	37.33	14.60	4.20	0.59	0.17	52.40	38.1	26.1	35.8
	30	5.07	3.20	0.30	10.8	37.70	9.69	3.53	0.50	0.22	36.97	36.6	26.8	36.6
Na 5	5	5.12	5.76	0.53	10.9	34.18	10.86	5.49	0.53	0.14	49.77	9.4	43.0	47.7
	15	5.06	3.76	0.38	9.9	33.96	5.32	4.90	0.33	0.17	31.55	10.5	41.3	48.2
	30	4.95	1.79	0.18	9.9	34.97	1.11	4.93	0.28	0.14	18.48	14.8	41.3	43.9
Na 6	5	5.10	5.76	0.45	12.7	39.96	12.22	3.87	0.99	0.16	43.17	21.4	39.4	39.2
	15	5.21	3.91	0.33	11.9	34.53	8.24	3.27	0.39	0.19	35.01	20.9	38.2	40.9
	30	4.95	2.81	0.22	12.7	31.41	1.39	1.49	0.28	0.22	10.74	19.0	39.8	41.3
Na 7	5	5.11	8.33	0.67	12.4	49.16	16.55	4.62	0.72	0.07	44.67	11.3	39.9	48.8
	15	4.91	4.30	0.38	11.4	37.20	5.59	3.10	0.74	0.14	25.73	10.4	40.3	49.3
	30	4.88	2.31	0.20	11.6	46.13	2.58	5.33	0.69	0.13	18.92	18.4	32.4	49.2
Na 8	5	4.60	12.09	0.91	13.2	61.58	15.37	4.30	1.43	0.23	34.63	6.9	32.0	61.1
	15	4.81	6.88	0.55	12.6	46.18	7.50	2.49	1.21	0.22	24.73	6.6	33.0	60.4
	30	4.85	4.53	0.32	14.2	37.16	0.79	0.79	0.67	0.15	6.46	7.6	39.1	53.3
Na 9	5	5.91	5.36	0.44	12.2	57.91	26.99	11.56	2.06	0.35	70.72	46.1	22.2	31.6
	15	5.88	3.06	0.28	11.1	48.20	21.38	11.25	1.44	0.34	71.40	46.4	22.7	30.9
	30	5.68	1.98	0.20	9.7	45.86	16.68	11.62	0.95	0.34	64.51	48.4	22.8	28.9
Na10	5	5.60	3.07	0.27	11.3	31.05	10.41	6.38	0.96	0.24	57.96	59.9	17.1	23.1
	15	5.42	2.31	0.23	10.2	28.99	6.64	6.43	0.70	0.28	48.43	59.7	17.7	22.6
	30	5.39	1.65	0.17	9.5	27.88	4.82	6.80	0.65	0.27	45.00	64.0	15.7	20.3
Na11	5	5.18	3.60	0.30	12.1	29.60	7.43	4.81	1.27	0.22	46.37	60.9	14.8	24.3
	15	5.05	2.21	0.21	10.4	25.58	1.86	3.31	1.39	0.29	26.76	65.2	13.3	21.5
	30	5.19	1.25	0.12	10.6	30.07	0.47	4.23	1.22	0.25	20.52	68.3	11.8	19.9
Na12	5	5.30	4.48	0.37	12.2	24.92	7.08	5.02	2.00	0.25	57.58	52.5	18.8	28.7
	15	5.23	3.31	0.28	12.0	27.73	4.18	4.86	0.98	0.25	37.03	54.5	18.1	27.4
	30	5.21	2.04	0.18	11.4	27.80	1.71	4.67	0.51	0.24	25.65	52.5	20.6	26.9
Na13	5	5.00	6.47	0.54	12.0	47.27	11.46	5.84	1.57	0.15	40.22	21.8	30.8	47.5
	15	5.01	3.41	0.33	10.4	41.83	4.98	4.59	1.92	0.18	27.89	23.6	29.8	46.5
	30	5.05	2.80	0.27	10.4	39.49	2.40	6.19	1.17	0.20	25.22	23.0	33.1	43.9
Na14	5	5.51	4.78	0.36	13.2	32.74	12.15	4.38	1.36	0.19	55.22	32.8	31.1	36.1
	15	5.42	3.51	0.29	12.1	30.75	9.00	4.13	2.22	0.24	50.70	32.2	34.1	33.8
	30	5.03	2.21	0.22	9.8	25.18	2.61	3.07	1.98	0.25	31.43	31.9	33.5	34.6
Na15	5	6.07	7.34	0.54	13.7	50.92	28.92	8.48	1.96	0.27	77.84	20.3	34.0	45.6
	15	6.10	6.16	0.48	12.9	48.79	25.62	8.46	2.46	0.39	75.66	19.7	35.0	45.3
	30	5.96	2.20	0.22	10.1	37.39	15.10	8.69	2.31	0.43	70.95	22.2	36.1	41.7
Na16	5	5.16	7.23	0.60	12.0	44.60	13.50	6.98	2.71	0.10	52.19	17.0	33.8	49.3
	15	5.12	3.51	0.32	11.1	37.25	7.47	6.50	1.09	0.14	40.79	19.1	32.3	48.6
	30	5.03	2.49	0.22	11.2	34.27	2.53	5.03	2.03	0.13	28.36	18.6	33.2	48.2
Na17	5	5.55	6.03	0.42	14.3	37.15	14.06	4.21	1.29	0.14	53.04	17.3	40.6	42.0
	15	5.44	4.25	0.32	13.3	30.97	8.22	3.11	1.74	0.18	42.78	48.6	22.3	29.1
	30	5.11	2.38	0.20	11.7	26.34	0.77	1.63	0.92	0.22	13.45	51.0	21.6	27.4
Na18	5	5.21	4.86	0.39	12.4	39.61	11.18	4.70	1.63	0.13	44.54	51.1	20.8	28.1
	15	5.10	3.24	0.29	11.2	36.34	5.04	3.43	1.83	0.14	28.72	15.7	41.5	42.9
	30	4.97	2.01	0.19	10.5	37.47	1.76	3.30	1.01	0.20	16.74	19.3	39.9	40.8

表-3 供試土壌の一般理化学性 (続き)

Table-3 Physical and chemical properties of soil (continued).

Plot	Bottom depth (cm)	pH (H <sub>2</sub> O)	Total C (%)	Total N (%)	C-N ratio	CEC (me/100g)	Exchangeable cation (me/100g)				Base saturation (%)	Particle size distribution (%)		
							Ca	Mg	K	Na		Sand	Silt	Clay
No.19	5	5.30	5.87	0.51	11.4	51.61	19.97	10.26	1.49	0.17	61.80	36.1	27.3	36.6
	15	5.37	3.70	0.36	10.3	47.52	13.23	10.37	2.26	0.20	54.86	23.3	33.0	43.7
	30	5.06	2.77	0.27	10.1	36.47	2.68	4.63	1.07	0.15	23.41	37.2	24.6	38.2
No.20	5	4.90	19.63	1.19	16.4	81.47	34.42	9.68	2.02	0.22	56.88	20.5	33.3	46.2
	15	4.80	8.81	0.73	12.1	73.31	25.29	9.91	1.10	0.27	49.89	21.8	33.8	44.4
	30	4.80	5.91	0.56	10.6	58.56	12.52	8.44	1.08	0.26	38.06	19.2	33.6	47.2
No.21	5	4.89	4.66	0.44	10.6	38.14	6.86	4.50	1.96	0.21	35.46	24.6	37.2	38.2
	15	4.95	2.98	0.30	10.0	33.87	3.90	3.96	2.04	0.21	29.88	34.1	28.4	37.5
	30	4.98	2.33	0.24	9.7	34.51	2.66	4.34	1.28	0.22	24.62	35.9	28.2	35.8
No.22	5	5.37	6.60	0.48	13.8	51.40	19.20	6.71	2.06	0.10	54.62	40.6	26.8	32.6
	15	5.35	2.91	0.28	10.4	38.44	10.21	5.75	1.23	0.13	45.08	41.6	25.5	32.9
	30	5.14	2.37	0.24	10.0	36.32	4.24	4.64	1.22	0.16	28.26	40.8	25.0	34.2
No.23	5	4.99	6.72	0.58	11.6	46.23	11.18	3.75	0.38	0.08	33.32	7.4	37.8	54.9
	15	4.83	5.26	0.48	11.1	40.48	3.01	1.99	1.00	0.10	15.11	7.3	34.6	58.2
	30	4.63	3.93	0.33	12.0	41.87	0.00	1.18	0.16	0.35	4.03	7.6	33.9	58.4
No.24	5	5.19	7.49	0.62	12.2	50.17	16.55	6.50	1.27	0.23	48.93	21.2	35.9	43.0
	15	5.13	3.47	0.32	11.0	36.91	7.25	4.77	0.80	0.17	35.19	23.0	34.1	42.9
	30	5.01	2.30	0.21	11.1	36.69	3.34	4.53	0.49	0.22	23.38	30.7	32.5	36.8

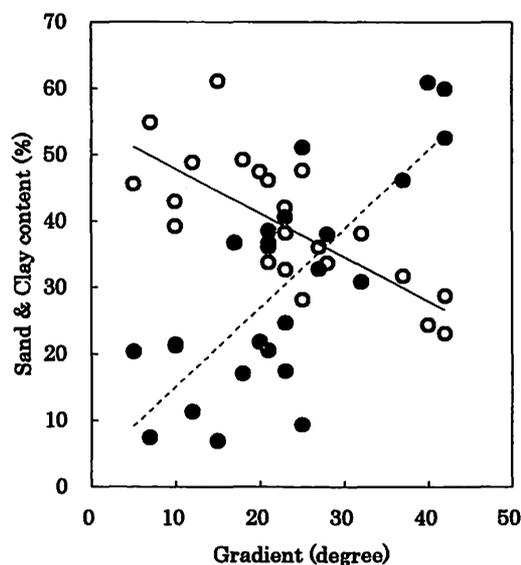


図-2 斜面勾配と粒径組成との関係

Fig.-2 Relationship between slope gradient and particle size distribution of top soil.

○: Clay content, ●: Sand content.

Regression - :  $y = -0.664x + 54.5$ ,  $R = 0.732$ ,  $n = 24$ , ...  $y = 1.191x + 3.1$ ,  $R = 0.772$ ,  $n = 24$ .

複合体は分解や無機化に対し抵抗性を示すとし、このことが、粘土含量の多い土壌での腐植物質の安定化と集積を促しているとしている。

土壌中の全 N 量は必ずしも N の可給度を示すものではない。ただし、C-N 比に大きく差が無ければ、全 N 量と可給態 N 量は比例することが知られている (河原1970)。本供試土壌の C-N 比は十分に低く、プロット間で著しい差は認められなかった。このこ

とから、全 N 量は可給態 N 量と比例しており、粘土含量の高い土壌ほど N 供給力も高いと推測される。

有機物の集積は CEC の増加をもたらすことが知られている (吉田1981)。本供試土壌においても CEC と全 C 量との間に高い正の相関 ( $R = 0.752$ ,  $P < 0.001$ ,  $n = 72$ ) が認められた。深さ 0 - 5 cm および 15 - 30 cm の土壌において、粘土含量と CEC との間に相関が認められたのは、この C 量と CEC の関係に由来すると思われる。

一方、深さ 0 - 5 cm および 15 - 30 cm の土壌において、粘土含量と土壌 pH との間に負の相関が認められた。CEC の増加は同時に交換性塩基の増加を意味するわけではない。本調査地では、いずれのプロットにおいても、0 - 5 cm の交換性 Ca 集積が顕著であったが、粘土含量の高い土壌では、有機物の集積による CEC の増加に対し、塩基の集積が追いつかず、相対的に塩基性カチオンの占める割合が低くなり、pH の低下がおこるのであろう。ただしスギはやや弱酸性から中酸性の土壌を適地とすることから、この程度の pH の低下がスギの生育に影響を与えるとは考えにくい。

深さ 5 - 15 cm および 15 - 30 cm の土壌において、粘土含量が高ければ最大容水量が大きくなる傾向が認められた。最大容水量は土壌の保水力の指標となることから、粘土含量の高い土壌ほど高い保水能力を有しているといえる。0 - 5 cm の土壌においてこのような傾向が認められなかったのは、0 - 5 cm では 5

-15cmあるいは15-30cmに比べ土壌構造の発達が顕著であり、このことが保水力に対し支配的に作用するためと推測される。

本調査地では、A層が深くまで発達した断面は粘土含量の高い個所に多かった。先に記したように、粘土含量の高い土壌では有機物含量が高い。また、保水力が高くなることから良好な水分状態が維持されやすい。このことは、リターの分解や無機化をさらに活発にし、A層をより深くまで発達させることにつながると考えられる。

表一 4 粘土含量と主要な土壌特性との間の相関係数

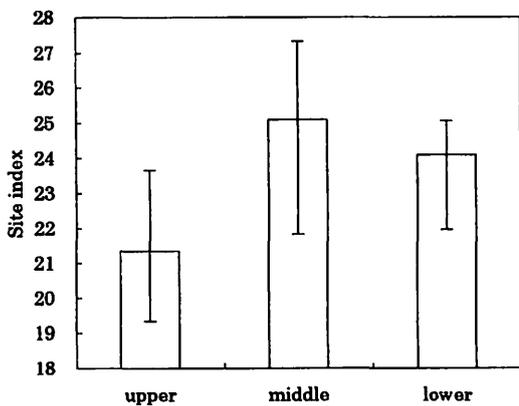
Table-4 Correlation coefficients between clay content and soil characteristics.

Soil characteristics	Soil depth (cm)		
	0-5	5-15	15-30
TotalC (%)	0.550**	0.578**	0.610**
TotalN (%)	0.681***	0.643**	0.523**
C-Nratio	NS	NS	0.468*
CEC (me/100 g)	0.450*	NS	0.530**
Exc. Ca (me/100 g)	NS	NS	NS
Exc. Mg (me/100 g)	NS	NS	NS
Exc. K (me/100 g)	NS	NS	NS
Exc. Na (me/100 g)	NS	NS	NS
Basesaturation (%)	NS	NS	NS
pH (H <sub>2</sub> O)	-0.469*	NS	-0.514*
Bulkdensity	NS	NS	NS
Porosity (%)	NS	NS	NS
Watermax. (%)	NS	0.506*	0.605**
Airmin. (%)	NS	NS	NS

\*, \*\*, \*\*\*: Significant at 0.05, 0.01 and 0.001 probability level, respectively, NS: not significant, n=24.

4. 6 立地要因と地位指数

図一 3に斜面位置ごとの地位指数の平均値を示す。斜面中部および斜面下部で生育が良好であり、斜面上部で劣った。Tukeyの方法によって多重比較検定



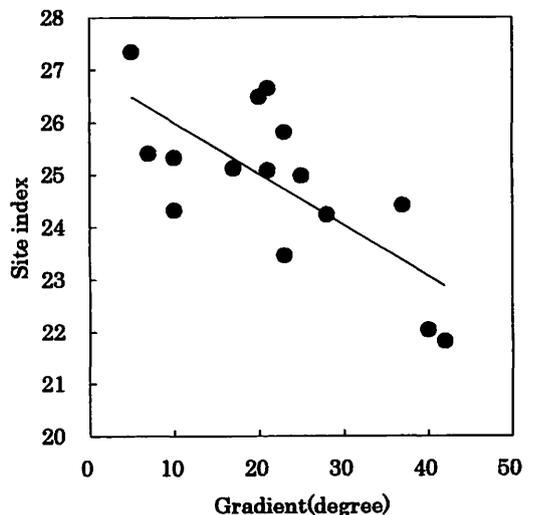
図一 3 各斜面位置におけるスギ成長量の比較

Fig.-3 Comparison of average value of site index slope positions.

Columns and vertical bars indicate means and ranges of site index respectively.

を行ったところ、斜面上部と斜面中部との間に5%水準で有意差が認められた。スギの成長は、特に制限となる他の因子がなければ、局所地形による水分環境変化に強く支配される。斜面位置別に地位指数を比較した場合、斜面上部で低く、斜面下方に向かうにしたがって高くなるのが一般的である。本調査では、斜面上部の地位指数は斜面中部のそれに比べ、明らかに低い値を示した。しかし、斜面中部および下部の地位指数には差が認められず、平均値はむしろ斜面下部でやや低かった。この原因として、斜面中部および下部における水分環境が斜面位置以外の因子によって影響を受けている可能性が考えられる。

図一 4に斜面中部および下部における斜面勾配と地位指数との関係について示す。斜面中部および下部では斜面勾配と地位指数との間に負の相関が認められた。一般に、急傾斜地では側方への水分移動がさかんになり、土壌が乾燥しやすくなる(林野土壌研究会1993)。また、図一 2に示したように、この調査地では、急傾斜地の土壌は粘土含量が低く、保水性に劣り、緩傾斜地の土壌は粘土含量が高く、保水性に優れる。このことが斜面勾配に伴う水分環境の違いをさらに大きくしたと考えられる。さらに、先にも示したように、高い粘土含量は、土壌養分の面からも優位に作用することが多く、このことも、緩傾斜地における地位指数の上昇に寄与したと考えられる。以上のようなことが、斜面中部・下部での斜



図一 4 斜面中部および下部における斜面勾配と地位指数との関係

Fig.-4 Relationship between slope gradient and site index in midslope and lower slope.

Regression :  $y = -0.098x + 26.97$ ,  $R = 0.720$ ,  $n = 15$

面勾配による地位指数の差につながったと考えられる。

### 5. おわりに

氷見丘陵における立地要因とスギの生育との関係について調査を行った。その結果、本調査地の地位指数は概ね高く、平均で23.5となった。地位指数を斜面位置別に比較すると、斜面上部は、斜面中部に比べ、明らかに低かったが、斜面中部と下部の間では地位指数に差は認められなかった。一方、斜面中部および下部では斜面勾配と地位指数との間に負の相関が認められた。このことは、斜面中部・下部において、斜面勾配からスギの成長を概ね推定できることを意味しており、適地選定を行ううえで有効な手段となりうる。

### 引用文献

- 有光一登 (1988) 森林土壌の見方－木の成長にとって良い土壌とは－。蜂谷欣二ほか編, 林業改良普及双書101森林を育てる。32-40, 全国林業改良普及協会, 東京。
- 土壌環境分析法編集委員会編 (1997) 土壌環境分析法。427pp, 博友社, 東京。
- 土壌養分測定法委員会編 (1970) 土壌養分分析法。440pp, 養賢堂, 東京。
- Duchaufour, Ph. (1988) コンサイス土壌学。永塚鎮男訳312pp, 博友社, 東京。
- 池田重人, 佐々朋幸 (1990) 同じ立地条件下にあるヒバ林, スギ林, 広葉樹林における土壌有機物の分解。101回日林論: 289-292。
- Jenkinson, D. S. (1988) Soil organic matter and its dynamics. Wild, A. (Editor), Russel's Soil Conditions and Plant Growth, 11<sup>th</sup>ed., Ch. 18. pp415-471, Longman, New York.
- 嘉戸昭夫, 田中和博 (1997) ボカスギのシステム収穫表の成長パラメータ。中森研45: 43-46。
- 河田弘, 小島俊郎 (1976) 環境測定法－森林土壌－。166pp, 共立出版株式会社, 東京。
- 河田弘 (1988) 森林土壌学概論。399pp, 博友社, 東京。
- 河原輝彦 (1970) 森林土壌中の無機態チッ素量に関する研究 (II) チッ素の無機化量と全チッ素量, C/Nおよび炭素の無機化量との関係。日林誌 52: 71-79。
- Motavalli, P. P., Palm, C. A., Elliot, E. T., Frey, S. D., and Smithson, P. C. (1995) Nitrogen mineralization in humid tropical forest soil: Mineralogy, texture, and measured nitrogen fractions. Soil Sci. Soc. Am. J. 59:1168-1175。
- 林野土壌研究会 (1993) 森林土壌の調べ方とその性質。334pp, 林野弘済会, 東京。
- 澤田智志, 加藤秀正 (1991) スギおよびヒノキ林の林齢と土壌中の塩基の蓄積との関係, 土肥誌 62: 49-58。
- 澤田智志, 加藤秀正 (1993) スギおよびヒノキ林の土壌における塩基の蓄積要因。土肥誌 64: 296-302。
- Ruhe, R. V., and Walker P. H. (1968) Hillslope models and soil formation. I. Open systems. Page 551-560 in Transactions of the 9th International Congress of Soil Science (Adelaide), Volume IV. Angus and Robertson, London, England。
- Schimel, D. S., Coleman, D. C., Horton, K. A. (1985-a) Soil organic matter dynamics in paired rangeland and cropland toposequences in North Dakota. Geoderma36:201-214。
- Schimel, D.S., Stillwell, M. A., Woodmansee, R. G., (1985-b) Biogeochemistry of C, N, and P in a soil catena of the shortgrass steppe. Ecology66:276-282
- Spain, A. V. (1990) Influence of environmental conditions and some soil chemical properties on the carbon and nitrogen contents of some tropical Australian rainforest soils. Aust. J. Soil. Res.28:825-839。
- 富山県 (1977) 民有林適地適木調査報告書氷見丘陵・富南地区。53pp。
- 富山県林業試験場 (1965) 富山県主要樹種林分収穫表。33pp, 富山県林業試験場。
- 吉田稔 (1981) 土壌有機物の吸着能とその性格。(土壌の吸着現象－基礎と応用。日本土壌肥料学会編, 160pp, 博友社, 東京): 59-84。

### Summary

The relationships between the site factor and the growth of *Cryptomeria* were investigated in 24 stands at Myougodani, Himi city. The growth of *Cryptomeria* on this site was generally good, and the site index was 23.5 on average. When the site indexes were compared based on the slope position, the index of the upper slope was lower than the midslope. However, no difference was observed in the index between the midslope and the lower slope. In the midslope and the lower slope, the site index changed according to the slope gradient, and the index was low on the steep slope and high on the gentle slope. The reason was that the soil water moved rapidly downslope on the steep slope, and the soil was dry. Moreover, at this site, the soil clay content of the soil in the steep slope was low, therefore it was thought that the water holding capacity and the nutrient availability were also low.