

匹見演習林における天然スギの研究 (Ⅰ)

天然スギの更新に関する研究

第1報 伏条稚樹の生育状態について

沖村義人・山根良夫・小野正行 (附属演習林)

Yoshito OKIMURA, Yoshio YAMANE, and Masayuki ONO

Studies on the natural Sugi in the Shimane

Agricultural College Forest of HIKIMI. (Ⅰ)

Study on the regeneration of the natural Sugi.

No. 1 On the development and growth of the natural layers.

I. ま え が き

スギの分布は広く北は青森県から南は鹿児島県に及ぶ⁸⁾²⁾が、特に天然生林として有名なのは秋田のスギ林・屋久島のスギ林及び石川・岐阜の県境から山口県に至る脊梁山脈に沿って分布するスギ林である。

島根農科大学匹見演習林はこの脊梁山脈の西部に位置し、広島・山口・島根3県境附近のスギ天然生林の代表的林況を現有する天然スギの多い地域である。

年平均気温は11~12°Cで冬季積雪多く、積雪期間は12~3月の4ヶ月で年間降水量は2000mmを超える裏日本型気候を示す中国山地気候区¹⁵⁾に属する。

本演習林は海拔800m以下では暖帯樹種ツクバネガシ・アカガシ・シラカシ・アラカシ・ウラジロガシが出現し、550m以上ではブナ・イヌブナ・ミズナラ等の代表的温帯樹種が分布する温暖両帯の移行部に当る。

この地方では過去において約30~40年の週期で天然スギを主とする抜き伐りを行なったほか森林にはほとんど撫育を加えないようであり、天然スギは主としてブナ・カエデ類・リョウブと混生して針広混交林をなし一部では純林を形成している。

当地方の天然スギはかつて中井が命名した芦生スギと同系統のものでよく伏条性きわめて強く、伏条稚樹を林内に多数見ることができる。

従って当地方の天然スギの更新状態を明らかにするにはスギ広葉樹混交林におけるこれら伏条稚樹の調査をかくことはできないのである。

幸にも1960年に伐採に着手した第1林班はかかるスギ広葉樹混交林の代表とみなすことができるので、天然スギの成長経過を知るため伐根の調査を行ない、あわせて過去に行なった調査よりスギ伏条稚樹の生育状態を概説する。

この報告の計画と取りまとめは沖村が行ない、調査・測定は沖村・山根・小野が行なった。

Ⅱ. スギ天然生林の概況調査

本演習林における天然スギは1000m以上の尾根筋で純林状態をなすこと多く、1000m以下ではたとい尾根筋でも純林状態をなすことはきわめてまれで、500~800mではスギの混交率は大体15%以下である。又尾根筋と沢筋でも混交率は異なり一般に後者はきわめて低い混交率を示すのが普通である。かかるスギの混交率の相違によりスギ伏条稚樹の数もかなり異なるので、全林より76ヶのプロットを選びスギの混交率と稚樹の調査を行なった。

本演習林は海拔480~1180mに位し、面積は227haで大部分はスギ広葉樹混交林である。

全林を森林調査簿によりスギ混交率86%以上、85~51%、50~16%、15%以下の4に層化し、ほぼ面積比率により各層より夫々6、4、34、32のプロットを図上で抽出し、ほぼ抽出地点に10m×10mの調査地を設定してスギと広葉樹の毎木調査を行なった。調査の結果第1表に示すとおり各層のプロット数は多少変化し8、14、16、38となった。

第1表 調査プロットの配置

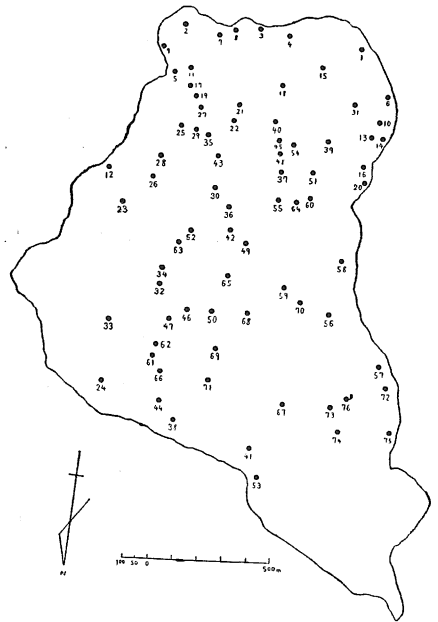
位置		スギ混交率				計
		86%以上	85~31	50~16	15%以下	
高所	尾根	6ヶ	4		2	12
	中腹	2	2			4
	沢			2		2
中位	尾根		6	6	6	18
	中腹		2	6		8
	沢			2	8	10
低所	尾根				10	10
	中腹				6	6
	沢				6	6
計		8	14	16	38	74

各プロットにつき 海拔高・斜面における位置・スギの伏条稚樹数を調査しあわせてプロット内の木本植物の種類も調査した。

1. スギ天然生林の樹種

調査したプロット76ヶにつき出現率 50%以上の樹種は リョウブ・ブナ・ウリハダカエデ・オオバクロモジ・アオハダ・ムシカリ・タムシバ・チュウゴクザサ等で、天然スギはほとんど全域にわたりブナ・リョウブ・ウリハダカエデと混交して針広混交林を形成している。まれに天然スギは純林状態をなして他の樹種の侵入を許さずわずかに地床植物としてチュウゴクザサ・イヌツゲ・ムラサキマユミ・ミヤマシグレが存在する程度である。

他の報告²⁾¹³⁾¹⁷⁾によると天然スギはブナ・ミズナラと共に出現することが多いが、当調査地ではミズナラの出



第1図 プロット配置図

現は少なくその出現率はわずかに21%にすぎない。

スギ伏条稚樹の多く出現する場所におもにみられる樹種は上記のほかネジキ・サイゴクミツバツツシ・ウスギヨウラクで比較的乾性の低木が多く、反対にスギ稚樹の少ない場所にはミズキ・トチノキ・アサガラ・シデ類・アワブキ等の比較的湿性の高木が多い。スギ稚樹数の多い場所にも、少ない場所にも余り出現せずおもに中程度の場所に多く出現する樹種としてホホノキ・コバノトネリコをあげることができる。

第2表 主要樹種とその出現率

スギの 種数	樹種	リ	カ	ブ	ク	ア	ム	チュウ	イ	ムラ	タ	ネ	ミ	ウス	ツ	コ	ミ	ト	シ	ア	ア	ホ
		ョ	カ	ナ	ロ	オ	シ	ウ	ヌ	サ	ム	シ	ジ	ツ	ギ	ル	バ	ズ	チ	ノ	サ	ワ
多い	67%	58	67	67	50	58	58	33	8	58	58	67	33	25	0	8	0	17	0	8	17	
中	86	71	71	57	71	43	50	50	43	71	29	43	14	36	50	7	0	36	7	0	50	
少ない	58	75	58	75	42	50	33	8	8	33	8	25	8	0	33	42	42	50	50	33	17	
平均	71	68	66	66	55	50	50	32	21	55	32	45	18	21	29	18	13	34	37	13	29	

上記のごとく天然スギはブナ・リョウブ・ウリハダカエデ・ムシカリと混交林をなすことが多いが、スギに必ず随伴して出現する樹種はなく出現率はリョウブの71%

が最高で、ブナは予想に反し66%を示すにすぎない。これはスギが比較的の低いほうまで出現するのに対しブナは低地にあまり出現しないためである。

2. スギの混交歩合と稚樹数

天然スギが純林状態をなす林分はスギの更新が良好でスギの伏条稚樹（樹高 5m 以下）数も最も多く、スギの混交歩合（材積）が小さくなるにつれ稚樹数は次第に少なくなると考えられやすいが、調査結果は第3表のごとく混交率 85~51%，50~16%の部分が最も多く 100m² 当り 30 本以上あった。次いで純林状態の林分が 23 本、15%以下の林分が最も少なく 15 本であった。

第3表 スギの混交率と稚樹数

樹高	混交率					平均
	86%以上	85~51	50~16	15%以下	平均	
0.5m以下	6本	8	7	5	6	
0.51~1.5	6	12	12	5	8	
1.51~3.0	8	10	8	4	7	
3.01~5.0	3	5	4	1	2	
計	23	35	31	15	23	

伏条の発生には積雪・湿気・庇陰が必要とされている¹⁶⁾¹⁷⁾ので、おおむね 1000m 以上の乾燥しやすい尾根筋に出現するスギの純林はスギ広葉樹混交林より枝の発根に不利なようで、従って伏条稚樹数はスギ混交率 16~85%の針広混交林より少ないと考えられる。然しその少ない稚樹から純林が形成され、一方最も稚樹数の多いところはスギ混交率 16~85%の混交林である。このことは天然スギの下枝が発根することすなわち伏条の発生と、その伏条稚樹が成長を回復して成林することとをわけて考える必要のあることを示すものである。すなわち伏条稚樹の成長には陽光が必要である¹⁰⁾¹³⁾あって、これは伏条の発生条件とは相反するからである。

スギ純林の出現する尾根筋は比較的光線量多く、更に純林状態の林分は過去におけるスギ利用のためうっ閉より開放される機会も多かったと考えられ、疎開の少なかつた混交林より稚樹の成長良好で、後述の如き後継木とみなされる樹高 1.5m 以上の稚樹の割合多く、全稚樹数の半数に及ぶのである。16~85%のスギ混交率の林分では伏条稚樹数は多くても林内光線の不足から成長きわめて遅く、あるいはいついには枯死して後継木の割合はかえって小さく稚樹数の 40% である。スギ混交率 15% 以下の林内は発根に必要な立地条件は良好であるが、スギ母樹の数が少ないため下枝の数も少なくために稚樹数は最も少ないと考えられ、更に光線量の不足から後継木の割合も最小である。

以上よりスギ稚樹はスギ混交率 16~85%の林に最も多く、ついでスギ純林に多く、スギ混交率 15% 以下の広葉樹林では最も少ない。

3. 斜面における位置とスギ稚樹数

斜面における位置は現地の地形により尾根筋・中腹・沢筋の 3 にわけたが、スギの稚樹数は尾根筋が最も多く平均 27 本、ついで中腹の平均 24 本であるが両者間には有意差はなかった。沢筋は最も少なく平均 12 本で前 2 者との間にきわめて明瞭な差があった。

第4表 高さ、斜面位置と稚樹数

海拔高	位置			平均	平均スギ混交率
	尾根筋	中腹	沢筋		
1000m以上	23本	16	4	19	67%
801~1000m	34	39	15	30	25
800m以下	19	11	9	14	4
平均	27	24	12	23	

同様な傾向を岩崎³⁾も認めている。沢筋は土壌及び空気の湿度高く庇陰も十分で伏条の発生には良好な立地条件をそなえていると考えられるにもかかわらず伏条稚樹数は少ないのである。これは沢筋はスギの混交歩合がおおむね 15% 以下で母樹の本数少なく、伏条となる下枝の数が少ないためであると考えられ、更に沢筋は光線量も最も少なくいったん発根した伏条も光線の不足によりやがて枯死するようである。

尾根筋は比較的乾燥しやすく伏条の成立に好条件とは考えられないが伏条稚樹数が最も多いのはスギ母樹数が多いことと、成立した伏条の枯死する割合が少ないことによると考えられる。前述のごとく伏条の発生には積雪・湿気・庇陰が必要とされているが、この条件はスギについては再検討の要がありそうである。すなわち沢筋の湿気より中腹以上の乾燥程度がスギ伏条の発生により好都合なのではあるまいか。更に中村⁹⁾はほとんど積雪のみられない地方での伏条成立を認めている。

尾根筋は調査プロットの 85% が 100m² 当りスギ伏条稚樹数 16 本以上であり、中腹は 67%、沢筋は最も少なく 33% しかなかった。従ってスギの伏条稚樹は尾根~中腹に多く発生すると言することができる。

4. 海拔高とスギ伏条稚樹数

海拔高は 1000m 以上を高所、800m 以下を低所、その間を中位として夫々の稚樹数を示すと第4表の通りである。すなわち中位が最も多く平均 30 本の稚樹を有し、ついで高所の 19 本、低所は最も少なく 14 本であった。

高所が少ないのはここにはスギの純林状態をなすものが全部含まれ、その影響があらわれたためと考えられる。低所はスギの混交歩合が低い伏条の母体たるスギ母樹が少なく稚樹数も最少であると思われる。

天然スギは本調査地では海拔 480~1180m の全域に分布するが、その伏条稚樹は海拔 800m 以上の中腹より上部に多く出現し、1000m 以上では多少少なくなる傾向がある。

Ⅲ. スギ伏条稚樹の成長

人工の余り加わらないスギ広葉樹混交林内の天然スギは一般にその伐根断面において中心部に年輪密度のきわめて高い部分を有し、その外側に年輪密度の低い肥大成長の良好な部分を有するものである。

このことは天然スギが稚樹時代に極端な被圧をうけて肥大成長の微小な時代を経た後、何らかの原因により被圧より解放されて成長が良好となったことを示すのであって、この調査では前者を被圧時代、後者を解放時代とし、稚樹は被圧時代にいかなる発生のしかたをなし、どの程度の成長をなすかを知るため、スギの混交率 16~85% 程度のスギ広葉樹混交林内におけるスギの稚樹 45本を樹高階別に掘取り測定した。

樹高は 20cm 以下・21~40cm・41~60cm・61~80cm・81~100cm・101~120cm・121~160cm・161~200cm の9に階別し、それぞれ5本ずつにつき成因、発根部位及び発根部位より垂直距離 30cm の点における直径、年輪数更に樹冠巾、葉量、根量及び根の深さを測定した。

直径は長径と短径を 0.1cm まで測定しその平均値で示した。年輪数は試料より円盤を採取し顕微鏡で測定した。葉量は緑色部全部の重量で、根量は地下部の全重量で示した。

1. 稚樹の成因

裏日本に広く分布する天然スギは一般に伏条性がきわめて強い。匹見地方の天然スギもその例外ではなく伏条更新による稚樹が多いが、天然スギの成立原因としてあげられる次の4のうち伏条による稚樹はどの位の割合をしめるのであろうか。

- a. 伏条
- b. 実生
- c. 落枝の発根
- d. 倒木の側枝の発根

45本の稚樹について精査したところ、稚樹の一部が母樹と現在連絡しているものすなわち完全に伏条と認められるもの34本、幹の基部が真直ぐ直根となって垂下した実生と考えられるもの1本、母樹と連絡していないが発根部より前方に匍匐枝の腐朽したあとが 5~20cm 附着し、その延長方向にスギ立木又は枯死木があって伏条により成立したことがほぼ確実なもの8本があった。この

8本は枝が発根後発根部より母樹に近い部分の腐朽をきたしたものであると考えられ、現在まだ母樹と連絡している伏条稚樹も近い将来に連絡部が腐朽して母樹より独立するのである。

本演習林ではスギの倒木はほとんど見られず従って倒木の側枝の発根したものはなく、ただ落枝の発根したものが伏条か判断のきき難い稚樹が2本あった。これは稚樹の基部が湾曲しており、その主根となす角度は直角に近く実生でないことはほとんど確実であって、a, c のいずれとも判断のきき難いものである。

田中¹⁴⁾は兵庫県で落枝の発根したものが量的に多かったと述べているが、この調査では確実にそれだと認められるものはなかった。ただ広葉樹の腐朽した伐根上に未発根のカルスを形成した生きた落枝を1本発見したので、当地方に落枝の発根したものは全然ないとは言えないがきわめて少ないことは確実である。

実生のものも1本あったが、うっ閉せる林内では実生苗は発生し難く⁹⁾よほどの好条件の場所例えば尾根筋の十分に光線の当る所、うっ閉が強く破られた所にしか出現しないようである。

伏条及び確実に伏条と思われるものが45本中42本で、当地方の天然スギの稚樹はほとんど伏条により成立したものであると考えられる。

2. 稚樹の成長

本調査地における天然スギの稚樹は前記のごとくほとんど伏条更新によるものであるが、母樹の下枝はおおよそどの位の大きさ、年令の頃に発根して稚樹として独立するかをまず考えることとする。

第5表 発生直後の伏条稚樹の各種測定値

根重量	樹高	地際直径	地際年令
gr	cm	cm	年
0.4	8	0.25	8
0.4	20	0.35	12
0.6	18	0.3	9
1.0	20	0.45	17
1.0	33	0.5	6
1.4	45	0.9	24
2.4	20	0.35	9
3.5	29	0.5	13
3.5	45	0.7	24
5.0	40	0.6	9
5.0	50	1.0	20
5.5	35	0.9	14
6.0	40	0.6	11
9.5	58	1.1	19

下枝が土壤に接触し発根を始めてから 1~2年の間は根量はきわめて少なく 10gr をこえることはほとんどないと考えられるので、調査稚樹のうち根量 10gr 以下のものの樹高・地際直径・年輪数を第 5 表に示した。

すなわち樹高 8~58cm, 地際直径 0.25~1.10cm, 年輪数 6~24 ケであるが、この表よりみて発根を開始した年の根量はさほど多いとは考えられず、発根当年に 5gr に達するものがあるとしても調査稚樹中のその最大樹高は 50cm, 最大地際直径 1.0cm, 最大年輪数は 24 ケである。

伏条の成立についての調査は少なくスギについて中江⁴⁵⁾は樹高 1m 未満、直径 1cm 以下の稚樹の割合が多いことを報じ、山内¹⁶⁾はヒバについて直径 2cm をこえる

ような太い枝は発根率が著しく小さく枝条の接地部の直径が 1cm 未満のものが著しく多数発根していたと報告している。

本調査地では母樹の下枝が発根した当時の大きさは、おおそ樹高は 50cm まで、地際直径は 1cm までで、特に地際直径が 1cm 以上で根量 5gr 以下のものは見られなかったので接地部の直径 1cm 以上の枝は発根が困難であると考えられる。

然し伏条稚樹の正確な発根時点を知ることは困難で、ここではうっ閉した林内における伏条稚樹の枝の時代からの成長状態について考察をすすめる。

被圧状態のもとにおけるスギ伏条稚樹の樹高階別の成長状態は第 6 表の通りである。

第 6 表 伏条稚樹の樹高階別の平均測定値

樹高階	調査本数	平均樹高	地際における		地上 30cm における		根の深さ	葉の重量	根の重量
			年輪	直径	年輪	直径			
0.2m 以下	5	17	11	0.34	—	—	8	5	1
0.21~0.4	5	35	11	0.6	2	0.3	11	49	4
0.41~0.6	5	48	20	0.9	10	0.5	13	64	10
0.61~0.8	5	68	23	1.5	10	1.0	22	198	41
0.81~1.0	5	90	29	1.7	18	1.3	25	252	74
1.01~1.2	5	108	39	1.7	28	1.3	24	180	58
1.21~1.4	5	129	38	2.3	27	1.9	25	254	120
1.41~1.6	5	152	44	3.0	36	2.6	41	506	181
1.61~2.0	5	182	45	3.6	37	3.0	45	515	235

a. 樹高成長

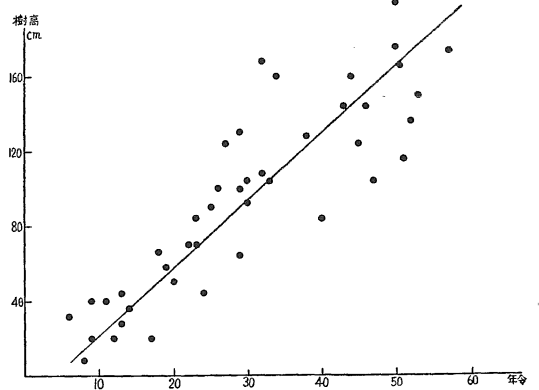
調査した稚樹の発根部における最小年輪数は 6 ケであり、更に根の深さ・根量よりみて発根後あまり年数を経っていないと考えられる樹高 20cm 未満の稚樹の平均年齢は 11 年である。発根部の枝の年輪数が 6 ケ以上であったことは、その枝の基部の年輪数はそれよりかなり多いことを示すので換言すれば発根する枝の年齢は大体 10 年以上であると考えてさしつかえないであろう。

発根時における枝の発根部位での年輪数、発根部位より枝の先端までの垂直距離(発根時の樹高)は多様であるので、樹高と年齢との関係は第 2 図のごとく明瞭でないが一応の係式を示すと次の如くである。

$$h = 3.6y - 15$$

h : 樹高 cm y : 年齢

この係式より発根部位の年輪数 4 までは樹高 0 以下で、6 で樹高は約 7cm 位となり、この程度以上になって伏条枝は発根するようである。事実林内において発根部位の年輪数が 6 以下のものはほとんど発見できなかった。



第 2 図 樹高と年齢

た。これは枝が発生後被陰のため伸長遅く、接地するのは枝が幹から発根部までの長さより以上に長くなってからで、その間に相当の年月を要し、又地面に接しただけですぐ発根するとは限らず土砂・落葉等によって接地部がおおわれてから発根するようで、この接地より発

根までに更に数年を要するためではないかと考えられる。

前式より発根後の樹高の伸長量は1ヶ年当り3.6cmとなる。

次に発根部位と地上30cmにおける年輪数を比較すると第7表の如く最小2年、最大20年の差があり、これは樹高が30cm高くなるのに成長良好の場合には2年、成長不良の場合は10倍の20年を要し成長の良否により相当の差があることを示している。然し平均して 10 ± 1.3 年を要し、1年平均3cm伸長したこととなり上式の3.6

cmと大差がない。伏条スギ稚樹の成長は柴田¹⁰⁾、中江⁵⁾が調査しているが、柴田の報告では年平均4.7~7.2cm、中江の報告では3.3~3.7cmであって本調査地の結果は中江のそれとほとんど一致する。

いずれにしろ伏条スギ稚樹の成長は有田¹¹⁾も指摘した通りきわめて遅いのであるが、その環境の相違により10倍もの差があるのは施業上特に注意すべき点である。

b. 直径成長

直径の成長もきわめて小さく、地上30cmにおける幹の1cm当りの年輪数は第8表の通りである。

第7表 地際と地上30cm点の年輪数の差

年輪差	2	4	5	6	7	9	10	11	12	13	16	17	18	20
本数	1	2	1	2	5	7	5	3	5	3	1	2	1	1

第8表 地上30cmにおける年輪密度

年輪数	自至	10	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61以上
本数		5	9	7	1	4	6	3	1	0	2	1

即ち直径1cmの間に少なくて10ヶ、多い場合には³3ヶの年輪があり、このきわめて高い年輪密度は天然スギ稚樹の被圧時代にあらわれ天然スギの伐根がその中心部にもっている年輪密度の高い部分に相当する。

この被圧時代の直径成長量は平均0.5~0.8mmで、柴田¹⁰⁾の1.4~1.6mm、四手井¹³⁾の0.9~2mmより更に小さく、中江⁵⁾の0.4~0.8mmに近似する。従って直径1cm太るのに平均15年も要し被圧時代の伏条稚樹の成長がいかに小さいかがわかる。

この被圧部分の大きさは人為・天災等によるうっ閉の破壊までの期間に左右されるもので、うっ閉の破壊後は肥大成長は盛んとなり年輪巾は広がる。

次に地際における直径と樹高との関係を示すと第3図のようで、この両者間には比較的密な関係があり、次の関係式が成立する。

$$h = 53d - 3$$

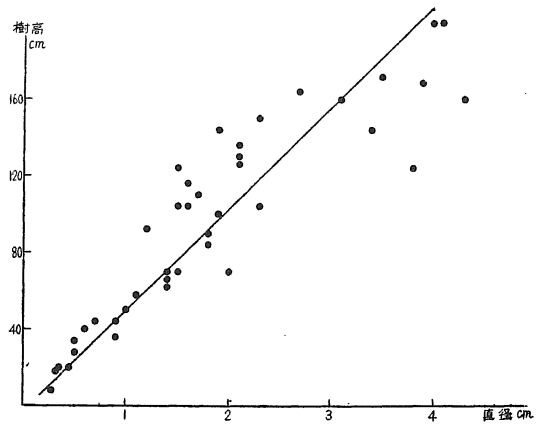
h : 樹高cm d : 直径cm

即ち地際直径1cmの稚樹の高さは約50cm、直径4cm位となって樹高は2mを越える。

四手井¹³⁾も稚樹の樹高と直径との関係は一次式で示されると述べ、両者間に密接な関係を認めている。

c. 葉量

天然スギ稚樹の樹高・直径両成長共に前述のごとくきわめて微小であるのは主として被圧による同化物質の過



第3図 樹高と地際直径

少によるのである。同化物質の量は光線の量及び質・炭酸ガス量・温度その他によりかなり変化するが、同化器管たる葉の量にも勿論影響されるのであって、天然スギ稚樹の成長を論ずる場合葉量を考慮の外におくことはできない。

ここでは光合成を行なう器管の量を問題とするので光合成を行なう葉緑素を含む緑色部全体を葉量とする。樹高と葉量との関係をみると第6表の如く両者間に判然たる関係は見出しえないが、大体比例的關係があり葉量は樹高と共に増加する。

第9表 被圧稚樹と苗畑稚樹の比較

平均苗高	被 圧 地		解 放 地	
	葉 量	根 量	葉 量	根 量
cm	gr	gr	gr	gr
35	49	4	20	5
50	64	10	51	19
70	198	41	138	34
90	252	74	250	70
110	180	58	—	—
130	254	120	600	150
150	506	181	800	210
180	515	235	943	258

解放地における実生稚樹の葉量と比較すると第9表のごとくその差は小さく被圧下の伏条稚樹の葉量が特に小さいとは言えない。光合成を行なう葉の量にほとんど差がないにもかかわらず天然スギ稚樹の成長が小さい原因は光線量の少ないことに帰せざるをえない。一般に伏条スギ稚樹の葉は主として陰葉であるが、解放地における同程度の樹高をもつ実生稚樹と比較してその量には大きな差はないのである。

d. 根量及び根の深さ

水分の吸収・無機物質のせつ取を行う根の量も成長に重大な影響を及ぼすのである。地下部の全重量を根量として樹高との関係を見ると第6表に示すごとく明瞭な関係はみられないが、大よそ次の如き関係式が成立する。

$$h = 17.4 r^{0.41}$$

h : 樹高cm r : 根量 gr

すなわち樹高 50cm 位までは根量の増加は僅少で、それ以後は急速に根量を増加するようである。発根してから樹高 50cm 位までは母樹とまだ連絡しており水分・栄養物質ともに少量ではあるが母樹より補給をうけて稚樹は生活していると考えられ、50cm以上になるとおおむね母樹との連絡枝が腐朽して自力での生活をしいられ根量は急速に増加するようである。すなわち上式より計算すると樹高 20cm で根量は 1.4gr, 30cm で 3.8gr, 40cm で 7.6gr, 50cm で 13gr しかないが、1m では 71gr, 2m では 386gr となる。一方この根量を解放地における実生稚樹の根量と比較すると第9表のごとくあまり差はないようであるが、葉量に対する根量をみると樹高の低いもので根の発達の不良であることがうかがわれる。従ってかかる葉量と根量とがアンバランスな樹高の低い稚樹は乾燥の害をうけやすいと言わねばならない。

更に根の深さをもみても樹高 50cm までは大体 15cm 以下できわめて浅く極度の乾燥にあえば直ちに枯死せざるをえない位の深さである。

樹高が 1m 程度となると根の深さは次第に深くなり、樹高 2m 近くで大体 50cm 位の深さとなる。柴田¹¹⁾ も同じ傾向を認め、スギ稚樹は地表に粗腐植の堆積をみるころでは表層浅く根系を発達させ、樹高が十分高くなってから心土まで根を発達させると述べている。

中江⁴⁾、四手井¹²⁾ も樹高の低いものは根系の発達が不良で葉量に比較して根量が著しく少ないようであると述べ、いずれも葉量と根量との不均衡を指摘している。

以上より天然スギ稚樹の被圧下における成長はきわめて小さく、樹高は 1年に平均 3~4cm しか伸長せず、幹の直径は 1cm 肥大するのに平均 15年を要するのである。

稚樹の成長に重要な働をなす葉及び根の量は解放地の実生稚樹に比し特に少ないとは言えないが、ただ樹高の低い稚樹にあっては両者間の不均衡がめだつのである。

疎開後の後継樹とみなされる樹高 1.5m 以上の稚樹も被圧下の成長はきわめて遅く、その原因は光線量の少ないことであると考えられる。従ってうっ閉を強く破り十分な光線を与えれば伏条稚樹は良好な成長をなすであろう。

Ⅳ. 伐 根 調 査

当演習林は前述のごとく大部分がスギ広葉樹混交林であり、1960年春より伐採に着手した第1林班はスギの混交率 30%程度でその代表とみなすことができるので、伐根の調査を行ない同地方のスギ天然生林の更新状態を推測する。調査地は赤谷に沿った海拔 500~700m に位置し面積 11ha で平均 35度の急傾斜の西向斜面である。

伐採前の林相はウラジロガシ・ハイノキ・ツクバネガシ・リョウブ・エゴノキ・アサガラ・カナクギノキ・イヌブナ・ウワミズザクラ・ホホノキ・シデ類・ムシカリ・ウリハダカエデ・ヤマザクラ・ミズナラ・キハダ・ノブノキ等の広葉樹類に天然生スギが点状に混交し、一部尾根筋にツガ・モミ・アカマツをわずかに混えた針広混交林であった。地床植物としてはエゾユズリハ・ヒサカキ・サイコクミツバツツジ・ツルシキミ・クロモジ・ヤマシグレ等が主として認められた。

蓄積は広葉樹 700m³・スギ 250m³ (424本) で、モミ・ツガ・アカマツは 15m³ あり、スギの混交率は 26%であった。伐採跡地のうち整理のすんだ約 5ha より 100ヶの伐根を選び調査した。なお同地には被圧部分を 2回有する伐根が多数あったので、別に 30ヶの伐根を作為的に選び調査した。

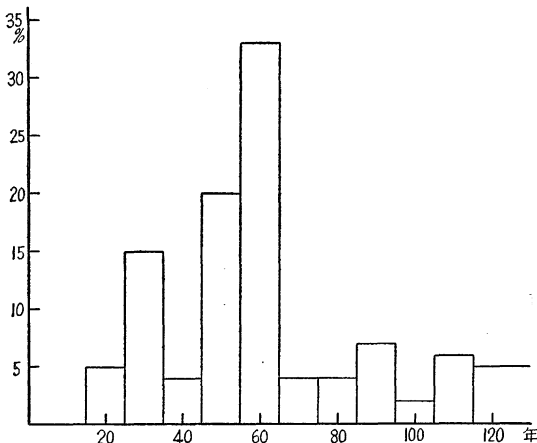
調査伐根の伐採点の高さは 5~95cm の間にあって相当な差があり、被圧時代の稚樹の成長は前述のごとくきわめて小さいので、伐根高の相違により直径・年輪数はかなり変化すると考えられる。従って同一の高さにおい

て比較するため地上 30cm の高さにおける直径・年輪数に換算した。換算は現存稚樹の被圧下における成長状態の調査結果を使用して行なった。すなわち被圧下では樹高は10年で30cm、直径は15年で1cm 成長する割合で換算した。現在の森林と当時の森林とでは林況が全く同一であるとは限らず多分相違すると考えられるが、極端な差があるとは思われないので現存稚樹の成長結果を使用してもさしたる不都合はないであろう。

伐根高は伐採断面の中心より地表面までの垂直距離を示した。天然スギは一般に積雪の多い傾斜地に生育するため根曲りが多く伐採断面は通常楕円形をなしている。従って直径は長径と短径を測定しその平均値で示した。年輪数はすべて拡大鏡を使用して測定した。

1. スギ伏条稚樹が成長を回復した時期

調査を行なった 100 ケの伐根はすべて中心部に年輪巾の狭い被圧部を有し、その外側に急激に成長の良好となった年輪巾の広い部分を有していた。天然スギの稚樹が旺盛な成長を開始するのは主として光線量の増大によるのであって、広葉樹の巻枯しにより被圧稚樹の成長が急に回復したり¹⁰⁾、広葉樹の疎開による環境条件の改善によって成長が回復したりする¹³⁾。従って年輪巾が急くなるのはうっ閉の破壊により稚樹が被圧から解放されたことによるとみてよく、本調査地の伐根が成長を回復してからの年数は第4図に示した。



第4図 伐根の成長回復後の経過年数とその割合

この被圧より解放されてからの年数は最小 19年、最大 183年で非常な差があるが、伐根の半数は 45~65年で、この他に約30年のものが5%、約90年のものが10%近くあった。このことから1960年に伐採された天然スギは約30数年前・60数年前・90数年前の3回成長を回復する機会に恵まれたものと考えられる。

すなわち本演習林は約30年毎に伐採されうっ閉を破られてスギ稚樹は受光量をまし成長を回復したようであるが、その伐採はぬき伐り程度であつたらしく強くうっ閉を破られた部分では直ちに稚樹は成長を回復し、一方うっ閉の破壊程度の少ない部分では稚樹の成長は回復せず、前記のごとく1年当り3~4cm ずつの伸長をつづけ、数年~十数年後樹高が広葉樹樹冠層をこしてから又は次の伐採後急に成長を回復したものと推測することができる。四手井¹³⁾も疎開の影響のうけかたが部分によって異なり従ってスギ稚樹がおう盛に成長をはじめに要する年数にも多少の差を生ずると述べており、うっ閉の破壊によりすべての稚樹が一時におう盛な成長を開始するものではない。

約90数年前に成長を回復した伐根の数が少ないが、これは約60数年前又は約30数年前にその大部分が伐採されたためであると考えられる。

明治以前にはタタラ製鉄のために広葉樹はかなり利用されたようであるが、明治以後本演習林のごとき奥地林で広葉樹が皆伐されたとは考えられず天然スギや特殊用途を有する大径の広葉樹のみがぬき伐りされたと推測するのが妥当である。従って伐採穴にある稚樹は直ちにおう盛な成長をなし、然らざるものはなお暫らく被圧状態を続けたと考えられる。

約30年前に成長を回復した伐根が15~20%あり、約60年前のものが50%近くあったことからスギ稚樹は疎開をうけてから往時の利用径級に達するのに約60年を要し、特に成長良好な場合には約30年を要したものと考えられる。

従って約90年前に成長を回復したものは大部分約30数年前に伐採され、特に成長の遅れたもののみが今回伐採されたのであろう。

次に本調査地では年輪密度の高い部分を2ヶ有する伐根がかなり存在するが、これは最初の被圧期をすぎて成長を回復した後再び被圧時代を経たものと考えられる。

この2回被圧時代を経た伐根30ヶについての調査結果は第10表に示した。

第10表より半数の15ヶの伐根は約30数年前に2回目の成長回復期に入っており、その項うっ閉が強く破られたのは前記の推測と相まってほとんど確実である。

第1回目の成長回復期より伐採までの経過年数は第5図に示すごとく約60年のもの60%、約90年のもの40%である。これらはその当時被圧より解放されておう盛な成長を開始したが、伐採穴の過小のためにやがて周囲の広葉樹により穴をふさがれたか、又はより成長の早い広葉樹のために再び被圧され、大よそ11~30年間被圧状態をつづけ主として約30数年前に再び被圧より解放されて成

第10表 被圧部を2ヶ有する伐根の調査表

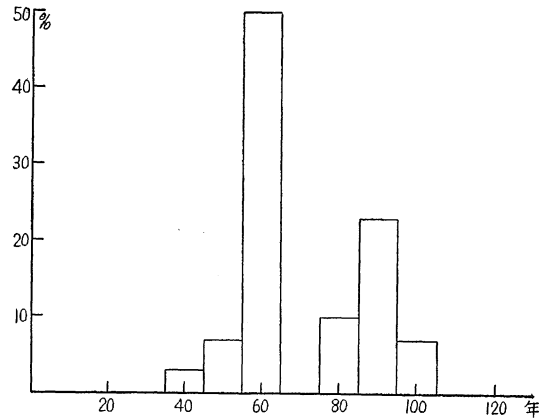
伐採高	伐根直径	中心年被圧部数	第一の次年解放数 (a)	第二の次年被圧数 (b)	第二の次年解放数 (c)	a + b + c
15	49	61	22	11	29	62
20	38	75	54	18	25	97
23	52	75	33	30	30	93
25	29	76	21	36	25	82
25	31	105	18	15	19	52
26	31	12	26	13	26	65
30	54	72	40	30	27	97
30	33	65	30	15	60	※ 60
30	24	27	8	30	25	63
30	25	86	20	15	20	55
32	34	101	19	15	30	64
35	28	15	27	11	23	61
35	50	35	42	19	33	94
35	24	26	13	22	28	63
37	44	84	13	25	50	88
40	42	34	14	82	56	※ 56
43	30	75	45	11	8	64
45	64	34	21	15	43	79
45	29	25	31	17	10	58
45	44	23	11	71	91	※ 91
50	18	10	15	15	31	61
50	43	25	36	10	19	65
50	21	35	16	17	30	63
55	45	18	25	17	18	60
55	19	62	38	12	28	78
55	16	18	7	16	15	38
60	31	75	38	15	33	86
65	58	38	18	22	92	※ 92
65	40	72	51	26	9	86
70	35	43	17	24	17	58

※はCの値のみとする

長を回復したものである。

伐採の影響が残存木の成長に明らかに現われるのは伐採後4~5年目である¹²⁾ので、本調査地は現在までに少なくとも成長回復時よりの年数に4~5年を加算した約100年前・約70年前・約40年前と大体30年ごとに稚樹が被圧より解放される機会があったようで、「大体30年位の周期で天然スギを伐採する」との土地の古老の話と一致する。

従って被圧状態にあった天然スギの伏条性稚樹は上層クローネの破壊により被圧より解放されてから、早ければ30年で伐採可能の大きさとなったが、なかには再び被



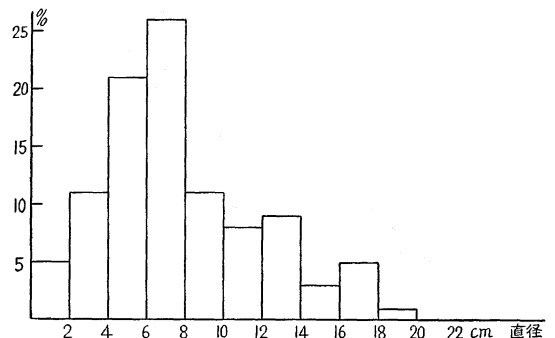
第5図 被圧部を2ヶ有する伐根が最初に成長を回復してからの経過年数とその割合

圧状態に陥り成長がおとろえ 次回の伐採により成長を回復したのも少なくない。

2. 成長を回復した稚樹

調査地においては大体30年の周期で伐採が行なわれスギ稚樹は成長を回復したと考えられるが、上層クローネの疎開された場所の稚樹全部が成長を回復したか、又は疎開当時ある程度以上の大きさに達していた稚樹のみが成長を回復したのであろうか。

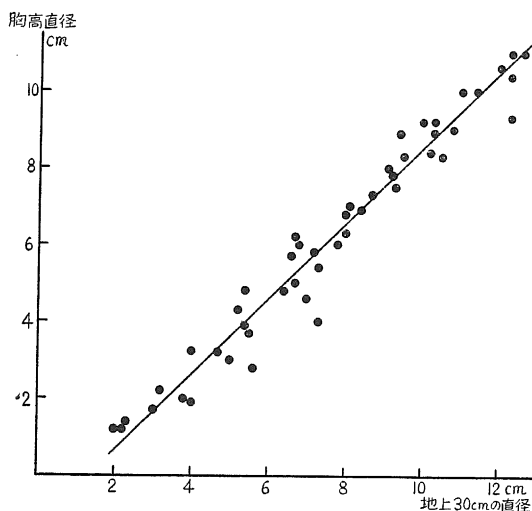
地上30cmの高さにおける直径に換算した結果、被圧より開放された当時の伐根の直径は0.7~19.8cmの間にあり、4.1~8cmのものか約半数を占めていたが、その直径別本数割合は第6図の通りである。



第6図 地上30cmにおける直径別本数割合

直径2cm以下のものは全体の5%にすぎず従って解放後成長を回復した稚樹は地上30cmの高さにおける直径が2.1cm以上のものであったとみてよいようである。

地上30cmの高さにおける直径(d)と胸高直径(D)との関係を現存稚樹について測定した結果は第7図の通りで、その関係式は次のごとくである。

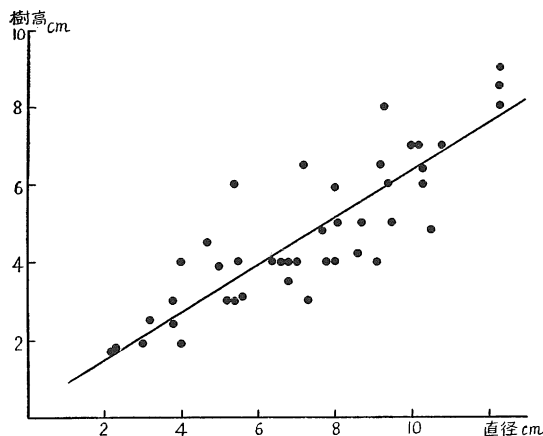


第7図 胸高直径と地上 30cm の直径

$$D = d - 1.5 \quad \text{単位 : cm}$$

この関係式より成長を回復したとみられる地上30cmの高さにおける直径2.1cm以上のものは胸高直径で0.6cm以上あったことになり、約半数の伐根は疎開時に2.5~6.5cmの胸高直径をもっていたことになる。

次に地上30cmの高さにおける直径(dcm)と樹高(hcm)との関係は第8図に示したごとく明瞭でないが、その近似式を下に示す。



第8図 樹高と地上 30cm の直径

$$h = 60d + 30$$

この近似式より伐根の稚樹時代における樹高を推定すると、直径2cmのもので樹高は1.5mとなり、調査伐根の約半数をしめる直径4.1~8.0cmのものは樹高2.8~5.1mとなる。従って1960年に伐採された天然スギは被圧より解放された時は大体胸高直径0.6cm以上・樹

高1.5m以上あったものと考えられる。

矢作¹⁷⁾も伏条性スギ稚樹は樹高1.5m位に達し適当な樹冠と着根をえて独立した1個体として生育しようと述べ、本調査地において成長を回復した稚樹とほとんど同じ大きさの稚樹が成長をつづけることを認めている。

中江⁵⁾の報告によると稚樹は樹高約1m程度のものが最も多く、本調査地においても1m位の稚樹の数が最も多いが、上層クローネの疎開当時最も多数を占めていたであろう樹高1m程度の稚樹の成長したものがほとんど今回の伐採に含まれていないのは途中で消失したためと考えられる。

樹高1m近くのスギ稚樹は葉量に対して根量少なく、根の深さも浅いのでう閉の破壊による表土の乾燥に対しきわめて抵抗力が弱いのは当然である。天然更新においては稚樹の消失に表層土の水分条件が強く影響するので¹³⁾、かかる根系の発達不良の稚樹は乾燥の害により消失したものと考えられる。

上記のごとく上層クローネの疎開により成長を回復できた伏条性スギ稚樹は樹高1.5m、胸高直径0.6cm以上のもので、それ以下のものは乾燥により消失したか、又は次回の疎開まで被圧されたままで僅かな成長をつづけたものと思われる。

V. 摘 要

中国山脈の西部地方は天然スギの多い地域で、古くよりぬき伐りを行なうだけでスギは更新してきたが、近時木材需要の増加によりスギ天然生林も皆伐されるものが多く次第にその林相は失なわれつつある。従って天然スギの更新に関する研究の完成が一日も早く望まれるので、その研究の基礎調査の一端として同地方で大面積をしめるスギ広葉樹混交林の概況、その林内でのスギ稚樹の成因・成長及び成林したスギ稚樹の概況につき調査した結果明らかになったことは次の通りである。

- 1) 天然スギの純林は大よそ海拔1000m以上の尾根筋に現われることが多い。
- 2) 天然スギは一般にリョウブ・ブナ・カエデ・ムシカリ等と針広混交林を形成している。
- 3) 天然スギの稚樹はスギ純林よりもスギの混交率16~85%の針広混交林に多い。
- 4) スギ稚樹は山の斜面においては中腹~尾根筋に多く、沢筋には少ない。高さにおいては800~1000mの区域に最も多く、800m以下では少ない。
- 5) 天然スギ稚樹の大部分は接地点よりの高さ50cm以下・接地点の直径1cm以下の母樹の下枝が発根した伏条である。

6) 天然スギの稚樹は被圧状態のもとでは成長きわめて遅く、樹高は年平均 2.7~3.6cm, 直径は 0.5~0.8 mm しか成長しない。その成長不振の原因は主として陽光の不足と考えられる。

7) 上層クローネの疎開後スギ稚樹は一般におう盛な成長を開始するが、1960年に伐採されたスギはほとんど約100年前・約70年前及び約40年前に被圧より開放されたものである。開放されたスギ稚樹の中には再び被圧されて成長がおとろえ、次回の開放により再度成長を回復したのも少なくない。

8) 成長を回復しえた稚樹は疎開時に樹高1.5m, 胸高直径 0.6cm 以上に達していたもので、それ以下のものは葉量に対して根系の発達が不良で乾燥の害により消失したようである。

Ⅵ 引用文献

1. 有田 学：日本林学会講演集 No. 61 1952
2. 林 弥栄：日本産針葉樹の分類と分布 1960
3. 岩崎直人：秋田杉林の成立並に 更新に関する研究

興林会 1939

4. 中江篤記：日林会関西支部講演集 No. 4 1954
5. 中江・鬼石：日林会関西支部講演集 No. 5 1955
6. 中村賢太郎：育林学原論 1937
7. 成田・山科・小迫：島根農大研究報告 No. 5 1957
8. 岡本省吾：スギの研究（佐藤編）1950
9. 柴田信男：日本林学会誌 Vol. 16 No. 5 1934
10. "：日本林学会講演集 1938
11. "：スギ林の育成に関する環境学的研究 1955
12. "：京都大学演習林報告 No. 29 1960
13. 四手井・中江・堤・小池：京都大学演習林報告 No. 27 1958
14. 田中 周：日林会関西支部講演集 No. 1 1950
15. 和達清夫：日本の気候 1958
16. 山本俊文夫：日本林学会誌 Vol. 18 No. 9 1936
17. 矢作琴治：日本林学会誌 Vol. 14 No. 12 1932

Summary

In the western part of the Chūgoku range, natural Sugi trees (*Cryptomeria japonica*) can generally be found over many of mountains.

To collect data for a study on reproduction of them, the writers made some preliminary investigations in the Shimane Agricultural College Forest of HIKIMI from 1956 to 1960.

Results investigated were as follows:

1. Pure forests of natural Sugi were found growing mainly on the ridge more than 1000 m above the sea.
2. In mixed forests natural Sugi trees were found mostly with some broad-leaved trees, such as Buna, Ryobu, Kaede and Musikari.
3. Generally speaking, the young trees of natural Sugi were found often in the mixed forests than in the pure forests, and on the ridge and the mid-slope than in lower areas.
4. Young trees of Sugi were reproduced by layers, i. e. twigs of mother trees.
5. Layers were very slow in growth under a closed stand; their mean annual growth measured 2.7~3.6 cm in height and only 0.5~0.8 mm in diameter.
6. The natural Sugi which were cut down in 1960 had been liberated from suppressed condition twice ca. 70 and 40 years ago. And many layers began better growth at those times, but few fell again into suppressed condition after some years and then they recovered their power of growth when next chances was given.
7. The writers found a trend that the layers taller than 1.5 m could recover their power of growth after liberation. Whereas the shorter ones couldn't perhaps because of their suffering from drought due to their shallow and limited root system.

附表 プロット調査

プロット 番号	海拔高	斜 面 に お け る 置		スギ		広葉樹		スギ 混交率	スギ稚樹本数					計
				本数	材積	本数	材積		1~50	51~100	101~150	151~300	301~500	
									cm	本	本	本	本	
1	1130	中	腹	19	3.68	31	0.11	97	1	2	0	7	2	12
2	1100	〃	〃	10	1.51	23	0.77	66	8	3	1	3	1	16
3	1080	尾	根	12	2.46	19	0.73	78	4	4	3	2	10	23
4	1080	沢	筋	4	0.12	8	0.65	16	0	1	1	2	0	4
5	1080	尾	根	26	4.06	10	0.05	99	5	5	2	6	1	19
6	1080	〃	〃	14	5.10	8	0.25	95	7	8	1	9	4	29
7	1080	〃	〃	8	1.35	25	0.85	61	4	7	1	5	2	19
8	1080	中	腹	11	1.13	16	0.55	67	4	10	0	1	9	24
9	1060	尾	根	14	3.18	15	0.33	91	9	2	1	11	1	24
10	1060	〃	〃	20	4.05	13	0.05	99	9	3	3	8	3	26
11	1050	〃	〃	10	2.40	20	0.70	77	7	4	3	9	4	27
12	1050	〃	〃	0		24	5.11	0	5	4	2	0	0	11
13	1030	〃	〃	11	3.20	15	0.35	90	5	5	2	7	4	23
14	1030	〃	〃	14	5.11	8	0.24	96	7	10	2	8	8	35
15	1030	〃	〃	1	0.01	24	5.15	0	9	3	1	0	0	13
16	1020	中	腹	15	3.01	15	0.12	96	1	2	1	6	2	12
17	1010	尾	根	6	1.36	31	0.86	61	7	5	3	6	2	23
18	1010	沢	筋	6	0.21	13	1.04	17	0	1	1	1	1	4
19	960	尾	根	8	1.10	16	0.49	69	18	17	11	10	2	58
20	960	〃	〃	25	2.01	33	0.68	75	8	15	8	18	7	56
21	950	〃	〃	13	0.20	76	1.15	16	9	18	2	5	1	35
22	950	〃	〃	10	0.23	49	1.12	17	10	6	3	3	3	25
23	900	〃	〃	30	1.50	31	1.47	51	14	10	3	18	7	52
24	900	〃	〃	10	0.21	33	2.85	7	12	3	0	6	2	23
25	900	中	腹	8	1.13	16	2.46	35	2	2	1	9	3	17
26	890	尾	根	32	1.34	38	1.29	51	2	8	3	15	7	35
27	890	沢	筋	0		37	1.84	0						0
28	890	〃	〃	3	0.75	25	5.00	13	5	3	1	5	2	16
29	880	尾	根	11	0.15	28	1.60	9	9	5	2	12	0	28
30	880	〃	〃	31	2.07	36	0.07	74	10	21	1	23	6	61
31	880	沢	筋	3	0.85	29	5.91	13	0	0	2	1	0	3
32	870	尾	根	8	0.08	60	1.50	5	10	5	0	5	2	22
33	870	沢	筋	2	0.22	18	1.60	12	3	5	1	3	1	13
34	860	尾	根	6	0.10	37	2.65	4	5	1	0	8	3	17
35	860	中	腹	10	1.09	19	1.94	36	2	2	3	8	2	17
36	850	尾	根	10	1.10	16	0.50	70	8	21	4	10	3	46
37	850	〃	〃	15	0.76	38	1.70	31	8	15	3	4	3	33
38	850	〃	〃	8	0.10	53	1.91	5	7	3	1	9	1	21
39	850	中	腹	20	0.51	33	2.93	15	10	25	3	13	4	55
40	850	〃	〃	10	1.50	21	1.39	52	6	2	1	10	6	25
41	830	尾	根	8	0.10	41	2.00	5	5	6	1	10	2	24
42	830	〃	〃	13	0.76	51	1.81	30	7	10	3	7	3	30
43	830	中	腹	8	1.45	19	1.29	53	10	2	1	8	2	23
44	830	沢	筋	10	0.18	15	2.12	8	3	6	0	3	1	13
45	830	〃	〃	2	0.21	22	1.57	12	7	8	2	2	1	20

46	820	中	腹	16	0.51	28	2.34	18	30	6	1	9	10	56
47	820	沢	筋	11	0.40	21	1.80	18	1	2	4	13	8	28
48	820	〃		9	0.34	18	1.44	19	1	2	8	7	6	24
49	810	尾	根	6	0.64	18	2.03	24	5	6	1	7	1	20
50	810	〃		6	0.71	15	2.16	25	3	10	3	8	3	27
51	810	中	腹	16	0.43	38	2.17	16	8	34	4	12	3	61
52	810	沢	筋	10	0.17	20	2.10	7	4	6	2	9	3	24
53	810	〃		0		29	2.14	0	0	3	1	1	0	5
54	800	中	腹	12	0.44	26	2.24	17	20	2	3	19	10	54
55	780	尾	根	14	0.12	70	1.15	9	9	16	4	15	1	45
56	780	〃		15	0.15	47	1.35	10	10	17	3	6	2	38
57	770	中	腹	5	0.03	18	1.47	2	4	1	1	1	1	8
58	770	〃		1	0.07	21	2.76	2	2	1	0	1	2	6
59	760	尾	根	0		49	2.01	0	3	5	2	5	2	17
60	760	〃		11	0.10	28	1.40	7	8	4	2	5	1	20
61	760	〃		0		47	2.19	0	4	1	0	0	0	5
62	750	〃		0		55	2.12	0						0
63	750	沢	筋	2	0.11	32	1.50	7	2	2	1	0	2	7
64	750	〃		3	0.10	31	1.91	5	2	3	0	1	2	8
65	730	〃		2	0.13	23	1.70	7	2	3	0	3	1	9
66	720	〃		2	0.12	28	1.66	7	3	3	2	2	1	11
67	710	尾	根	10	0.06	25	0.97	6	7	6	2	6	4	25
68	710	中	腹	5	0.07	49	0.60	10	4	1	2	4	1	12
69	710	沢	筋	5	0.09	26	1.89	5	2	2	0	4	1	9
70	700	尾	根	0		38	1.99	0	0	0	1	1	0	2
71	700	沢	筋	2	0.01	28	1.37	7	3	3	1	1	2	10
72	680	尾	根	1	0.04	81	0.57	7	7	8	3	1	1	20
73	670	〃		1	0.04	73	0.60	6	6	4	1	5	1	17
74	630	中	腹	3	0.07	31	2.76	2	2	0	2	8	0	12
75	620	〃		5	0.06	59	0.55	10	5	0	3	6	2	16
76	620	〃		3	0.00	28	0.18	2	3	1	2	4	0	10

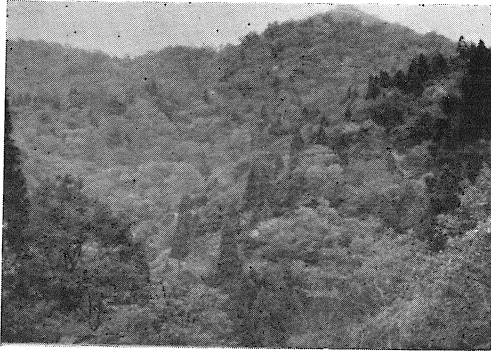


写真 1. スギ天然生林の一角



写真 2. 1000m 以上の尾根筋にみられる
スギ純林



写真 3. 1000m 以下における中腹～尾根筋
の天然スギ



写真 4. スギ純林の内部
小径木の少ない部分

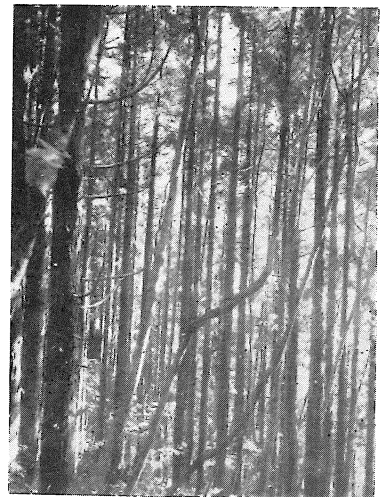


写真 5. スギ純林の内部
小径木の多い部分



写真 6. スギ稚樹の多い尾根筋の林内



写真 7. 中腹におけるスギ広葉樹
混交林の内部



写真 8. 沢筋における広葉樹林の内部



写真 9. スギ伏条稚樹



写真 10. スギ伏条稚樹の群生