

東北地方におけるカラマツ人工林 の成長と土壌条件

山谷孝一⁽¹⁾・加藤亮助⁽²⁾・森麻須夫⁽³⁾
仙石鉄也⁽⁴⁾・後藤和秋⁽⁵⁾・長谷川浩一⁽⁶⁾
横沢良憲⁽⁷⁾

Koichi YAMAYA, Ryosuke KATO, Masuo MORI, Tetsuya SENGOKU,
Kazuaki GOTO, Koichi HASEGAWA and Yoshinori YOKOZAWA :
Studies on Relationship between the Growth of Japanese Larch
(*Larix leptolepis*) Plantations and Soil Properties in Tōhoku District

要 旨：良質材生産を目標としたカラマツ人工林の育林技術を解明するため、1960年から5カ年にわたり、東北地方の代表的なカラマツ人工林について、環境条件および林分成長の実態調査を実施した。調査地は、太平洋側では盛岡営林署管内姫神地区および遠野営林署管内種山地区、日本海側では小国営林署管内明沢地区である。

調査林分は30~45年生の閉鎖した壮齡林で、各地区とも密立林分の形態を呈し、樹高の割合に、林分蓄積が多い傾向を示している。樹高により地位を査定すると、1等地には匍行・崩壊性の弱湿性ないし適潤性土壌、2等地には残積性の適潤性土壌、3等地には残積・匍行性の弱乾性ないし乾性土壌のカラマツ林が、それぞれ、該当している。各地区における最近の林分成長量は、材積で5.5~16.1 m³/ha、重量で2.1~6.5 ton/haの範囲にあり、相対的に密度の高い林分ほど成長量が大きくなっている。また、林分の葉量1 tonあたりの幹の成長量は、材積で1.8~6.8 m³、重量で0.8~2.4 tonである。これらの値は地位、地区によって特徴づけられているが、大体、土壌の堆積状態からは残積<匍行<崩壊の順に、また、地区別では種山<明沢<姫神の順に成長が良好である。カラマツは極陽樹であるが、この調査からは高密度の林分仕立てが可能であり、そのことは、林分蓄積を増加させるうえからも、また、年輪密度のこんだ、枝下の高い完満な、狂いの少ない良質材を生産するうえからも有利であるといいうる。

目 次

I ま え が き	2
II 調査研究経過の概要	4
III 調査および実験方法	6
1. 調査地区の選定およびプロット設定	6
2. 野 外 調 査	6
3. 室 内 実 験	7
IV 調査研究成績ならびに検討	8
IV-1. 盛岡営林署管内姫神地区のカラマツ林	8
1. 調査地区の概況	8
2. 土壌および植生	8
3. 土壌条件と成長状態	13
4. 調査林分の現況および現存量	16
5. 成長および生産量	18

6. 相 対 成 長	22
IV-2. 遠野営林署管内種山地区のカラマツ林	28
1. 調査地区の概要	28
2. 土壌および植生	28
3. 土壌条件と生長状態	31
4. 調査林分の現況および現存量	32
5. 生長および生産量	34
6. 相 対 成 長	38
7. カラマツ先枯病と成長	42
IV-3. 小国営林署管内明沢地区のカラマツ林	46
1. 調査地区の概況	46
2. 土壌および植生	46
3. 土壌条件と成長状態	47
4. 調査林分の現況および現存量	47
5. 成長および生産量	49
6. 相 対 成 長	50
V 総合考察（調査地区別比較）	53
V-1. 調査地区の環境特性	53
V-2. カラマツの成長と土壌条件	54
V-3. カラマツ林分成長の地区別比較	58
VI 要約および結論	60
文 献	63
Summary	65
Appendix-Table	68
Plate	1~10

I ま え が き

カラマツはスギとともに東北地方の主要造林樹種であり、耐寒性が強く、成長が早く、比較的地味の貧弱なところでも容易に生育するところから、これまで、拡大造林のための主要樹種として広く植栽されてきた。とくに、太平洋側の青森営林局管内では、ブナ林の伐採跡地の造林樹種として広く採用され、拡大造林推進の初期には、スギを上回る造林実績を示していた。

しかしながら、カラマツ造林地が拡大されるにつれて、カラマツ先枯病の発生、蔓延が目立ち、カラマツ造林の推進にたいして考慮せざるを得ない状態となった。

Table 1 は青森⁴⁾、秋田¹⁾ 両営林局における最近 18 年間の主要樹種の新植状況を示したものである。これを見ると、カラマツ新植地の面積は、昭和 35~36 年頃までは年々増加し、その後次第に減少している。この傾向は、新植総面積が増加するにつれて、スギ、アカマツの新植面積が増加しているのにたいして特徴的である。

このように、両営林局ともスギの造林面積が増加し、カラマツが漸減しているのには、カラマツ先枯病の発生が最大の原因をなしたものと解釈される。しかしその後、カラマツ先枯病の発生は次第に小さくなり、また、青森営林局管内では、依然として、カラマツはアカマツとともに主要造林樹種となっている。

昭和 35 年度から 5 年間にわたって、カラマツ造林地の実態調査が本・支場共同のもとに実施された

Table 1. 最近 18 年間の主要造林樹種の新植状況

Changes of planting area of main planting trees in recent 18 years

営 林 局 Regional forestry office	年 度 Years	新植総面積 Total of planting area (ha)	ス ギ Japanese cedar (ha)	アカマツ クロマツ Japanese pine (ha)	カラマツ Japanese larch (ha)	カラマツ 新植割合 Percentage of Japanese larch planting (%)
青 森 ¹⁾ Aomori	30	2,873	1,205	380	1,166	40
	31	4,792	1,583	880	2,233	46
	32	4,598	1,674	689	2,117	46
	33	5,071	1,820	573	2,548	50
	34	6,088	1,939	913	2,992	49
	35	6,599	2,261	1,039	3,130	47
	36	7,641	2,720	1,525	3,280	42
	37	8,784	3,285	2,183	3,012	34
	38	10,171	4,179	2,930	2,850	28
	39	11,110	4,801	3,101	3,065	28
	40	11,787	5,729	3,174	2,769	23
	41	12,834	6,474	3,079	3,160	25
	42	12,782	6,549	2,956	3,069	24
	43	11,988	6,151	2,742	2,956	25
	44	12,461	6,769	2,576	2,955	24
	45	12,733	7,360	2,594	2,691	21
	46	12,023	6,844	2,494	2,600	22
	47	9,385	6,230	1,620	1,488	16
秋 田 ²⁾ Akita	30	3,638	2,579	34	986	27
	31	3,752	2,704	19	1,013	27
	32	4,274	3,074	33	1,158	27
	33	4,450	3,159	40	1,233	27
	34	4,750	3,131	37	1,580	33
	35	5,134	3,444	30	1,649	32
	36	5,114	3,255	26	1,810	35
	37	5,168	3,775	114	1,270	24
	38	6,286	4,863	106	1,310	20
	39	7,046	5,762	121	1,160	16
	40	7,276	6,377	60	831	11
	41	7,616	6,755	135	713	9
	42	7,191	6,766	95	318	4
	43	6,750	6,346	99	303	4
	44	7,397	7,130	121	145	2
	45	6,884	6,710	69	104	2
	46	5,669	5,542	82	45	1
	47	4,357	4,296	43	15	0

1) 青森営林局事業統計書（昭和 30～47 年度）昭 31～昭 48

2) 秋田営林局事業統計書（昭和 30～47 年度）昭 31～昭 48

が、その際当支場では、一応、東北地方を対象として、カラマツの成長と土壌条件との関係を究明することに重点をおいた。

すでに、調査終了後 10 年余を経過し、その間には、わが国の木材利用形態ならびに木材の需給状態に大きい変化がおり、カラマツ材の需要についても調査当時とは大きく変っている。また、最近では自然保護の立場から奥地林開発に制約が加えられ、カラマツ造林も大幅に後退している現状である。

しかしながら、現在、なお相当量のカラマツ造林が実施され、しかも、カラマツ材利用の立場から良質材生産にたいして、育林的立場から再検討が必要とされている。これまでの調査資料をとりまとめ、カラマツの育林的性質を明らかにしておくことは、今後のカラマツ林造成にたいして有益な資料を提供するものと思料する。

この調査は、当支場育林・経営・保護の 3 部の担当者によりそれぞれ、土壌、林分構造、成長、収穫、流通機構、森林病害などについて実施されたが、現在までに、多くの調査担当者が移動し、共同研究として調査結果全体についてとりまとめることは困難な状態にある。すでに、調査結果の一部については紹介され¹¹⁾、また、林分成長および収穫を対象とした調査の一部もカラマツ人工林の成長、収穫の法則解明のために利用されている¹⁵⁾。

それで、本報では、現時点でとりまとめが可能であり、しかも、この調査の主体でもあるカラマツ人工林の構造、成長と土壌条件との関係を中心とし、カラマツ先枯病を包含して簡単にとりまとめ、若干の考察、検討を加えることにした。

この調査を進めるにあたり本場造林、土じょう部各部長および関係係官からは有益な御助言をいただき、当支場歴代支場長からは種々の御配慮をかたじけなくした。

また、現地調査にあたっては、盛岡、遠野、小国各営林署の署長はじめ係官から種々の御便宜を賜わった。

以上の各位にたいして心からお礼を申し上げたい。

II 調査研究経過の概要

東北地方を対象として、カラマツ林の成長と環境条件との関係を把握するために、カラマツ人工林の実態調査を実施したが、調査の対象となるようなカラマツ林は国有林に偏在し、とくに、太平洋側に多いために、調査地は青森森林局管内に集中する結果になった (Fig. 1 参照)。

昭和 35 年度には、良質のカラマツ材生産地として知られている盛岡営林署管内姫神地区を調査し、36 年度にも継続調査をおこない、カラマツ成長と土壌との関係を把握した。

一方、国有林では拡大造林の推進によってカラマツ造林地が急増したが、その結果、各地にカラマツ先枯病が発生し、カラマツ造林の推進にたいして大きい障害となり、造林計画の一部変更を余儀なくされるような事態が生じた。それで、37 年度には、成長阻害因子としてカラマツ先枯病を加えることにし、調査地を遠野営林署管

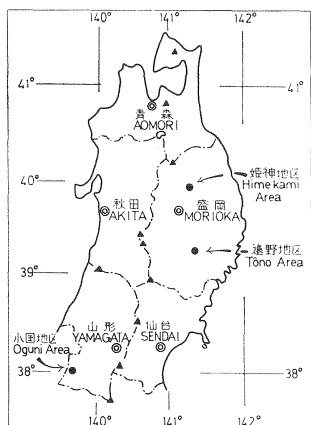


Fig. 1 調査位置図
Location of areas surveyed.

内種山地区とした。翌 38 年度にも継続して補足調査をおこなった。

最終年の 39 年度には、日本海側に調査地を求めたが、適当したところはほとんどなく、わずかに山形県小国営林署管内明沢地区の一団地を調査するにとどまった。

各年度別の調査概要はつぎのとおりである。

昭和 35 年度

盛岡営林署管内姫神地区 66, 68, 71 林班内, プロット数 9 個, 林齢 43～45 年, 土壤 B_{lB}～B_{ld(w)} 型 (育林第 2, 第 3 研究室担当)

新庄, 湯沢, 花輪営林署管内 調査箇所数 6 (経営第 1 研究室担当)

昭和 36 年度

盛岡営林署管内姫神地区 (継続) 66, 68 林班内, プロット数 4 個, 林齢 44～46 年, 土壤 B_{ld(w)}～B_{ld·E} 型 (育林第 2, 第 3 研究室担当)

田山営林署管内杉沢, 兄畑地区 22, 23, 65 林班内, プロット数 5 個, 林齢 39～42 年, 土壤 B_B～B_E 型 (経営第 1, 育林第 3 研究室担当)

昭和 37 年度

遠野営林署管内種山地区 1006 林班内, プロット数 8 個, 林齢 31 年, 土壤 B_{ld}～B_{ld·E} 型 (育林第 2, 第 3 研究室担当)

昭和 38 年度

遠野営林署管内種山地区 (継続) 1006～1010 林班内, ポイント サンプリング箇所数 13 個, プロット数 1 個, 土壤 B_{ld}～B_{ld·E} 型 (育林第 2, 第 3 研究室担当), カラマツ先枯病および林内微気象調査 (樹病研究室担当)

昭和 39 年度

小国営林署管内明沢地区 55 林班内, プロット数 2 個, ポイント サンプリング箇所数 4 個, 林齢 45 年, 土壤 B_{d(d)} 型 (育林第 2, 第 3 研究室担当)

この調査の業務分担はつぎのとおりである。

主 査	育 林 部 長	橋 本 与 良 (現静岡大学農学部教授)
		松 井 光 瑠 (現, 本場調査部長)
林 分 調 査	育 林 第 2 研 究 室	蜂 屋 欣 二 (現, 本場造林部造林科長)
		加 藤 亮 助 (現, 本場調査部海外林業調査科長)
		森 麻 須 夫
		大 場 貞 夫 (現, 本場造林部除草剤研究室)
林分成長・ 収穫調査	経 営 部 長 経営第 1 研究室	瀬 川 幸 三 (現, 山形分場多雪地帯林業第 1 研究室長)
		佐 藤 昭 敏
		寺 崎 康 正 (現, 京都大学農学部教授)
		小 坂 淳 一
土 壌 調 査	育 林 第 3 研 究 室	金 豊 太 郎
		小 西 明
		山 谷 孝 一 (現, 東北支場育林部長)

西 田 豊 昭 (現, 関西支場土じょう研究室)

後 藤 和 秋

長 谷 川 浩 一

仙 石 鉄 也

故柳 谷 清 子

病 害 調 査 樹 病 研 究 室 横 沢 良 憲

気 象 調 査 経 営 第 4 研 究 室 小 島 忠 三 郎 (現, 東北支場山形分場長)

市 況 調 査 経 営 第 2 研 究 室 滑 川 良 一 (現, 本場調査部資料科長)

Ⅲ 調査および実験方法

1. 調査地区の選定およびプロット設定

前述のように, 調査地としては, 良質のカラマツ材を生産している盛岡営林署管内姫神地区, カラマツ先枯病を成長阻害因子として調査の対象とした遠野営林署管内種山地区および豪雪地帯に位置する小国営林署管内明沢地区の3地区が主体をなしている。

各地区では, なるべく地区全般を表現できるように, 起伏にもとづく局所環境を調査地選定の単位とし, 林分ならびに土壌条件がおおむね正常な箇所を調査地とした。とくに, 地位と立木密度のちがいが林分や単木の成長ならびに林分生産構造諸要素にどのように影響を与えているかを解析するために, 林齢がほぼ同じような林分で, しかも, 最近, 間伐が実施されていない, 閉鎖した林分を調査の対象とするように心がけた。

調査プロットは林分閉鎖状態, 林木の大きさ, 林床植物, 土壌条件などが, なるべく類似している範囲に設定した。区画内には50本程度の立木が入るようにし, プロットの形は原則として方形としたが傾斜地では同一立地条件のところを包含するために, 等高線上に長方形とした。プロット面積は比較的小さくなるので, 単位面積あたりに換算した場合に誤差を少なくするため, 区画線は立木と立木の中間を通るようにした。

2. 野 外 調 査

1) 土 壌 調 査

国有林野土壌調査方法書¹⁷⁾にもとづき, 土壌層断面調査分析試料採取, 植生調査を実施した。

2) 林 分 調 査

i) 盛岡営林署管内姫神地区

設定された各調査プロットにおいても全立木を対象とし, 樹高, 胸高直径, 枝下高を測定した。樹高, 枝下高はブルーメライズ測高器により, 胸高直径は輪尺により測定した。各プロットから7本の標本木を直径階別本数に応じて抽出し, 成長解析をおこなうとともに, 幹, 枝, 葉の現存量を算出するための試料を採取した。成長解析は一般の樹幹解析の方法によったが, とくに, 最近の成長を把握するために, 1年, 5年, 10年前の状態を測定した。

枝, 葉量測定では, 比較的, そろったカラマツ林を形成していたため, 各標本木の樹冠長を上層と下層に2等分し, 層ごとに全生重を測定した。なお, プロットによっては太枝と葉つき枝とに細分したところもある。

ii) 遠野営林署管内種山地区

昭和 37 年度はプロット調査，38 年度はポイント サンプリング調査により，林分調査を実施した。プロット調査は 8 プロットについて実施し，その方法は姫神地区と同様である。ポイント サンプリングは 13 地点について実施し，各ポイントごとに標準木を選定し，樹幹解析をおこなった。

なお，先枯病によるカラマツの成長阻害程度をチェックする資料として，37 年度に実施したプロット調査地区に混交している天然生アカマツの樹幹解析をおこなった。

iii) 小国営林署管内明沢地区

2 個のプロット調査，4 点のポイント サンプリング調査を実施した。調査方法は姫神，種山地区の場合と同様であるが，広葉樹の発生，混交が多いため，広葉樹の本数，胸高直径，樹高の測定をおこなった。

3) カラマツ先枯病調査

遠野営林署管内種山地区のカラマツ林を対象とし，後述のように，林内，林縁部について被害調査を実施したほか，カラマツ先枯病の発生要因となる風の比較調査を実施した。

3. 室内実験

1) 土壌分析

国有林野土壌調査方法書¹⁷⁾にもとづき，土壌の理化学性，機械的組成，化学性などについて実験をおこなった。

2) 樹体各部の乾重測定および林分現存量測定

風乾状態の葉 20～25 g，小枝 150～200 g，太枝 500～800 g をとり，75～80℃ で，7～10 日間処理して絶乾重を求め，標本木の枝，葉の乾重を算定した。幹の材部重量は垂直的位置や林齢によって個体の変動があるといわれるが⁸⁾，この調査では樹幹解析に使用した円盤を利用した。すなわち，全樹幹の平均に近い容積重を示すといわれている胸高直径から生枝下高までのうち，1.2 m，5.2 m 位置の円盤から，4 方向について扇状の材片をとり，それぞれの容積重を測定して平均値を求め，それにより，標本木の乾重を算出した。

カラマツ林分としての現存量を算出する場合には，林分の地下部重量および混交樹種，草かん木類等の重量をも測定しなければならないが，今回の調査では実施の対象としなかった。実際，姫神，種山地区ではカラマツ純林状を呈するものが多く，かん木状の混交広葉樹がわずかにみられる程度であり，林分的には，それほど問題とはならないようにみられた。

林分としての計算にあたっては，平均胸高直径，平均樹高，胸高断面積合計は毎木調査資料から直接，算出し，蓄積および幹，枝，葉の重量は胸高断面積合計による比推定法¹²⁾によって求めた。すなわち，標本木の胸高断面積合計を g ，標本木のある部分の重量を y ，林分の ha 当たりの胸高断面積合計を G とすれば， ha 当たりの部分重 Y は， $Y=yG/g$ によって求められる。

また，調査林分の樹高，胸高直径の成長については，現在の平均木が過去においても平均的な値をもっていたという前提で，各プロット 1 本あての標本木を選定し，5 年ごとの成長解析によって求めた。

IV 調査研究成績ならびに検討

IV-1 盛岡営林署管内姫神地区のカラマツ林

1. 調査地区の概況

姫神地区は岩手県北部の姫神山南東側に位置し、盛岡営林署の所管に属している。

姫神山は北上山地の西縁に位置し、海拔高 1,124 m の孤立峯で、古生層を貫いた花崗岩からなる。したがって、この地区の基岩は花崗岩および古生層の各岩種からなり、姫神山中腹以上には花崗岩の露出もみられるが、山麓では、新鮮な黒色火山灰（スコリア質）および風化をうけた、褐色火山灰（浮石質）によっておおわれ、これらの火山放出物が土壌のおもな母材となっている²²⁾。

調査地は姫神山を遠ざかるにつれて、66 林班、68 林班、71 林班の順になっているが、66 林班、68 林班地区では黒色火山灰（スコリア質）を、71 林班地区では褐色火山灰（浮石質）を土壌の母材としている（Fig. 2 参照）。

地形の開析は姫神山を遠ざかるにつれて、いくぶん進行し、71 林班地区では、ある程度の開析谷が発達しているが、一般に、平坦面を広く保残した準平原状地形が多い。

この地区には、密なカラマツ人工林が広く分布し、一部に、天然生シラカンバを混交している。林床には原野植生が多く、原野の名残りをとどめている。

調査地に近接している盛岡市の気象観測によると、平均気温 10.9°C、降水量 1,202 mm、最深積雪 41 cm（2 月）であり、さらに、内陸部の藪川では、盛岡に比較して、気温が低く、積雪が多い。それで、調査地区では夏季に雨が多く、冬季に雪が少なく、寒冷であり、典型的な大太平洋側内陸型の気候に属していることがわかる。

2. 土壌および植生

1) 土壌層断面の形態および植生

調査地区内の各プロットごとに代表断面を設定し、層断面の調査および試料採取をおこなった。各土壌の層断面形態について記載すればつぎのようになる。

断面 No. 1 Bb(w) 型土壌（残積）

66 林班と小班（プロット No. 1）、山麓凹地、海拔高 860 m。

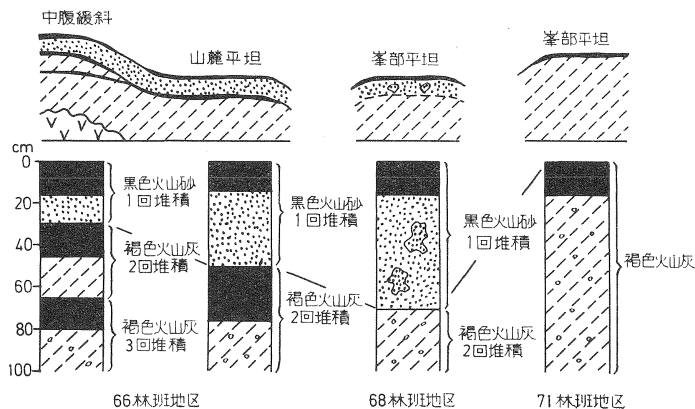


Fig. 2 姫神地区の母材
堆積状態
Accumulated form of
parent materials in
Himekami area.

F : 2 cm, カラマツ腐葉。

A₁ : 0~3 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 軟, 湿, 団粒状構造。

A₂ : 3~10 cm, 黒色 (7.5YR2/1), 壤土質, 軟, 湿, カベ状構造。

B₁ : 10~45 cm, 黒褐色 (7.5YR2/2.5), 細砂質, 軟。

B₂ : 45~63 cm, 黒褐色 (7.5YR2/3), 細砂質, 軟, 湿, カベ状構造。

A' : 63~78 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴質, 湿, 軟, 細粒浮石混入。

BC' : >78 cm, 暗褐色 (7.5YR3/4), 埴質, 堅, 細粒浮石混入。

断面 No. 2 B/b 型土壌 (残積)

66 林班ち小班 (プロット No. 2), 山麓緩斜, SE 向, 傾斜 17°, 海拔高 870 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, 堆積粗。

A₁ : 0~3 cm, 黒色 (7.5YR2/1), 壤土質, 粗, 湿, 団粒状構造。

A₂ : 3~11 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 堅, 湿。

B₁ : 11~39 cm, 黒褐色 (7.5YR2/3), 細砂質, やや堅, 湿。

B₂ : 39~58 cm, 黒褐色 (7.5YR2.5/3), 細砂質, やや堅, 湿。

A' : 58~78 cm, 黒色 (7.5YR2/1), 埴質, 軟, 湿, 細粒浮石混入。

B' : >78 cm, 暗褐色 (7.5YR3/5), 埴質, 堅, 湿, 細粒浮石混入。

断面 No. 3 B/b(w) 型土壌 (残積)

66 林班る小班 (プロット No. 3), 山麓凹地, NW 向, 傾斜 10°, 海拔高 860 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, 堆積粗。

A : 0~11 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 軟, 湿, カベ状構造。

B : 11~31 cm, 黒褐色 (7.5YR2/2.5), 細砂質, 軟, 湿, カベ状構造。

A' : 31~50 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴質, やや堅, 湿, 細粒浮石混入。

B₁' : 50~65 cm, 黒褐色 (10YR3/2), 埴質, やや堅, 湿, 細粒浮石混入。

B₂' : 65~80 cm, 黒褐色 (10YR2/2), 埴質, 堅, いくぶん粘りあり, 細粒浮石混入。

BC' : >80 cm, 暗褐色 (7.5YR3/5), 埴質, 堅, 細粒浮石混入。

断面 No. 4 B/b 型土壌 (残積)

66 林班る小班 (プロット No. 4), 山麓凸部, 海拔高 870 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, マット状。

A : 0~8 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, F 層直下に弱度の団粒状構造, わずかにワレあり, 堅, 湿。

B₁ : 8~25 cm, 黒褐色 (7.5YR2/2), 壤土質, 軟, 湿。

B₂ : 25~48 cm, 黒色 (10YR1/1), 壤土質, カベ状構造, B₁ より濃色, 湿。

A' : 48~83 cm, 黒色 (2.5Y1.5/0), 埴質, 軟, 湿, カベ状構造。

BC' : >83 cm, 暗褐色 (7.5YR3/5), 埴質, 堅, 湿, いくぶん粘りあり, 細粒浮石混入。

断面 No. 5 B/b(d) 型土壌 (残積)

68 林班と小班 (プロット No. 5), 凸部平坦, 海拔高 740 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, マット状。

A₁ : 0~6 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 堅果状構造, 堅, 潤。

A₂ : 6~17 cm, 黒色 (7.5YR2/1), 壤土質, 弱い堅果状構造, やや堅, 潤。

B₁ : 17~39 cm, 黒褐色 (7.5YR2/3), 壤土質, 軟。

B₂ : 39~65 cm, 黒褐~暗褐色 (7.5YR2.5/3), 壤土質, やや堅, 潤, 黒褐色 (10YR2/3) の堅い火山砂層が, 未風化のまま斑状に保残されている。

C : >65 cm, 褐色 (10YR4/6), 埴質, 潤, いくぶん粘りあり, 細粒浮石混入。

断面 No. 6 B_{ld}-E 型土壤 (崩積)

68 林班ほ小班 (プロット No. 6), 斜面下部, NE 向, 傾斜 20°, 海拔高 760 m。

F : 2 cm, かなり分解されたカラマツ腐葉。

A : 0~12 cm, 黒色 (7.5YR1.5/1), 壤土質, F 層下に団粒状構造あり, 軟, 湿。

AB : 12~43 cm, 黒色 (7.5YR1.5/1), 壤土質, A 層界に角礫介在, 軟, やや湿, 細粒浮石わずかにあり。

B : 43~73 cm, 黒褐~暗褐色 (7.5YR1.5/1), 埴質, 軟, 湿, 粘りあり。

C : >73 cm, 暗褐色 (7.5YR3/3), 埴質, 軟, 粘りあり。

断面 No. 7 B_{lc} 型土壤 (残積)

71 林班に小班 (プロット No. 7), 峯部平坦, 海拔高 860 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, マット状。

A₁ : 0~3 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 軟, 弱い団粒状構造。

A₂ : 3~13 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 軟, 堅果状構造。

B₁ : 13~33 cm, 黒褐色 (7.5YR2/2), , 壤土質, やや堅, カベ状構造。

B₂ : 33~63 cm, 暗褐色 (10YR3/4), 壤土質, 堅, 細粒浮石混入。

C : >63 cm, 褐色 (10YR4/6), 壤土質, 堅, 細粒浮石混入。

断面 No. 8 B_{lb} 型土壤 (匍行)

71 林班に小班 (プロット No. 8), 凸型斜面中腹, SW 向, 傾斜 13°, 海拔高 780 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, マット状。

A₁ : 0~4 cm, 黒色 (7.5YR1.5/1), 壤土質, 粗潤, 堅果状構造。

A₂ : 4~13 cm, 黒色 (7.5YR1.5/1), 壤土質, やや堅, 潤, 堅果状構造。

B₁ : 13~28 cm, 黒褐~暗褐色 (7.5YR2.5/3), 壤土質, やや堅, 潤, 弱い粒状構造。

B₂ : 28~54 cm, 暗褐~褐色 (10YR3.5/4), 壤土質, 軟, 細粒浮石混入。

C : >54 cm, 褐色 (10YR4.5/6), 壤土質, やや堅, 細粒浮石混入。

断面 No.9 B_{lb}~B_{ld}(d) 型土壤 (匍行)

71 林班に小班 (プロット No. 9), 凸型斜面下部, SW 向, 傾斜 14°, 海拔高 740 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, 堆積粗。

A₁ : 0~5 cm, 黒色 (7.5YR2/1), 壤土質, 粗, 潤, 団粒状および粒状構造。

A₂ : 5~13 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 堅, 潤, 弱い堅果状構造。

B₁ : 13~31 cm, 黒褐色 (7.5YR3/3), 壤土質, 軟, 潤, 細粒浮石混入。

B₂ : 31~64 cm, 褐色 (7.5YR4/4), 壤土質, 堅, 潤, 細粒浮石混入。

C : >64 cm, 褐色 (7.5YR4/6), 壤土質, 堅, 細粒浮石混入。

断面 No. 10 B/b(d) 型土壌 (削行)

68 林班は小班 (プロット No. 10), 斜面凸部, E 向, 傾斜 10°, 海拔高 820 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, 分解不良。

A₁ : 0~6 cm, 黒褐色 (5YR2/1), 壤土質, 粗, 潤, 団粒状および粒状構造。

A₂ : 6~13 cm, 黒褐色 (5YR2/1), 壤土質, やや堅, 弱い堅果状構造。

AB : 13~31 cm, 黒褐色 (7.5YR2.5/2), 壤土質, 軟, 局部的に白色菌糸あり。

A' : 31~56 cm, 黒褐色 (7.5YR2/2), 埴質, 軟, 局部的に濃色部あり。

AB' : 56~71 cm, 暗褐色 (7.5YR3/4), 埴質, 軟, 局部的に腐植汚染あり。

B' : >71 cm, 褐色 (7.5YR4/6), 埴質, 軟, 粘りあり。

断面 No. 11 B/b·E 型土壌 (崩積)

68 林班は小班 (プロット No. 11), 斜面凹部, E 向, 傾斜 20°, 海拔高 780 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉。

A₁ : 0~6 cm, 黒色 (5YR1.5/1), 埴質, 軟, 団粒状構造。

A₂ : 6~18 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴質, 軟, 湿, カベ状構造。

AB : 18~38 cm, 黒褐色 (7.5YR2/2), 壤土質, 軟, 細粒浮石混入。

A' : 38~66 cm, 黒色 (7.5YR1.5/1), 埴質, 軟。

AB' : 66~86 cm, 黒褐色 (7.5YR2/3), 埴質, 堅, 斑状に腐植汚染あり。

B' : >86 cm, 褐色 (7.5YR4/4), 埴質, 堅。

断面 No. 12 B/b 型土壌 (残積)

66 林班は小班 (プロット No. 12), 中腹緩斜, SE 向, 傾斜 12°, 海拔高 880 m。

F : 1 cm, カラマツ腐葉。

IA₁ : 0~6 cm, 黒色 (10YR2/1), 壤土質, 軟, 湿, 団粒状構造。

IA₂ : 6~11 cm, 黒色 (10YR2/1), 壤土質, 堅, 湿, カベ状構造。

IAB : 11~29 cm, 黒褐色 (2.5Y2/2), 壤土質, 軟, 湿, カベ状構造。

IIA : 29~45 cm, 黒褐色 (2.5Y2/2), 埴質, やや堅, 湿, カベ状構造。

IIIA : 45~67 cm, 黒色 (10YR1/1), 埴質, 軟, 湿, カベ状構造。

IVA : >67 cm, 黒色 (10YR1.5/1), 埴質, 軟, 湿, カベ状構造。

断面 No. 13 B/b(d) 型土壌 (残積)

66 林班は小班 (プロット No. 13), 中腹峯部, 海拔高 920 m。

F : 1 cm, カラマツ腐葉。

IA₁ : 0~7 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 軟, 湿, 団粒状および粒状構造。

IA₂ : 7~19 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 壤土質, 堅, 湿, 堅果状構造。

IAB : 19~29 cm, 黒褐色 (7.5YR3/2), 壤土質, 軟, 湿, 淡色の砂を混入, カベ状構造。

IIA : 29~45 cm, 黒色 (7.5YR2/1), 埴質, 堅, 湿, カベ状構造。

IIAB : 45~62 cm, 黒色 (10YR2/1), 埴質, 堅, 細粒浮石混入, カベ状構造。

IIIA : 62~80 cm, 黒色 (10YR1/1), 埴質, 堅, 湿, カベ状構造。

III B : >80 cm, 褐色 (7.5YR4/6), 埴質, 堅, 潤, カベ状構造。

以上のように, 姫神地区の土壌は黒色土壌に属し, 水分環境によって, B_{1b} 型, B_{1c} 型, B_{1b}(d) 型, B_{1b} 型, B_{1b}(w) 型, B_{1b}-E 型に類別され, さらに, 堆積様式によって 残積, 匍行, 崩積などに細分される。この地区の土壌は前述のように, 火山灰を母材とし, Fig. 2 に示すように, 姫神山麓の 66, 68 林班地区では, 褐色火山灰の上部に黒色火山灰を堆積しているが, 姫神山東方の 71 林班地区では黒色火山灰の堆積は明らかではない。また, 山腹から山麓にかけての 66 林班地区では埋没 A 層が普遍的に認められるが, その他の地区では明らかではない。

各調査地区の植生は Appendix-Table 1 のとおりであり, さらに, Appendix-Table の資料から姫神地区の特徴植物を求めたのが Table 2 である。これを見ると, 原野植生および湿潤性植生が特徴的である。また, 代表土壌におけるカラマツ林相および地床植生は Photo. 1~11 のとおりであり, 密な純林状を呈していることがわかる。

2) 土壌の諸性質

調査地区における各土壌の理化学性は Appendix-Table 3 のとおりである。これによると, 堆積状態は比較的密で, 土壌水分に富み, 透水性は比較的不良であることがわかる。とくに, B_{1b} 型, B_{1b}(w) 型残積土のように, 山麓あるいは斜面下部の平坦地にあらわれている土壌では, B₁ 層よりも A₂ 層の方が, 透水性が不良で, 容積重が大きく, 粗孔隙が少ない傾向があり, 理化学性は A₂ 層の方が不良であることがわかる。また, 水分環境によって類別した各土壌を, おおむね乾性側から湿性側にかけて配列し, 採取時水分量と対比させたのが Fig. 3 であり, 採取時水分量と水分環境による土壌の配列とは, おおむね対応していることがわかる。

また, 各土壌の機械的組成は Appendix-Table 4 のとおりであり, これを見ると, この地区の土壌は, 砂に富み, 粘土が少なく, 砂質壤土に属している。

つぎに, この地区の各土壌について化学性を示したのが Appendix-Table 5 である。Appendix-Table から, 各土壌ごとの pH (H₂O), 置換酸度, 置換性石灰含量について示したのが, Fig. 4~6 である。この地区の土壌は, 一般に, pH (H₂O) が高く, 置換酸度 (Y₁) が小さく, 置換性石灰が多い傾向があり,

Table 2. 姫神地区の主要植生
Characteristic plants of each soil in Himekami area

階 Layer	種 名 Species	階 Layer	種 名 Species
Sh	ニワトコ ノリウツギ ミズナラ ミズキ	G	キイチゴ キンミズヒキ ズダヤクシュ オシダ ベニバナイチヤクソウ スゲ類 ノコンギク タチツボスミレ アキタブキ ゴトウズル ミツバツチグリ

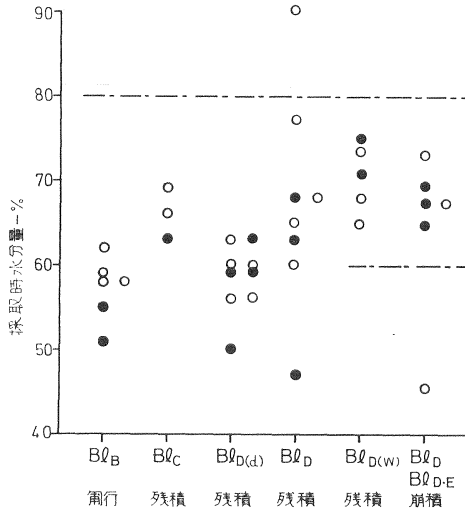


Fig. 3 各土壌の採取時水分量比較
Comparison of moisture contents of fresh soil in each soil.

(黒丸 : A層, 白丸 : B層)
(Black dot : A, Circle : B)

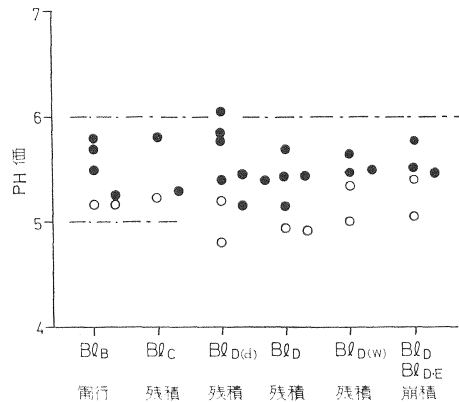


Fig. 4 各土壌表層の pH 比較
Comparison of pH-values in surface layer of each soil.

(白丸 : F層, 黒丸 : A層)
(Circle : F, Black dot : A)

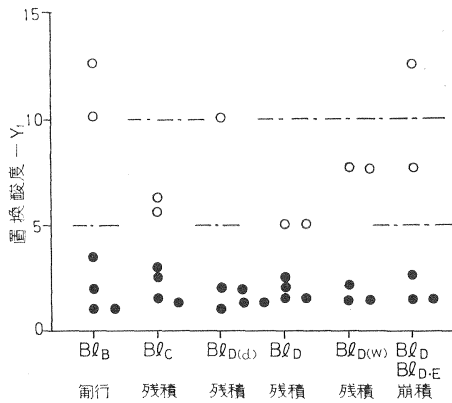


Fig. 5 各土壌表層の置換酸度 (y_1) の比較
Comparison of exchange acidities (y_1) in surface layer of each soil.

(白丸 : F層, 黒丸 : A層)
(Circle : F, Black dot : A)

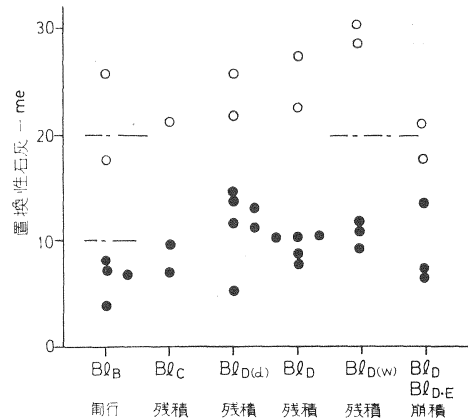


Fig. 6 各土壌の置換性石灰含量の比較
Comparison of exchangeable Ca contents in surface layer of each soil.

(白丸 : F層, 黒丸 : A層)
(Circle : F, Black dot : A)

したがって, Fig. 4, Fig. 5 では, 土壌による差異はあまりなく, Fig. 6 では, わずかに乾性側から湿性側にかけて増加の傾向がうかがわれる程度である。

なお, 66 林班地区の埋没土では, 層断面の炭素分布からも埋没土層であることがわかる。

3. 土壌条件と成長状態

調査林分は林齢 43 年～46 年の範囲にあるが, 大体, 林齢 45 年前後の安定したカラマツ人工林とみて差しつかえなく, したがって, 林分の平均樹高によって地位を比較することは可能である。調査林分の構

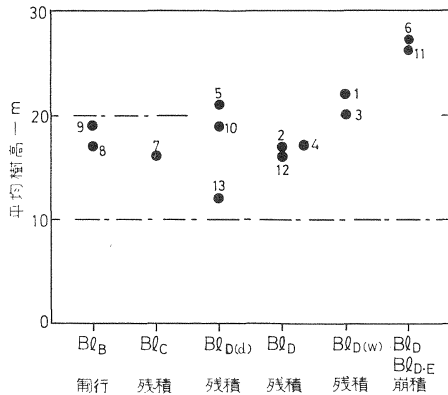


Fig. 7 土壌型とカラマツ (43~46年)
平均樹高との関係

Relationship between soils and mean total increments of height of *Larix leptolepis* (43~46 years).

(数字: プロット No.)
(Figure: Plot No.)

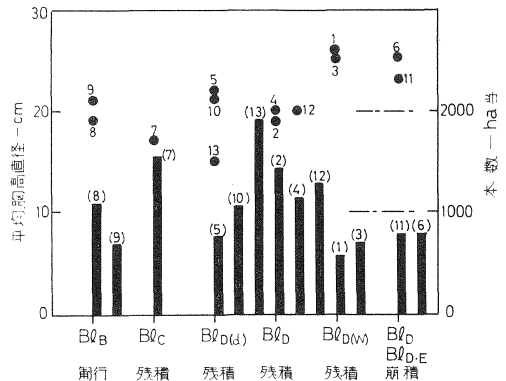


Fig. 8 土壌型とカラマツ (43~46年)
平均直径、本数との関係

Relationship among soils, mean diameter of breast height and stem number.

(数字: プロット No., 黒丸: 直径, 棒: 本数)
(Figure: Plot No., Black dot: Diameter, Line: Stem number)

成状態や成長についてはつぎに述べるが、ここでは、林分の平均樹高、平均直径と土壌条件との関係について述べる。

Fig. 7 を見ると、カラマツ林の平均樹高は乾性土壌 (BlB, BlC 型等) から湿性土壌 (BlD(w), BlD-E 型等) へ移るにつれて大きくなる傾向があり、また、同一土壌型でも残積的なものよりも崩積的なものの方が明らかに平均樹高が大きい。BlD(d) 型残積, No. 13 の林分は、調査林分のうちではもっとも高所にあり、風衝を強くうけているために平均樹高は No. 5, No. 10 林分よりもかなり低い。峯部平坦に位置し、堆積状態の密な BlC 型では、傾斜地に位置している BlB 型, BlD(d) 型よりも平均樹高は低い、これも、土壌の堆積状態に支配されているものとみてよい。

各土壌におけるカラマツ林分の本数、平均直径の状態は Fig. 8 のとおりである。これを見ると、林分の平均直径は本数の影響を受けながらも、乾性側の土壌よりも湿性側の土壌において平均直径を増加する傾向がうかがわれる。

山谷³²⁾は、青森営林局管内の2・3カラマツ壮齢林について、土壌と成長との関係について調査をおこない、カラマツの成長は、置換性石灰に富む、膨軟な土壌では良好であるが、乾燥、風衝の影響をうけるところでは不良であり、また、土壌形態に差異がなければ、ある程度の高差による成長の差異は、あまり認められないことを報告している。この傾向は姫神地区のカラマツ林にも認めることができる。

林分の平均樹高は地位の指標として使用されてきたが、樹種の特徴によって指標の内容は、かなりずしも一様ではない。カラマツはスギに比較して土地にたいする要求度はかなり低く、適応力は大きいといわれているが、排水の不良な、粘土質の土壌では成長が不良であるといわれる²⁶⁾²⁷⁾。

土壌のおもな性質とカラマツ成長との関係をみるために、深度 50 cm および 30 cm までの、土壌性質の平均値を算出し、カラマツ林の平均樹高と対比したのが Fig. 9~11 である。これを見ると、カラマツの樹高成長は容積重とはあまり関係がないが、透水性には、かなり大きく支配され、また、置換酸度、

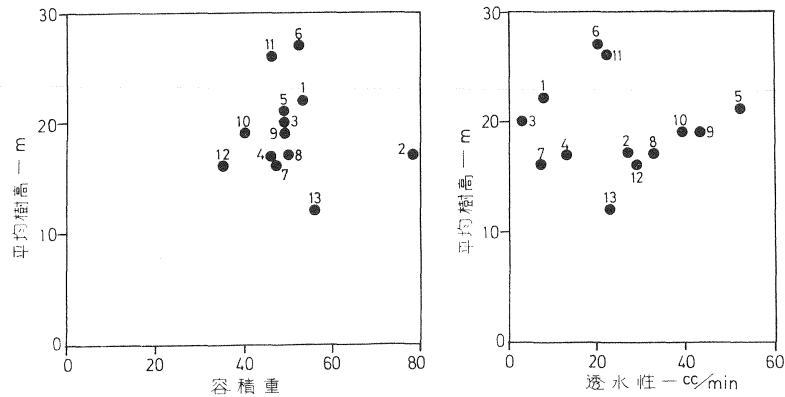


Fig. 9 平均樹高と土壌理化学性（表層 50 cm 平均値）との関係
Relationship between physical properties of soils (mean values of 50 cm depth) and mean height of *Larix leptolepis*.

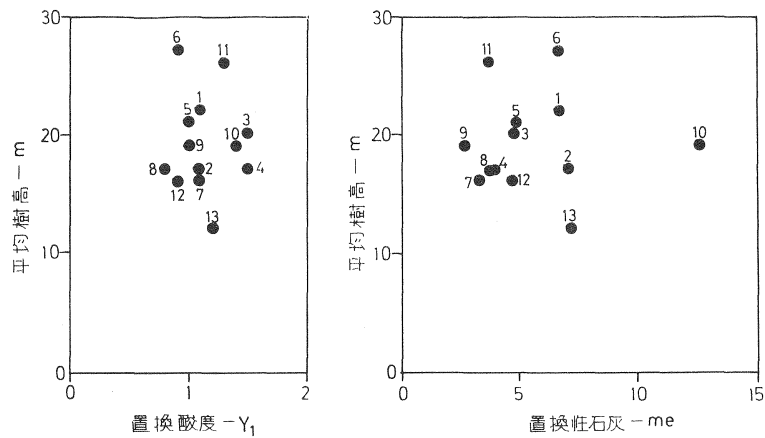


Fig. 10 平均樹高と土壌化学性（表層 50 cm 平均値）との関係
Relationship between chemical properties of soils (mean values of 50 cm depth) and mean height of *Larix leptolepis*.

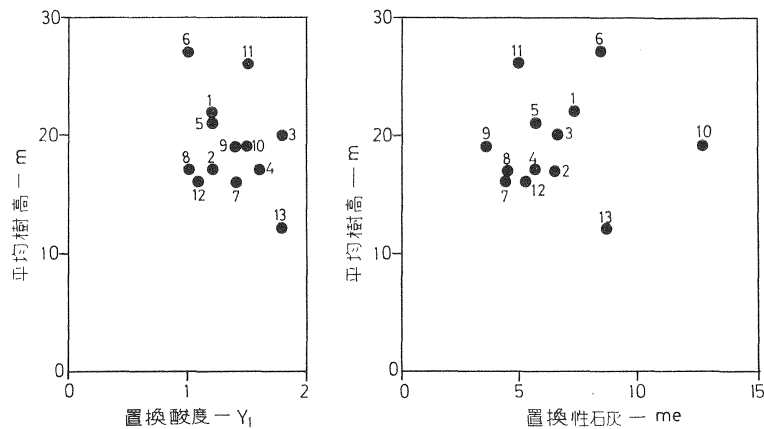


Fig. 11 平均樹高と土壌化学性（表層 30 cm 平均値）との関係
Relationship between chemical properties of soils (mean values of 30 cm depth) and mean height of *Larix leptolepis*.

置換性石灰の状態とは、それほど関係は認められないようである。これは、姫神地区の土壌は、前述のように化学性が良好であるところから、理化学性、とくに、土壌の堆積状態に影響されやすいものとみることができる。一般に、カラマツの成長には、土壌の化学性よりも理化学性が関係するといわれるが²³⁾、カラマツ成長の特性をあらわしているものとして興味があり、その傾向は姫神地区のカラマツ成長からもうかがうことができる。

つぎに、直径成長は本数密度に大きく支配されるが、Fig. 8 の、Bla(w) 型 No. 1, No. 3 を見ると、本数密度を加味しても、それより乾性側の土壌よりは、明らかに直径成長は良好である。このことは、樹高成長が堆積状態の粗密によって成長が阻害されたこととは異なり、むしろ、土壌の水湿状態、つまり、肥よく程度が関係しているようにも考えられる。これについては、他地区との関連で、さらに、検討したい。

4. 調査林分の現況および現存量

調査林分は大正 6 ～ 7 年頃の植栽といわれるが、現実林齢は 43 ～ 46 年の範囲にあり、大部分が 44 ～ 45 年で、ほぼ、同齢の単純一斉林である。各林分の現況および現存量は Appendix-Table 6 のとおりである。以下、調査林分の林分状態について説明する。

1) 立木本数、胸高直径および樹高の現況

Appendix-Table 6 を見ればわかるように、43 ～ 46 年生現在の立木本数は ha 当たり 570 ～ 1,909 本であり、林分によって大きい差異がある。植栽本数は明らかではないが、このような本数の差異については、種々の立地条件にわたっていることや、幼齢時代の取り扱い、間伐の有無などについて考える必要があるだろう。

岩手地方カラマツ林林分収穫表²⁴⁾によると、2等地、45 年の立木本数は 662 本であり、これを下回るプロットは No. 1 だけで、他は、ほぼ等しいか、あるいは上回っており、なかには、No. 2, 7, 13 のように 3 倍、あるいはそれに近い本数を示しているプロットもある。これらの林分は、長い間、無間伐のまま放置されてきたことは事実であるが、これらを四大学合同調査班によって報告された林分管理表²⁵⁾と対比すると、大部分の林分は、最多密度曲線の 85% の密度をもつ A 管理曲線付近か、それ以上であり、中庸仕立ての B 管理曲線に相当しているのは、プロット 1, 9 だけである。また、蜂屋らの密度管理図と対比した場合でも、収量比数 0.7 の中庸仕立てに相当するものは、プロット 1, 3, 5, 9 の 4 点だけであり、その他は密仕立ての 0.8 収量比数曲線をかなり上回っている。このように、姫神地区のカラマツ林は、大部分、密仕立ての状態の林分であることがわかる。

林分の平均胸高直径は、林齢が同一の場合には地位と立木本数に影響されることが考えられる。調査林分では、Appendix-Table 6 に見られるように、プロット 1 の 25.6 cm からプロット 13 の 15.3 cm の範囲にわたっている。プロット 1 は、大体、地位 2 等地に相当し、しかも、立木本数が調査林分中もっとも少ないことが肥大成長を促進し、また、プロット 13 は地位が劣り、本数減少を阻止する結果となり、それが直径成長の低下をもたらしたものとみている。

平均樹高は林齢と地位に影響されるが、林齢が 43 ～ 46 年であることから、各林分の平均樹高は、それぞれの地位を表現しているものとみてよく、このことは、Fig. 7 に示した、土壌型とカラマツ林平均樹高との対応関係からいえることである。

Appendix-Table 6 からは、各林分の平均樹高はプロット 6 の 27.4 m から、プロット 13 の 12.3 m

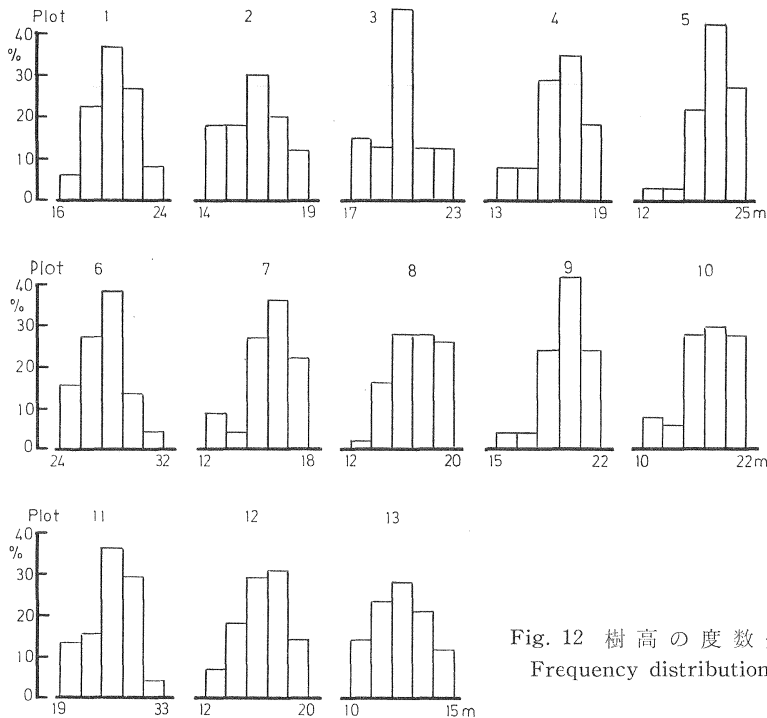


Fig. 12 樹高の度数分布
Frequency distribution of height.

の範囲を占め、その幅は大きい。林齢 45 年で収穫表と対比すると、プロット 6, 11 は 1 等地をかなり上回り、プロット 5 が 2 等地に匹敵し、プロット 8 が 3 等地程度である。

つぎに、各林分ごとに樹高の度数分布を示したのが Fig. 12 である。度数分布には正規型、L 型、J 型などがあるが¹⁴⁾、ここでは正規型からいくぶん J 型寄りの型を示し、密度による分布型の一定の傾向は認められない。

2) 蓄積および胸高断面積合計の現況

Appendix-Table 6 に示すように、蓄積は樹高で示される地位の割合に高く、205~528 m^3/ha の範囲にわたっており、岩手地方カラマツ林林分収穫表の 1 等地、もしくはそれ以上のものが 4 プロット、2 等地前後が 7 プロットあり、3 等地もしくはそれ以下のものは 2 プロットだけである。樹高による地位に比較して、このように高い値を示しているのは立木本数が多いためである。

胸高断面積合計も、大体、蓄積と似た傾向を示している。その範囲は 24~43 m^2/ha であり、本数の少ないプロット 9 を除けば、いずれも 30 m^2/ha 以上である。

3) 幹、枝、葉の重量

幹の重量（乾重）は、それぞれ、材部と樹皮部の重量から求めたが、枝、葉の重量は、1, 6, 7, 8, 10, 11, 13 の 7 プロットについては前述の方法で算定し、他の 6 プロットについては、前記 7 プロットの枝葉生重と、枝、葉それぞれの乾重との関係から、標本木層ごとの乾重を推定し、断面積比推定により、林分値を求めた。

7 プロット、49 本の標本木について、枝葉生重 ($W_{BL}(w)$) と枝乾重 (W_B)、葉乾重 (W_L) との、それぞれの関係を層別にみると、林分によって、いくぶん、差異があるようであり、また、枝、葉についてみ

ると、葉では、下層よりも上層の方がバラツキが大きい傾向があるが、一応、つぎのように直線で示すことが可能である。

$$\begin{array}{ll} \text{上 層} & \begin{cases} \log W_B = 1.05858 \log W_{BL}(w) - 0.49748 & \cdots \cdots \cdots (1) \\ \log W_L = 0.91626 \log W_{BL}(w) - 0.97592 & \cdots \cdots \cdots (2) \end{cases} \\ \text{下 層} & \begin{cases} \log W_B = 1.03409 \log W_{BL}(w) - 0.45050 & \cdots \cdots \cdots (3) \\ \log W_L = 0.78722 \log W_{BL}(w) - 0.98004 & \cdots \cdots \cdots (4) \end{cases} \end{array}$$

(1)～(4) 式の適合性をみるため、前記 7 プロットについて、これらの式から計算した標準木の枝葉量と乾重実測値から、それぞれ、推定した林分値とを比較すると、実測値を 100 としたとき、枝重では 92～112 となり、大部分が ± 8 % の範囲に入り、また、葉重では 89～118, ± 12% となる。このように、それほど適合性がよいとはいえないが、生重量しか測定していないプロット 2, 3, 4, 5, 9, 12 については、(1)～(4) 式により、標準木ごとに枝、葉の重量を推定し、それによって林分値を算出した。

Appendix-Table 6 に示すように、幹の重量はプロット 13 の 73.1 ton からプロット 6 の 197.3 ton の範囲を占めるが、130 ton 前後のものをもっとも多い。

枝の重量は、実測した林分では 7.5～13.6 ton の範囲を占め、その幅は大きい。これは、現存本数に大きい差があるとともに、平均樹高でも 2 倍以上の差があり、さらに、閉鎖の度合もちがうことなどに影響されているものと考えられる。

枝葉合計の生重量から推定した林分では、9.0～16.2 ton であり、プロット 3 がとくに高い値を示している。平均樹高の割合に現存本数が少ないプロット 3 と 1 が、それぞれ、16.2 ton, 13.6 ton の高い値を示し、風衝をうけるようなところに位置し、現存本数がきわめて多いプロット 13 が 7.5 ton の低い値を示している。前者の場合は、閉鎖の度合が弱く、枝が拡張することが原因し、後者は風衝に影響された不良林分となっているためであろう。これらのプロット以外は、大体、10 ton 前後であり、ほぼ、45 年生前後の、閉鎖したカラマツ林の平均値となっている。

葉の重量は、実測した林分では 1.3～2.3 ton であり、このうち、プロット 10, 13 が、それぞれ、1.3 ton, 1.5 ton を示し、他よりも、とくに少ない。これは、両者とも峯部に位置し、風衝によって落葉が促進されたためではないかとみている。その他は、1.9～2.3 ton の範囲にあり、また、枝葉生重量から推定したプロットでも 1.7～2.4 ton の範囲である。したがって、1.7～2.4 ton, すなわち、2.0 ton 前後の葉量は、45 年生前後のカラマツ閉鎖林分の、平均的な値であると判断してもよいようである。

これらの枝葉量を、信州産カラマツ林の調査成績²⁵⁾と対比すると、幼齢林の例を除くと、枝量では 10 ton 前後で、大きい差異はないが、葉量では 2.75～3.58 ton を示し、姫神地区のものよりもかなり大きい。このような差異は現存量の推定方法の差とは考えられない。あるいは、調査時期が夏と秋とになっているから、時期による差異も考えられ、また、地域による差異であるかもしれない。

5. 成長および生産量

これまで、調査林分の現存量について述べてきたが、ここでは、現在の状態にいたる成長経過や、生産を支える諸関係について、いくぶん、考察を加えてみたい。

1) 標準木の樹高成長

樹幹折解の結果から、林分の平均樹高に等しい標準木の、各年代の樹高を、その年代の林分の平均樹高であったという前提のもとに、岩手地方カラマツ林林分収穫表の平均樹高とともに示したのが Fig. 13

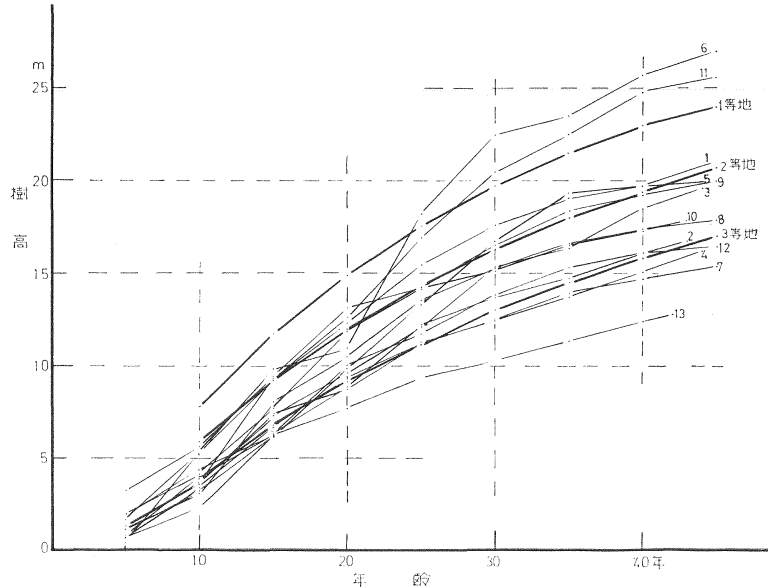


Fig. 13 標本木の樹高成長
Height growth of sample trees.
(Site class by the yield table at Iwate district)

である。これを見ると、1等地上回るプロットは6, 11の2プロット、2等地に属しているのは1, 3, 5, 9の4プロット、3等地は2, 4, 7, 8, 10, 12の6プロットであり、プロット13は3等地を大きく下回っている。

1等地上回る6, 11の2プロットは、林齢20年頃までは2等地と同様の成長を示しているが、以後、成長が急上昇し、1等地上回るようになっていく。プロット13では、林齢15年以後に成長が緩慢となっているが、これは、前述のように、風衝の影響によるものであろう。

2) 単木の成長

胸高断面積と最近1年間の幹の重量成長との関係を示したのが Fig. 14 である。この図には、枝葉量を生重量合計から推定したプロットは除かれている。この図を見ると、かなりのバラツキがあるが、これは類似林齢からの個体とはいえ、平均樹高で2倍以上の差があるほど地位が異なり、また、立木密度にもかなりの相違があることなどが、複雑に関連しあった結果であろうと判断している。

重量成長の関係について、北海道主要針葉樹林の報告²⁴⁾をみると、エゾマツ、トドマツの非同化器官の成長量と D^2H との関係では直線性がわるく、S型曲線となっている。Fig. 14 の幹重量成長を見るとS型に近いようでもあるが、ここでは単位を林分としないで地位の差という見方をなし、林分における平均樹高20mを基準として、分けて考えた方がよさそうであり、材積成長でも同様の傾向を示していた。

平均樹高20m以上の林分ではバラツキは大きい、重量成長では3~6kg、材積成長では0.009~0.017 m³であり、つぎの式で示すことができる。

$$\log \Delta W_{s1} = 0.4189 \log G - 0.4495 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\log \Delta V_{s1} = 0.3935 \log G + 1.0424 \quad \dots\dots\dots (6)$$

また、平均樹高20m以下の林分について、林齢45年前後の個体の成長と胸高断面積との関係を示せ

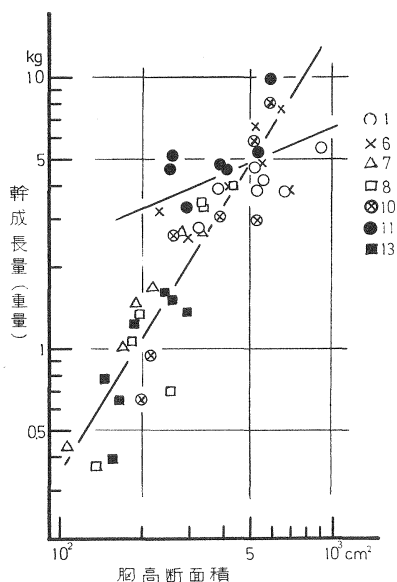


Fig. 14 胸高断面積に対する 1 年間の幹成長量の関係
Annual increment of stem weight per ha in relation to basal area.

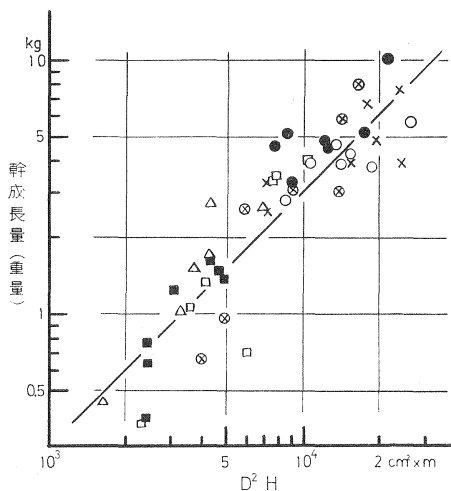


Fig. 15 D^2H に対する 1 年間の幹成長量の関係
Annual increment of stem weight in relation to D^2H (D : B. H. D. H : Height)

Table 3. 林分成長量表
Annual increment of stands in Himekami area

プロット No. Plot No.	材積成長 (m³) Volume increment		重量成長 (ton) Weight increment	
	後期 5 年間 Latest 5 years	前期 5 年間 Latest 6~10 years	後期 5 年間 Latest 5 years	前期 5 年間 Latest 6~10 years
1	9,520	9,228	3,669	3,556
2	11,189	9,884	4,015	3,548
3	11,103	11,855	4,355	4,651
4	9,018	10,186	3,534	3,992
5	10,610	9,662	4,431	4,035
6	16,104	17,328	6,019	6,477
7	7,818	7,187	3,161	2,907
8	7,033	7,030	2,934	2,933
9	6,698	6,063	2,733	2,473
10	10,048	11,943	3,883	4,616
11	13,912	16,401	4,894	5,771
12	11,028	10,337	3,729	3,495
13	6,197	6,814	2,145	2,358

年平均 ha 当 Annual mean values per ha

ばつぎのようになる。

$$\log \Delta W_{S1} = 1.63384 \log G - 3.72192 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\log \Delta W_{S1} = 1.64532 \log G - 2.34314 \quad \dots\dots\dots (8)$$

なお、重量成長を D^2H との関係でみると、Fig. 15 に示すように、胸高断面積の場合よりは、平均樹高の高い林分に属している個体は、いくぶん、同一線上にならぶ傾向を示し、また胸高断面積の場合のように、平均樹高 20 m での差異はみられなくなる。しかし、バラツキは大きく、S 型とも考えられるが、ここでは、一応、直線関係として次式で示しておく。

$$\log \Delta W_{S1} = 1.04403 \log D^2H - 3.66913 \quad \dots\dots\dots (9)$$

3) 林 分 成 長

各調査林分の成長状態をみるため、最近 10 カ年の材積成長を前期と後期の 5 年ずつに区分し、それぞれ、年成長量を算出したのが Table 3 である。

ha 当たりの年平均成長量は前期、後期 5 年間の平均では、プロットによって、前期がよい場合と後期がよい場合とがあるが、これは、かならずしも林分の立木本数と樹高と関係があるとはいえない。しかし、最近 1 年間の成長は、いずれも、前期、後期 5 年間の年平均値よりも劣り、閉鎖の影響をうけていることが考えられ、とくに、相対的に密度が高く、自然枯死があらわれているプロット 6 の成長量が、ほぼ、1/2 に低下していることからもうかがわれる。

最近 5 年間の年平均成長量は、材積成長で 6.2~16.1 m³/ha、重量成長量で 2.1~6.0 ton/ha というように、プロットによってかなりの差がある。大体、地位との関連で、相対的に密度の高い林分ほど成長量が多い傾向がある。

4) 葉 量 と 成 長 量

林分を構成する個々の林木の葉量と幹の重量成長量との関係を見ると、バラツキが大きく、一定の傾向は認めがたい。しかし、葉量が多くなると幹の重量成長量は増加し、さらに、同一葉量では地位の高いところ（プロット 6, 11）は成長量を増加している、などの特徴はあるようである。

林分の葉量と幹の材積および重量成長との関係は Table 4 に示すとおりであるが、葉量 1 ton 当たりの幹の成長量は、材積で 3.0~6.8 ton、重量で 1.2~2.4 ton のように、プロットによって大きい差異が

Table 4. 林 分 の 葉 量 と 幹 成 長 量（姫神地区）
Leaf amount of stand and annual increment of volume and weight of stem in Himekami area

プロット No. Plot No.	平均樹高 Mean height (m)	葉 重 Leaf amount (W _L) (ton)	本 数 Number of stem (N)	W _L /N (kg)	ΔV _{S1} (m ³)	ΔV _{S1} /N (m ³)	ΔW _{S1} (ton)	ΔW _{S1} /N (kg)	ΔV _{S1} /W _L (m ³ /ton)	ΔW _{S1} /W _L (ton/ton)
1	20.0	1.922	570	3.372	6.0069	0.0105	2.314	4.060	3.125	1.204
6	27.4	1.981	765	2.590	8.4331	0.0110	3.152	4.120	4.257	1.591
7	15.6	2.303	1,535	1.500	6.9563	0.0045	2.813	1.831	3.020	1.221
8	17.0	1.956	1,093	1.790	6.1353	0.0056	2.559	2.342	3.136	1.308
10	19.0	1.513	1,062	1.425	8.6872	0.0082	3.358	3.162	5.741	2.219
11	25.9	1.976	779	2.537	13.3755	0.0172	4.706	5.232	6.769	2.381
13	12.3	1.312	1,909	0.687	5.2918	0.0028	1.832	0.960	4.034	1.400

V : 材積 Volume, W : 重量 Weight, ΔS₁ : 1 年間の幹成長量 Annual increment in stem.

ある。これについては、風衝の影響を受けているプロット 10, 13 では調査時の葉量が少な目にあられ、また、地位の良好なプロット 6, 11 では単位葉量あたりの成長量が大きくなっている、などについて考慮する必要がある。

6. 相 対 成 長

蓄積、葉量など林分の現存量の推定、あるいは、単木の各部分量や成長量を推定する方法として、林木樹体各部分間の相対成長関係を利用する方法²⁴⁾が、有効な方法として登場し、多くの樹種についての報告がなされている。この場合、測定が容易で、なるべく精度が高いことを必要とする。ここでは、胸高直径がもっとも妥当と考え、主として、胸高直径あるいは胸高断面積との関係について検討をおこなった。なお、調査標本木の測定結果を、一覧表として、Appendix-Table 8 に示した。

1) 胸高断面積と地上部各部分との関係

胸高断面積と幹の重量との関係を示したのが Fig. 16 である。これを見ると、プロットによってかなりの差があるが、大体、地位がよく、密度の高い林分、風衝地に位置し、地位の低い林分、および、その他の林分などに分離する傾向がみられる。それで、プロット 6, 11 を上位林分、プロット 13 を下位林分、その他を中位林分とし、次式によって示すことができる。

$$\text{上位林分} \quad \log W_s = 1.10526 \log G - 0.59741 \cdots \cdots (10)$$

$$\text{中位林分} \quad \log W_s = 1.23479 \log G - 1.04241 \cdots \cdots (11)$$

$$\text{下位林分} \quad \log W_s = 1.04692 \log G - 0.80974 \cdots \cdots (12)$$

図を見てもわかるように、同一胸高断面積でも、幹の重量は上位林分 > 中位林分 > 下位林分の順に小さい値を示し、また、中位林分は上位、下位林分に比較して、直径の増大にともなって傾斜が急になる傾向がある。

胸高断面積と全地上部重との関係を示したのが Fig. 17 である。ここでは、上位林分と中位林分との

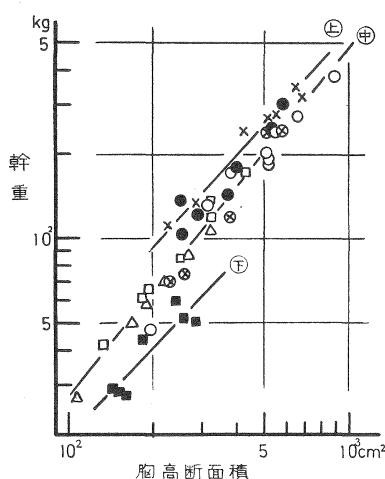


Fig. 16 胸高断面積に対する
幹重の関係

Stem weight in relation
to basal area.

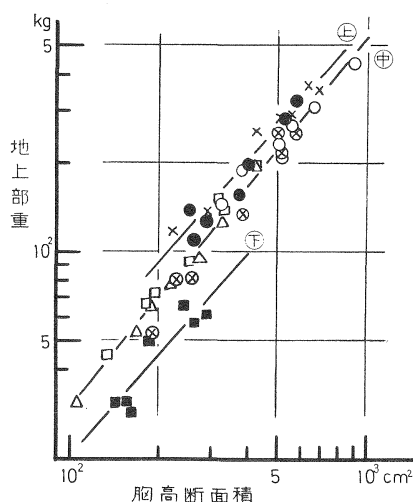


Fig. 17 胸高断面積に対する
地上部重の関係

Total weight of above ground in
relation to basal area.

分離は、Fig. 16 のようにはっきりしていないが、やはり、分離の傾向は認められるので、胸高断面積にたいする地上部重の関係を、それぞれ、つぎのように分離して、関係式を示しておく。

$$\text{上位林分} \quad \log W_t = 1.16223 \log G - 0.72111 \dots \dots \dots (13)$$

$$\text{中位林分} \quad \log W_t = 1.25470 \log G - 1.04958 \dots \dots \dots (14)$$

$$\text{下位林分} \quad \log W_t = 1.14834 \log G - 0.99641 \dots \dots \dots (15)$$

胸高断面積と枝および葉の重量との関係は Fig. 18 のようになり、これまでの報告³⁾¹³⁾²⁴⁾²⁵⁾²⁸⁾³⁰⁾と同様に、林分ごとに分離している傾向がある。このような分離を是正する方法として、枝や葉の量に直接的な関係のある部分、たとえば、生枝下の直径との関係を求めることがなされているが²⁵⁾、ここでは、胸高断面積との関係で、林分分離のまま、Table 5 に、その関係式の係数を示しておく。

このように、胸高断面積と枝、葉との関係は、同じような林齢でも、地位や密度に支配される林分構成

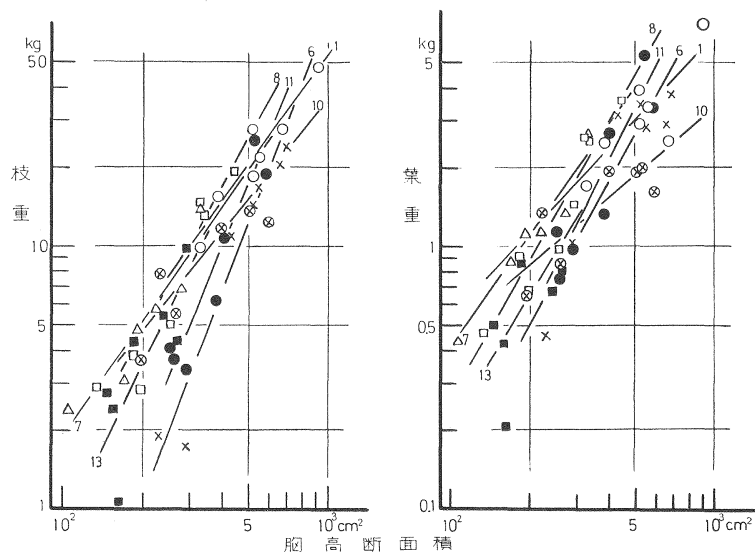


Fig. 18 胸高断面積に対する枝・葉重の関係
Branches and leaves weight in relation to basal area.

Table 5. 各林分の枝・葉重相対成長係数 ($\log Y = b \log X + a$)
Coefficients of allometric relation in dry weight of leaves and branches of each stand

プロット No. Plot No.	本 数 Number of stem	平均樹高 Mean height (m)	相 対 成 長 係 数 Coeff. of allometric relation			
			葉 Leaves		枝 Branches	
			<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>
1	570	20.0	1.06874	— 2.40892	1.40569	— 2.48645
6	765	27.4	1.79361	— 4.43382	2.60446	— 5.95987
7	1,536	15.6	1.41560	— 3.21716	1.47346	— 2.68490
8	1,093	17.0	1.76990	— 4.11956	1.88333	— 3.68307
10	1,062	19.0	0.86551	— 2.06987	1.24443	— 2.20093
11	779	25.9	1.97976	— 4.83168	2.38305	— 5.22750
13	1,909	12.3	1.62730	— 3.93908	2.02687	— 4.11883

状態によって変化するので、同一樹種、同一林齢であっても、単一の関係で示すことは困難であり、他の林分でえられた結果から、林分の枝・葉量を推定することは、目下、無理と考えている。

2) 胸高断面積と地上部各部分との重量比

各個体の実測値から地上部全重にたいする幹、枝、葉の量の百分率を胸高断面積との関係でみると、地上部全重のなかで、幹重量の占める割合は 80~98% で、きわめて高い。これは、対象林分が高林齢であり、幹への累積年数が長いこと、カラマツは陽性で、着枝年数が、比較的、短いこと、さらに、落葉樹であること、などが総合的に関連したものであろう。とくに、95% 以上の高率を示す個体は相対的に密度の高い林分で、胸高断面積の小さいものであり、このような傾向は、これまでの報告にもみることができ(19)(25)(28)(30)(31)。大部分の個体は 85~90% の間にあり、全体的には、90% 前後とみても差しつかえないようである。

幹と枝を加えた、いわゆる、非同化部分の地上部全重にたいする重量比は 98~99% となっており、幹の場合と同様に、胸高断面積や林分による差異はあまりない。

地上部全重とそれを構成する各部分の重量比との関係については、胸高直径が小さいほど、また、年齢が若いほど、枝・葉の割合が大きいいわれている(24)(25)(29)(31)。しかし、姫神地区の場合には、林齢がほぼ同一であるため、胸高断面積にたいする各部分の比率に、明らかな差異はなかったものと考えている。

九州のスギ林についての重量比では、密度に関係がないともいわれ¹⁶⁾、また、直径 20 cm 以上では大差がなくなるといわれているように³⁰⁾、林齢 45 年前後の、閉鎖したカラマツ林では、地上部全重にたいする各部分の比率は、胸高断面積にあまり関係がなく、大体、幹が 91%、枝が 8%、葉が 1% と考えてよいようである。この比率を、信州カラマツ²⁵⁾の、胸高直径 25 cm 以上の個体と比較すると、枝では 4%、葉では 2% 少なくなっている。

3) 林分の平均値による相対成長

これまで、林分を構成する個体について、胸高断面積との関連で相対成長をみてきた。その結果、枝葉にみられるように林分によって分離したり、あるいは、幹のように地位によって分離することなどが明らかにになり、それらによって、林木個体の各部分を推定したり、さらには、林分の現存量を推定したりすることが可能であるとした。

しかし、立地条件を加味するとしても個体のバラツキが大きく、推定には多くの手数を要するので、おおまかな林分値の推定方法として、林分の平均値（これを平均単木と表現する）の間の相対成長について吟味してみる必要があり、ここでは、その関係について述べる。調査林分の平均値（平均単木）は Table 6 のとおりである。

林分の平均胸高直径と枝・葉量の平均値の関係は Fig. 19 のようになる。これを見ると、枝、葉ともバラツキがあり、グループわけをする必要があるのかもしれないが、おおまかに林分値を推定する場合には直線的にみてもよいようであり、次式によって示しておく。

$$\log W_L = 2.47157 \log \bar{D} - 2.99541 \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$\log W_B = 2.74794 \log \bar{D} - 2.61414 \quad \dots\dots\dots (17)$$

平均単木における 胸高直径 と 幹および地上部全重との関係は Fig. 20 に示すように、いずれも直線関係を示し、おおまかな林分値の推定をおこなうことは可能であろう。ただし、林齢に幅がないので、一応、伐期前後の林分に適応できるものと考え、つぎの式で示しておく。

$$\log W\bar{S}=3.37216 \log \bar{D}-2.34562 \quad \cdots \cdots (18)$$

$$\log W\bar{T}=3.38326 \log \bar{D}-2.30961 \quad \cdots \cdots (19)$$

$$\log V\bar{S}=3.33414 \log \bar{D}-4.87907 \quad \cdots \cdots (20)$$

以上の平均単木の相対成長関係から林分値を推定するには、平均胸高直径によって与えられた各部分の値を本数倍すればよいことになる。

Table 6. 平均単木あたり現存量
Standing crop per mean single tree (mean value in stand)

プロット No. Plot No.	本 数 Number of stem (ha)	胸高直径 Diameter breast height (cm)	樹 高 Height (m)	胸 高 断面積 Basal area (m ²)	材 積 Volume (m ³)	重 量 (kg)				備 考 Remarks
						幹 Stem	枝 Branch	葉 Leaf	地上部 Above ground	
1	570	25.6	20.0	0.0528	0.571	219,840	23,868	3,372	247,080	
2	1,431	19.3	16.5	0.0302	0.268	96,179	7,289	1,293	104,761	枝葉量推定値*
3	702	24.7	19.6	0.0487	0.477	187,106	23,132	3,356	213,594	"
4	1,143	19.6	16.7	0.0309	0.270	105,790	7,922	1,498	115,210	"
5	760	21.9	20.6	0.0409	0.413	172,244	14,650	2,687	189,581	
6	765	25.0	27.4	0.0507	0.690	257,978	13,546	2,590	274,114	
7	1,536	17.3	15.6	0.0240	0.189	76,227	7,148	1,599	84,974	
8	1,093	19.4	17.0	0.0305	0.271	112,939	8,870	1,790	123,599	
9	678	21.1	19.3	0.0361	0.358	145,913	14,029	2,742	162,684	枝葉量推定値*
10	1,062	21.1	19.0	0.0370	0.337	135,463	10,580	1,425	147,468	
11	779	23.3	25.9	0.0437	0.554	201,285	11,835	2,537	215,657	
12	1,300	20.1	16.2	0.0329	0.251	87,348	7,320	1,322	95,990	枝葉量推定値*
13	1,909	15.3	12.3	0.0190	0.107	38,291	3,941	687	42,919	

*: The weight of leaf and branch is based upon the presumed value.

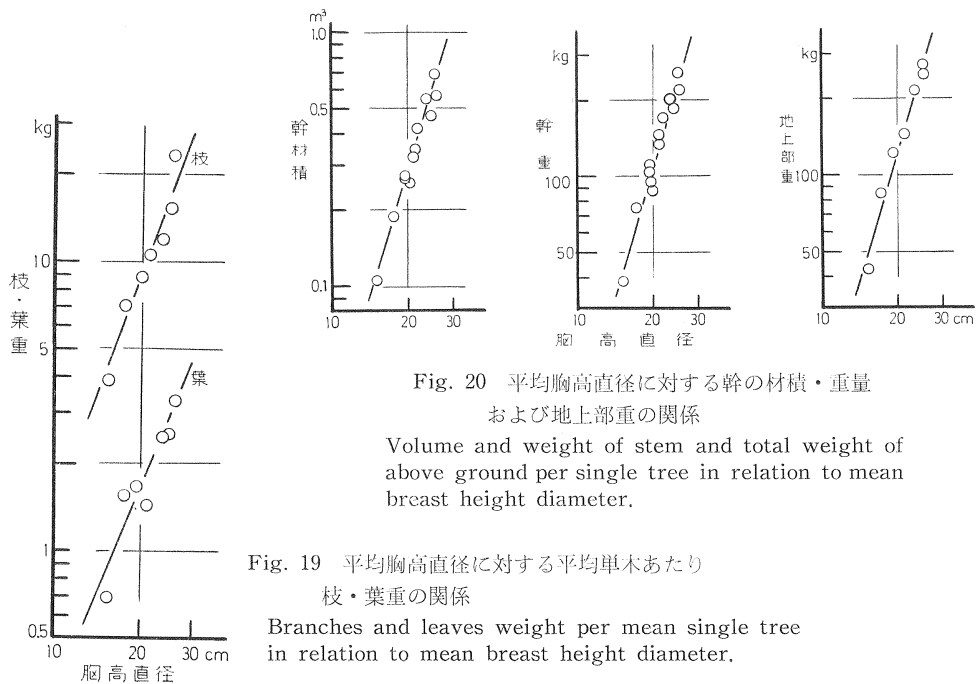


Fig. 20 平均胸高直径に対する幹の材積・重量
および地上部重の関係

Volume and weight of stem and total weight of above ground per single tree in relation to mean breast height diameter.

Fig. 19 平均胸高直径に対する平均単木あたり
枝・葉重の関係

Branches and leaves weight per mean single tree in relation to mean breast height diameter.

4) 林分値の推定

これまで述べた林分の、各部分についての相対成長関係から、胸高断面積と幹の重量および材積、ならびに地上部全重との関係式 (10~15) から、胸高直径とそれらの量の関係を、上位、中位、下位の各林分について示せば Table 7 のようになる。また、枝や葉の量については、それぞれ、林分ごとの相対成長係数 (Table 5) にしたがって、毎木調査による胸高直径から林分値を出すとともに、平均単木による相対成長関係からも林分値を出し、さきに計算をおこなった胸高断面積比推定による林分値と比較したのが Table 8 である。

Table 7. 胸高直径 (D) を変数とした部分量
Partial weight and volume to a variable of D (Diameter
breast height) in each stand

D (cm)	上 位 林 分 Upper stand			中 位 林 分 Middle stand			下 位 林 分 Lower stand		
	Ws (kg)	Vs (m³)	Wt (kg)	Ws (kg)	Vs (m³)	Wt (kg)	Ws (kg)	Vs (m³)	Wt (kg)
10				19,988	0.0486	21,448	15,029	0.0382	15,231
11				25,099	0.0613	27,031	18,229	0.0473	18,823
12				31,096	0.0762	33,606	21,861	0.0577	22,973
13				38,028	0.0935	41,230	25,927	0.0696	27,701
14				45,574	0.1124	49,556	30,229	0.0824	32,780
15				54,120	0.1338	59,013	34,970	0.0968	38,461
16	88,762	0.2456	90,311	63,323	0.1570	69,223	39,951	0.1120	44,509
17	101,536	0.2802	104,026	73,585	0.1829	80,636	45,376	0.1289	51,181
18	114,961	0.3164	118,540	84,538	0.2106	92,844	51,041	0.1466	58,230
19	130,062	0.3570	134,972	97,045	0.2423	106,807	57,371	0.1668	66,197
20	145,328	0.3980	151,670	109,842	0.2748	121,149	63,731	0.1872	74,287
21	161,782	0.4421	169,577	133,828	0.3104	136,836	70,546	0.2093	83,046
22	179,440	0.4892	189,317	139,021	0.3491	153,911	77,818	0.2332	92,481
23	197,797	0.5382	209,735	154,999	0.3900	171,906	85,340	0.2581	102,330
24	217,375	0.5903	231,617	172,238	0.4341	191,346			
25	238,194	0.6456	255,000	190,790	0.4816	212,285			
26	259,729	0.7027	279,300	210,136	0.5313	234,202			
27	282,528	0.7630	305,134	230,850	0.5846	257,674			
28	306,055	0.8251	331,910	252,429	0.6402	282,170			
29	330,857	0.8906	360,255	275,385	0.6994	308,262			
30	356,402	0.9578	389,556	299,247	0.7610	335,421			
31	383,240	1.0284	420,465	324,534	0.8264	364,234			
32	410,828	1.1008	452,345	350,736	0.8942	394,140			
33	439,724	1.1765	485,859	378,408	0.9660	425,755			
34	469,948	1.2557	521,039	407,577	1.0417	459,114			
35	500,933	1.3367	557,224	437,713	1.1201	493,651			
36				469,386	1.2025	529,956			
37				502,042	1.2876	567,453			
38				536,192	1.3768	606,792			
39				572,137	1.4704	648,037			
40				608,541	1.5668	690,494			

Table 8. 断面積比推定と相対成長関係による林分推定値の比較
Comparison between the presumed values of stand are based upon the
basal area method and those are based upon the allometric relation

(ton/ha)

部 分 Partial	方 法 Method	プ ロ ッ ト Plot No.												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
W _B (Branch)	A	13.6					10.4	11.0	9.7		11.2	9.2		7.5
	B	12.6					11.5	10.5	12.1		10.9	11.2		7.0
	C	10.3					12.9	9.4	9.2		11.2	10.8		8.4
	B/A %	93					111	95	125		97	122		93
	C/A %	76					124	85	95		100	117		112
W _L (Leaf)	A	1.9					2.0	2.3	2.0		1.5	2.0		1.3
	B	1.8					2.2	2.2	2.3		1.5	2.2		1.2
	C	1.7					2.2	1.8	1.7		2.0	1.9		1.6
	B/A %	95					111	96	115		100	111		92
	C/A %	89					111	78	85		133	95		123
W _s (Stem)	A	125	138	131	121	131	197	117	123	99	144	157	114	73
	B	120	158	136	126	122	191	124	120	95	148	168	160	73
	C	144	140	157	118	114	179	104	109	89	140	143	146	85
	B/A %	96	114	104	104	93	97	107	98	96	103	107	140	100
	C/A %	115	101	120	98	87	91	89	89	90	97	92	128	116
W _t (Tree above ground)	A	141	150	150	132	144	210	130	135	110	157	168	125	82
	B	133	172	151	137	136	206	135	131	104	164	179	176	81
	C	162	157	177	132	128	201	116	122	100	157	161	163	95
	B/A %	94	115	101	104	94	98	104	97	95	104	107	141	99
	C/A %	115	105	118	100	89	96	89	90	91	100	96	131	116

A：胸高断面積比推定 Presumed value is based upon the basal area.

B：単木ごとの相対成長関係による推定

Presumed value is based upon the allometric relation of individual trees.

C：平均単木の相対成長関係による推定

Presumed value is based upon the allometric relation of mean single tree.

これらの推定方法は、いずれも、胸高断面積が同じであれば各部分量は同じであるという前提にたっているが、Table 8 に見られるように、推定される林分値は同一ではない。とくに、枝・葉量を支配する因子が多いためか、胸高断面積比推定に比較すると、林分内のバラツキも大きくなっている。

幹重および地上部全重では、プロット 2, 12 がいくぶん差が大きくなっているほかは、おおむね、類似の傾向を示している。プロット 1, 6, 7, 8, 10, 11, 13 については、それぞれ、上位、中位、下位の各林分に分離した式を適用したから、推定値は比較的そろっているが、その他には中位林分の式を適用したために、プロット 2, 12 は過大になったものと考ええる。したがって、林分値の推定には、本数密度や立地条件などを加味した細分が必要であろう。また、平均単木からの推定は、単木ごとの相対成長関係からのものよりも差が大きく、精度は劣る傾向がある。

IV-2 遠野営林署管内種山地区のカラマツ林

1. 調査地区の概況

調査地区は北上山地の脊梁部を構成している種山（物見山，海拔高 870 m）北側の，南北に走る準平原面に位置し，海拔高は 700～800 m の範囲を占めている。この地区では，海拔高 600～700 m 以下に開析地形が発達しているが，おおむね，700 m 以上には，比較的，平坦ないし緩斜地が多い。

基岩は輝緑凝灰岩からなり，基岩上部には赤色風化を受けた細礫を包含する，風化の進んだ土層を堆積し，さらに，それに火山灰を混入している。

遠野における気象観測成績を見ると，年平均気温 10.8℃，年降水量 1,156 mm，最深積雪 26 cm（2 月）であり，また，月別の気温および降水量の分布をみると，7～9 月に雨量が多く，冬季に雪が少なく，低温であり，太平洋岸内陸型の特徴を示している。

2. 土壌および植生

1) 土壌層断面の形態および植生

各プロットにおける層断面の形態について記載すればつぎのとおりである。

断面 No. 1 B_{fb}(d) 型土壌（残積）

1006 林班い小班，準平原凸部平坦地，海拔高 750 m。

F : 2 cm，カラマツ腐葉，白色菌糸多。

A₁ : 0～8 cm，黒色（5YR1/1），埴壤土，軟潤，割れあり。

A₂ : 8～19 cm，黒褐色（5YR2/1.5），埴壤土，軟，潤，半角細礫あり。

A₃ : 19～30 cm，黒褐色（5YR2/2），埴壤土，軟，潤，半角細礫あり。

B : 30～50 cm，暗褐色（7.5YR3/4），埴壤土，軟，潤，淡く腐植に汚染，いくぶん重粘。

BC : >50 cm，明橙褐色（7.5YR6/6），埴壤土，堅，潤，重粘，赤色風化礫多。

断面 No. 2 B_{fb}(d) 型土壌（残積）

1006 林班い小班，準平原凸部平坦地，海拔高 750 m。

F : 2 cm，カラマツ腐葉。

A₁ : 0～8 cm，黒褐色（5YR2/1），埴壤土，軟，潤，わずかに割れあり。

A₂ : 8～23 cm，黒褐色（5YR2/2），埴壤土，軟，潤，いくぶん粘りあり。

B₁ : 23～44 cm，赤褐色（5YR4/4），埴壤土，軟，潤，淡く腐植によって汚染。

B₂ : 44～60 cm，明褐色（7.5YR5.5/6），埴壤土，堅，潤，重粘，わずかに腐植の汚染あり，礫介

在。

BC : >60 cm，明赤褐色（2.5YR5/6），埴壤土，堅，潤，重粘，赤色風化礫多。

断面 No. 3 B_{fb} 型土壌（残積）

1006 林班い小班，準平原平坦地，海拔高 740 m。

F : 2 cm，カラマツ腐葉。

A₁ : 0～14 cm，黒色（5YR1/1），埴壤土，軟，潤，いくぶん割れあり。

A₂ : 14～33 cm，黒褐色（5YR1.5/1），埴壤土，軟，潤。

B : 33～58 cm，黒褐色（5YR2/2），埴壤土，堅，潤，腐植による暗褐色の模様あり，細礫混入。

B C : >58 cm, 明橙褐色 (7.5YR6/8), 埴壤土, 堅, 潤, 重粘。

断面 No. 4 B_{1b} 型土壌 (残積)

1006 林班い小班, 準平原平坦地, 海拔高 740 m。

F : 1 cm, カラマツ腐葉。

A₁ : 0~9 cm, 黒色 (5YR1/1), 埴壤土, 軟, 潤, わずかに割れあり。

A₂ : 9~22 cm, 黒褐色 (5YR1.5/1), 埴壤土, 軟, 湿, 赤色風化細礫介在。

A₃ : 22~34 cm, 黒褐色 (7.5YR2/1), 埴壤土, 軟, 潤。

B : 34~55 cm, 暗赤褐色 (5YR2/3), 埴壤土, 堅, 潤, 半角礫および赤色風化細礫混入。

B C : >55 cm, 赤褐色 (5YR5.5/6), 埴壤土, 堅, 潤, 重粘, 礫質, 赤色風化礫多。

断面 No. 5 B_{1b}~B_{1b}(d) 型土壌 (残積)

1006 林班い小班, 準平原緩斜地, 海拔高 730 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉。

A₁ : 0~3 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴壤土, 粗, 潤, いくぶん団粒状構造あり。

A₂ : 3~10 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴壤土, 堅, 潤, わずかに割れあり。

A₃ : 10~23 cm, 黒色 (7.5YR2/1), 埴壤土, 軟, 潤, ややカベ状。

B : 23~53 cm, 黒褐色 (7.5YR2/3), 埴壤土, 軟, 潤, 大石介在, 比較的重粘。

B C : >53 cm, 明橙褐色 (7.5YR6/8), 埴壤土, 堅, 潤, 礫質, 赤色風化礫あり。

断面 No. 6 B_{1b}~B_{1b}(d) 黒土壌 (残積)

1006 林班い小班, 準平原緩斜地, 海拔高 720 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉。

A₁ : 0~8 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴壤土, 軟, 潤, 弱度の堅果状構造。

A₂ : 8~20 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴壤土, 堅, 潤, 赤色風化細礫介在。

A₃ : 20~44 cm, 黒褐色 (7.5YR2/1.5), 埴壤土, 堅, 潤。

B : 44~63 cm, 黒褐色 (7.5YR2/3), 埴壤土, 堅, 潤, 礫質。

B C : >63 cm, 明黄褐色 (10YR7/6), 埴壤土, 堅, 潤, 礫土, 大石介在。

断面 No. 7 B_{1b} 型土壌 (残積)

1006 林班い小班, 準平原凹部平坦地, 海拔高 700 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉, 比較的マット状。

A₁ : 0~8 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴壤土, 堅, 潤, 弱度の堅果状構造, 赤色風化礫介在。

A₂ : 8~23 cm, 黒褐色 (7.5YR2/1.5), 埴壤土, 軟, 湿, 赤色風化細礫介在。

B : 23~48 cm, 灰赤褐色 (5YR4/3), 埴壤土, 軟, 潤, 比較的重粘。

B C : >48 cm, 明赤褐色 (2.5YR5/5), 埴壤土, 堅, 潤, 重粘, 赤色風化礫 (7.5R7/6), 多。

断面 No. 8 B_{1b} 型土壌 (残積)

1006 林班い小班, 準平原凹部平坦地, 海拔高 690 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉。

A₁ : 0~8 cm, 黒色 (7.5YR1/1), 埴壤土, 堅, 湿, 細礫わずかにあり, 割れあり。

A₂ : 8~23 cm, 黒褐色 (7.5YR2/1.5), 埴壤土, 堅, 湿, 細礫あり。

B : 23~56 cm, 暗褐色 (7.5YR3.5/4), 埴壤土, 軟, 潤, 礫質, 赤色風化礫混入。

BC : >56 cm, 明褐色 (7.5YR5.5/8), 埴壤土, 堅, 潤, 重粘, 赤色風化礫介在。

以上の断面 No. 1~No. 8 は, プロット サンプリングを実施した箇所の土壌であり, Fig. 21 に示すように, 南北に走る稜線に設置された防火線と平行に配列している。

各調査プロットにおける植生は Appendix-Table 1 のとおりであり, さらに, 付表の資料から, この地区の特徴植物を求めたのが Table 9 である。これを見ると, トリアシショウマ, レンゲツツジ, ミツバツチグリ, ジンヨウイチヤクソウなどが優勢であり, 原野植生を主とし, むしろ, 湿潤性をおびていることがわかる。また, 代表土壌の層断面, カラマツ林相, およびアカマツ混交状態は Photo. 12~15 のとおりである。

さらに, 補足調査として, 種山北側の準平原一円を対象としてポイント サンプリングを実施した。各調査地点の土壌および植生状態は Appendix-Table 2 のとおりである。これを見ると, 土壌は Bld-E 型ないし Bld(d) 型の範囲に属し, 植生も, 前記プロット サンプリングの場合と似ている。

2) 土壌の諸性質

プロット サンプリングを実施した箇所から採取した各土壌の理化学性は Appendix-Table 3 のとおりである。これを見ると, 各土壌とも水分含量が大きく, 堆積状態は比較的密であり, 透水性は不良である

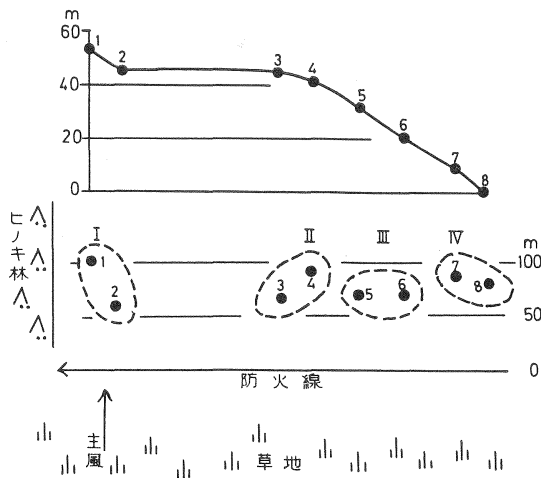


Fig. 21 プロット配置図
Location of plots surveyed.

Table 9. 種山地区の主要植生
Characteristic plants of each soil in Taneyama area

階 Layer	種 名 Species	階 Layer	種 名 Species
Sh	レンゲツツジ ミズナラ ノリウツギ	G	トリアシショウマ レンゲツツジ ツタウルシ ミツバツチグリ ゴトウズル ジンヨウイチヤクソウ チゴユリ

ことがわかる。しかし、局所地形にあまり差異がなく、残積の堆積を示しているためか、土壌による理化学性の差異は明らかではない。

また、この地区の代表土壌として、断面 No. 1 の土壌をえらび、機械的組成を調査した結果は Appendix-Table 4 のとおりである。これを見ると、粘土は 10% 以下で、壤土ないし砂質壤土に属し、野外土性よりも、かなり砂質にかたむいている。

各土壌の化学性は Appendix-Table 5 のとおりである。pH (H₂O) は 4～5 の範囲にあり、土壌による差異は、ほとんど認められない。置換酸度 (y_1) は、Fig. 22 に示すように、各土壌とも表層に大きく、B 層では減少し、BC 層では、ふたたび増加している。表層で大きいのはカラマツ落葉の影響であると思われるが、下層で大きいのにたいしては、この地区の母材の風化過程、つまり、古風化母材に由来しているためであるとみている。

カラマツ落葉からなる F 層には、10～20 me の置換性石灰を含有し、F 層直下の A₁ 層も、その影響をうけているが、各土壌とも置換性塩基類にきわめて乏しい。これは火山灰や古風化母材の特徴を反映しているものであろう。

3. 土壌条件と成長状態

調査林分は林齢 31 年であり、B_{1b} 型ないし B_{1b}(d) 型の土壌に属し、土壌的には、あまり差異はない。

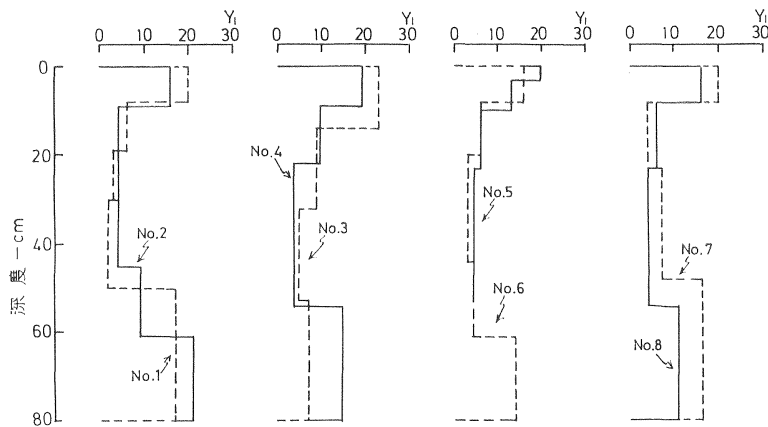


Fig. 22 図置換酸度 (y_1) の垂直分布
Vertical distribution of exchange acidity (y_1) in each profile.

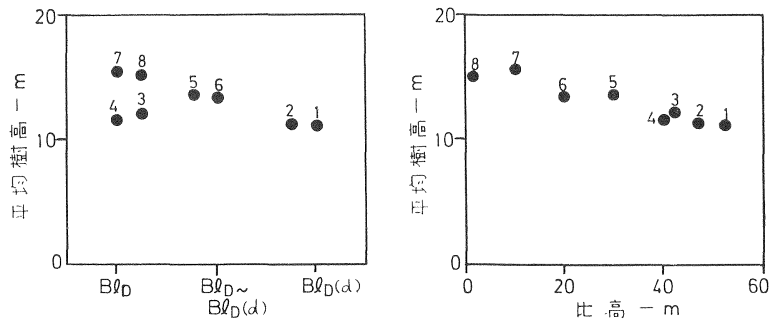


Fig. 23 平均樹高と土壌および比高との関係
Relationship among mean height of *Larix leptolepis* and soils, relative height.

カラマツ林分の平均樹高は 11~15 m の範囲を示しているが、これには、土壌的なものよりも、むしろ、起伏の差異に由来する風、その他の影響によるものとみている。

各プロットにおけるカラマツ平均樹高と土壌および比高（低位部プロット 8 基準）との関係は Fig. 23 のとおりである。これによると、B/b 型では B/b(d) 型よりも、いくぶん、成長は良好なようであるが、その傾向は明らかではなく、土壌の堆積様式、性質などが、本質的に、ほとんど差異がないことを意味している。

しかし、平均樹高と比高との関係では、低位部のものは高位部のものよりも、明らかに樹高が高い。これについては、調査プロットは南北に走る準平原面に配列され、起伏差による偏西風の風衝程度に差異があることについて考えなければならないであろう。

Fig. 24 はカラマツ平均樹高と容積重、透水性、置換酸度 (y_1)、置換性石灰との関係、つまり、おもな理・化学性との関係をみたものであるが、いずれも相関は認められない。

このように、種山地区のカラマツの成長状態は、姫神地区の場合とは異なり、各土壌の性質が類似しているためか、土壌による成長状態の差異は明らかではなく、むしろ、起伏によって成長状態が支配されている。これについては、前述のように、起伏による風条件の差異に由来しているものとみており、そのことは、カラマツ林に混交している天然生アカマツも、カラマツと類似の成長を示していることからいいうる。しかしながら、カラマツの成長にたいしては、2 次的に誘発されるカラマツ先枯病の影響について考えなければならないのは当然である。

4. 調査林分の現況および現存量

調査林分は昭和 6 年植栽の、林齢 31 年の、単純一斉林であり、完全に閉鎖し、部分的に過密のところもあるが、枯損木は見あたらない。各林分の現況および現存量は Appendix-Table 9 および Appendix-

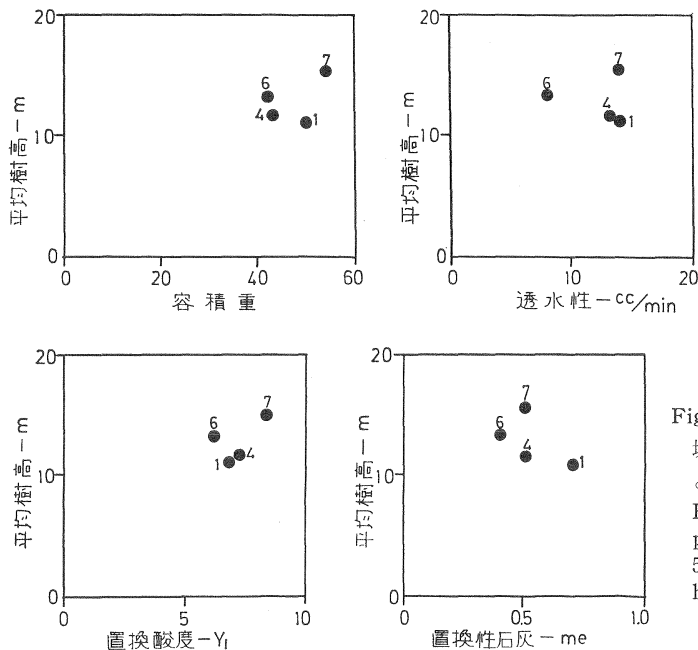


Fig. 24 カラマツ平均樹高と土壌諸性質（表層 50 cm 平均値）との関係

Relationship between soil properties (mean values of 50 cm depth) and mean height of *Larix leptolepis*.

Table 7 のとおりである。以下、それらにより、調査林分の林分状態について説明する。

1) 立木本数、胸高直径および樹高の現況

Appendix-Table 6 を見ればわかるように、林齢 31 年現在の立木本数は ha 当たり 1,600~2,000 本の範囲にあり、平均的にみて 1,800 本前後であり、また、Appendix-Table 7 のポイント サンプリングの結果でも、1,400 本前後から 3,000 本近くの本数を示している。岩手地方カラマツ林林分収穫表では、3 等地、30 年で 1,288 本となっているから、この地区のカラマツ林は平均的にみて約 40% 増の値を示し、かなりの高密度林分であることがわかる。しかし、カラマツ林分管理曲線²⁶⁾を使用し、平均樹高で対比すると、最多密度曲線の 85% の密度をもつ A 曲線を上回る林分（プロット 7）から、65% の密度をもつ B 曲線に相当する林分（プロット 1, 2）までである。すなわち、起伏の上部から下部にかけて相対的に密度が高くなっている。このことは、蜂屋⁷⁾らの密度管理図と対比した場合でも、大体、同様である。

一方、調査林分中には枯死木が見あたらないところから、自然間引がおこなわれる段階であるとは考えにくい。いずれにしても、各プロット間に本数の差異はあまりなく、また、ポイント サンプリングの場合も、北向き斜面を除いては、バラツキは少ない。

平均胸高直径は、林齢が同じ場合には、地位と本数密度の 2 因子に支配される。プロット調査では 14.1~16.8 cm の範囲を占め、プロット間の差異は、それほど大きくない。ポイント調査でも、南向き斜面ではプロット調査の場合と似ているが、北向き斜面では 13.6~19.9 cm の範囲を占め、変化の幅は大きくなっている。

平均樹高は、前述のように、土壌との対応は明らかではないが、起伏との対応は認められる。その変化の幅は、プロット調査では 11.0~15.4 m であり、ポイント調査では、南向き斜面で 10.9~16.1 m、北向き斜面で 12.6~19.6 m である。このような変化は、前述のように、起伏にもとづく風の影響、さらに

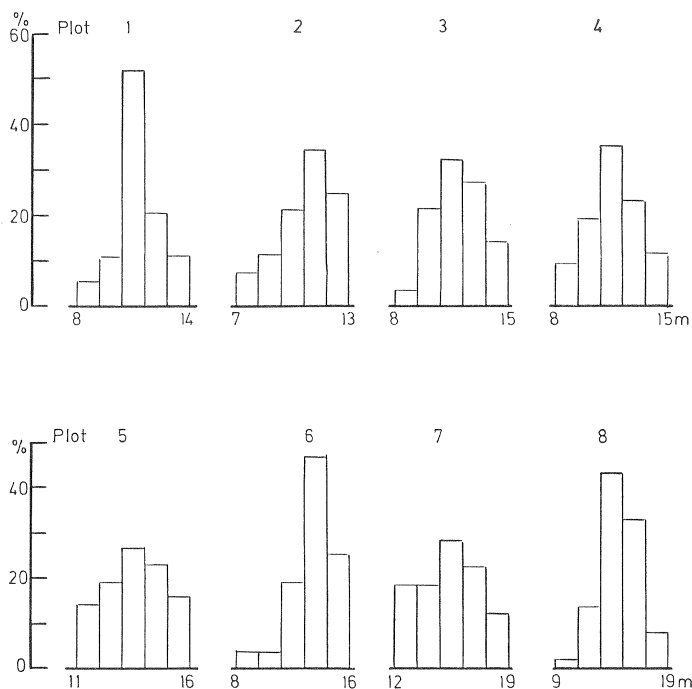


Fig. 25 樹高の度数分布
Frequency distribution
of height.

は、風との関連での、カラマツ先枯病の被害程度に支配されているものと考えられる。

平均枝下高は各プロット、各ポイントとも、樹高と同じ傾向で変化しており、樹冠層の厚さが、いずれも 4 m 前後で、大体、一定していることがわかる。

このように、立地条件や本数密度のちがいがから、平均樹高や平均胸高直径に差異があるが、樹高の構成状態は Fig. 25 に示すように、大体、正規分布に近い形となっている。

2) 蓄積および胸高断面積合計の現況

Appendix-Table 6 に示すように、同一林齢ではあるが、プロット調査では ha 当たり 159~298 m³、ポイント調査では 170~390 m³ のような、大きい差異がある。また、胸高断面積合計でも、それぞれ、29~42 m²、28~48 m² のような差異があらわれている。このような差異は、密度との関連もあるが、地形条件とよく対応し、尾根地形の高位部から低位部にかけて、蓄積および断面積合計が増加している。

これらの数値を、岩手地方カラマツ林林分収穫表に対比すると、もっとも蓄積の多い低位部のプロット 7, 8 は、平均樹高では 2 等地に該当しているが、蓄積では 1 等地の値を示し、また、高位部のプロット 1, 2 は、樹高では 3 等地を下回るが、蓄積では、ほぼ 3 等地の値を示している。両者の中間部のプロットは、蓄積では、ほぼ 2 等地を上下している。ポイント調査の結果でも、大体、似た傾向を示している。平均樹高による地位と蓄積との間に、このような傾向があるのは、樹高に対応する本数密度が、きわめて高い値を示しているからである。

3) 幹・枝・葉の重量

幹の重量は ha 当たり 66~119 ton であり、プロット 7・8>6・5>4・3>2・1 の順に小さくなっている。

枝の重量は 10.5~17.1 ton のように大きい幅はあるが、その変化状態には一定の傾向がなく、林分によってまちまちである。しかし、姫神地区では、胸高断面積比推定で 8~14 ton、生重量よりの推定で 9~16 ton となっているから、種山地区の場合とかなり似ている。したがって、閉鎖したカラマツ林では林齢とはあまり関係がなく、安定した値になるのではないかと考えられる。

葉の重量は 2.8~3.9 ton/ha であるが、この値は信州産カラマツ林の葉量²⁵⁾のうち、幼齢林を除いた場合の 2.75~3.58 ton/ha の値と、ほぼ一致し、姫神地区の 1.3~2.3 ton/ha よりも、かなり多い。このような結果については、枝量や調査時期などから考えても、その理由は明らかでない。

5. 成長および生産量

1) 標準木の樹高成長

各プロットにおける標準木の、各年代における樹高を、その林分の、各年代における平均樹高として、岩手地方カラマツ林林分収穫表の平均樹高と比較したのが Fig. 26 である。これを見ると、カラマツの樹高成長は地形条件に支配され、10 年生頃までは、低位部では 1 等地、高位部では 3 等地の成長を示しているが、その後、成長が緩慢となり、20 年生以後では、低位部のものは 2 等地を下回り、高位部のものは 3 等地を下回っている。これには土壌条件や風衝などが関係し、とくに、高位部では風衝によるカラマツ先枯病の影響があるものとみている。

2) 地位指数曲線

ポイント サンプリング調査による 13 ポイントの解析木およびプロット調査による 8 プロットの標準木の樹高成長から、林齢 30 年の樹高を指数として齢階別平均樹高を求めると Table 10 のようになる。

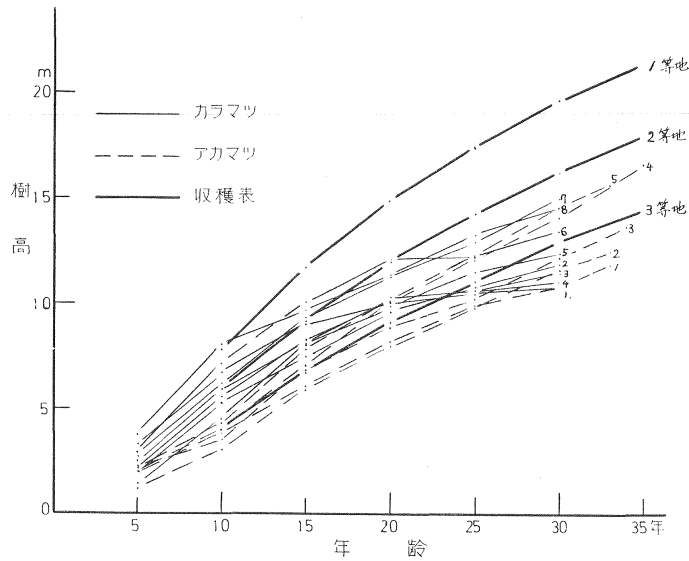


Fig. 26 標本木の樹高成長
Height growth of sample trees.
(Site class by the yield table at Iwate district)

Table 10. カラマツ 齡階別平均樹高
Mean height classified by age grade of Japanese larch
in Taneyama area

地位指数 Site index	8	10	12	14	16	18
齡階 Age grade (年) (years)						
5	1.6	2.2	2.9	3.5	4.1	4.8
10	4.2	5.2	6.2	7.1	8.1	9.0
15	5.9	7.2	8.4	9.7	11.0	12.2
20	7.0	8.5	10.1	11.6	13.1	14.7
25	7.6	9.4	11.2	13.0	14.7	16.5
30	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0

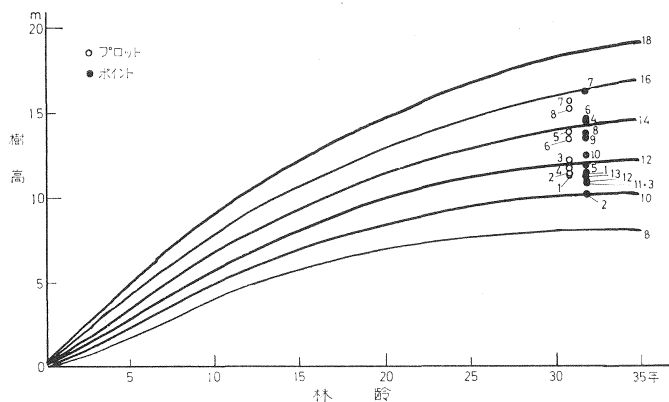


Fig. 27 地位指数曲線
Site index curve of planted *Larix* forest in Taneyama area.

さらに、これを図化し、各ポイントおよび各プロットの平均樹高を、それに嵌入したのが Fig. 27 である。これによると、指数 10~12 には高位部の林分が該当し、指数 12~14 には高位、低位中間林分、指数 14~16 には低位部の林分が該当している。一般に、この地区のカラムツ林には地位の低い林分が多い特徴がある。

3) 単木の成長

胸高断面積と最近 1 カ年の幹の材積および重量の成長との関係をみたが、最近の直径成長がきわめて小さく、測定誤差が介入するおそれがあったので、最近 3 カ年の平均値により、最近 1 カ年の成長を求めた。これによると、最近 1 カ年の成長は、胸高断面積との関係でも、また、 D^2H (D : 直径, H : 樹高) との関係でも、材積および重量成長のバラツキが大きく、直線性は低い。たとえば、幹の重量成長では、胸高断面積 100 cm² で 0.2~1.5 kg, 300 cm² で 2.0~5.5 kg のような幅を示している。

4) 林分の成長

最近 10 カ年の林分成長を前期 5 年、後期 5 年に 2 分し、それぞれ、年平均として示したのが Table 11 である。これを見ると、高位部に位置する No. 1, No. 2 では後期の平均成長量は大きいですが、その他は、おおむね、後期では減少する傾向がある。これは、地形的に低位部に移行するにつれて樹高を増し、相対的に本数密度を増加する結果となるためであろう。

最近 5 カ年間の年平均成長量をみると、材積成長では 5.5~12.8 m³, 重量成長では 2.3~5.2 ton の範囲を占め、プロットによって大きい差異があるが、大体、高位部から低位部にかけて成長量を増加しているとみることができる。

5) 葉量と成長量

個々の林木の葉量と 1 年間の幹の重量成長との関係をみると、大体、葉量が多いほど幹の重量成長が大きい傾向はあるが、個体によるバラツキはかなり大きい。これは、場所による受光状態や栄養条件などの差異によるものと考えられる。おおまかにみて、この地区では、平均樹高の小さい高位部プロット (No. 1~4) と平均樹高の大きい低位部プロット (No. 5~8) に 2 大別される。前者は下位林分、後者は上位林分であり、単位葉量あたりの幹の成長は上位林分の方が、いくぶん、大きい傾向がある。

つぎに、単位面積あたりの林分の葉量と幹の成長との関係を示したのが Table 12 である。葉量 1 ton

Table 11. 林分成長量表 (年平均 ha 当り)
Volume and weight increments of each stand
(mean annual value per ha)

プロット No. Plot No.	材 積 成 長 Volume increment (m ³)		重 量 成 長 Weight increment (ton)	
	前期 5 年 During the former 5 years	後期 5 年 During the latter 5 years	前期 5 年 During the former 5 years	後期 5 年 During the latter 5 years
1	6.251	6.058	2.635	2.534
2	7.228	6.923	2.941	2.830
3	8.226	8.590	3.140	3.285
4	5.498	5.877	2.307	2.455
5	11.941	9.513	4.890	3.868
6	7.376	8.655	2.954	3.476
7	12.763	14.229	5.229	5.813
8	9.567	13.273	3.935	5.214

Table 12. 林分の葉量と幹成長量 (種山地区)
Leaf amount of stand and annual increments of volume and
weight of stem in Taneyama area

プロット No. Plot No.	平均樹高 Mean height (m)	葉量 Leaf amount (W _L) (ton)	本数 Number of stem (N)	W _L /N (kg)	ΔV_{s1} (m ³)	$\Delta V_{s1}/N$ (m ³)	ΔW_{s1} (ton)	$\Delta W_{s1}/N$ (kg)	$\Delta V_{s1}/W_L$ (m ³ /ton)	$\Delta W_{s1}/W_L$ (ton/ton)
1	11.0	3.140	1,812	1.733	6.251	0.0034	2.635	1.454	1.990	0.839
2	11.2	2.970	1,825	1.628	7.228	0.0040	2.941	1.612	2.434	0.990
3	12.0	3.427	1,815	1.888	8.226	0.0045	3.140	1.730	2.400	0.916
4	11.5	2.985	1,984	1.505	5.498	0.0028	2.307	1.163	1.842	0.772
5	13.7	2.905	2,000	1.453	11.941	0.0060	4.890	2.445	4.110	1.683
6	13.3	3.027	1,672	1.810	7.376	0.0044	2.954	1.767	2.436	0.975
7	15.4	3.915	1,591	2.641	12.763	0.0080	5.229	3.287	3.260	1.335
8	15.0	2.838	1,978	1.435	9.567	0.0048	3.935	1.989	3.371	1.387

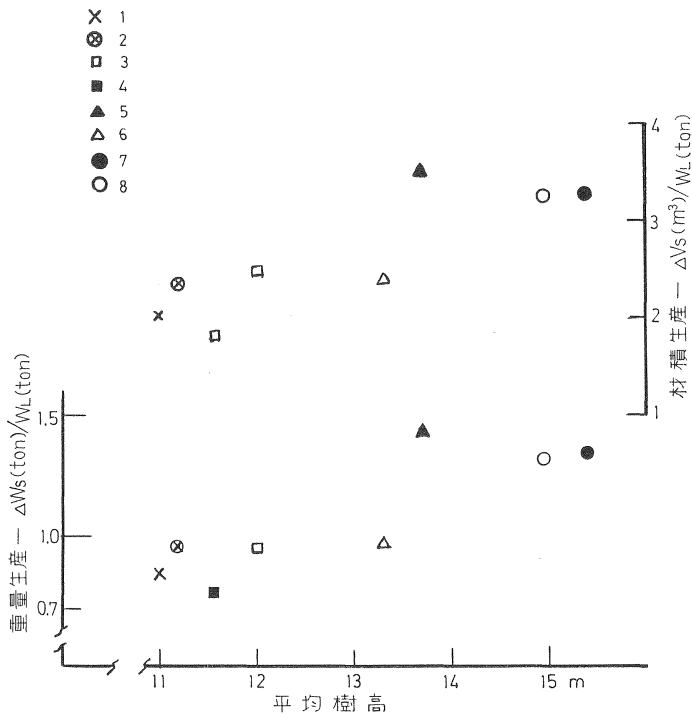


Fig. 28 平均樹高に対する
林分の単位葉量あたり
幹生産量の関係
Volume and weight in-
crements of stem per
unit leaves weight of
stand in relation to mean
height.

あたりの幹の1年間の成長量は、材積では1.8~4.1 m³、重量では773~1,683 kgであり、プロットによって、かなり大きな差がある。プロット No. 5 が材積、重量成長ともに大きい値を示しているが、全般的にみて、低位部の No. 5~8 では、高位部の No. 1~4 よりも、わずかに高い値を示している。とくに、No. 7, 8 では材積で 3.3 m³、重量で 1.3 ton の成長量を示し、この地区では上位に属しているが、姫神地区に比較すると、最下位のものに相当している。このようなことから、この地区のカラマツ林の地位が低いことがわかる。

林分の単位葉量あたりの成長量と、その林分の平均樹高との関係を示せば Fig. 28 のようになり、平均樹高が大きくなるにつれて、林分の材積および重量成長量が漸増することがわかる。

6. 相 対 成 長

標本木測定資料は Appendix-Table 8 のとおりである。

1) 胸高直径と樹高

胸高直径と樹高との関係を見ると、個体によるバラツキはかなり大きい、本数密度や林分ごとの分離はみられない。このようにバラツキが大きいには、樹高成長にたいする先枯病の影響が考えられる。それで、被害の大きい個体と被害の小さい個体にわけて、その傾向をみると、被害の大きい個体では、直径が増加しても、それにともなう樹高の増加はかなり小さく、先枯病の影響は明らかに認められる。しかし、被害の小さい個体でも、樹高の増加が小さく、丁度、姫神地区の風衝地のものに似た傾向を示している。したがって、この地区のカマツの樹高成長には、先枯病および風衝による成長減退が重複してあらわれているものとみている。

2) 胸高断面積と地上部の各部分の関係

胸高断面積と地上部全量および幹の重量・材積との関係を示したのが Fig. 29 である。これを見ると、いずれもバラツキが少なく、かなり良好な直線関係を示している。姫神地区では地位の差異によって分離する傾向があったが、ここでは、密度や地位の差が小さいためか分離の傾向は明らかではない。また、前述のような、先枯病の被害程度による分離も明らかではない。それは、先枯病は直径成長にはあまり影響がなく、樹高の低いことからくる材積の減少が、その割合に大きくないことによるものであろう。

それで、この地区の 30 年程度の林分では、先枯病の被害程度、風衝による上長成長の抑制、林分密度の差異などとは無関係に、胸高断面積と地上部全重および幹の重量・材積との関係は次式のようなになる。

$$\log W_s = 1.28481 \log G - 1.26785 \quad \dots\dots\dots (21)$$

$$\log V_s = 1.25521 \log G - 3.80252 \quad \dots\dots\dots (22)$$

$$\log W_t = 1.31878 \log G - 1.27218 \quad \dots\dots\dots (23)$$

胸高断面積と枝重および葉重との関係は Fig. 30 のようになる。この地区では、地形は、大体、似ており、地位の差はあまりないが、本数密度には差異が認められる。それで、プロット 1・2, 3・4, 5, 6, 7・8 に林分を分離することができる。分離した各林分の相対成長の係数を示せば Table 13 のようになる。

枝量、葉量ともに、プロットによる差異が大きい、大体、斜面上部の凸部から下部の凹部に移行するにつれて、すなわち、相対的に密度が高くなるにつれて、直線の傾斜が急になる傾向があり、また、胸高

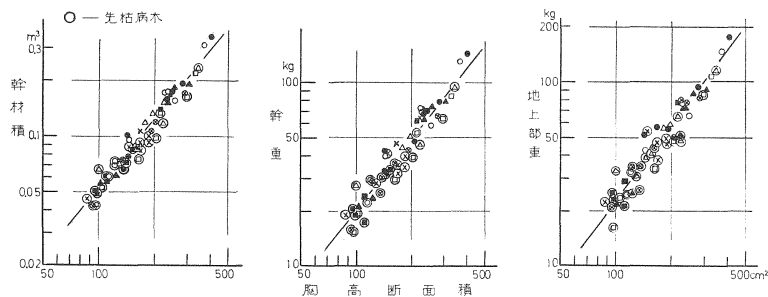


Fig. 29 胸高断面積と幹・地上部の関係
Volume and weight of stem and total weight of
above ground in relation to basal area.

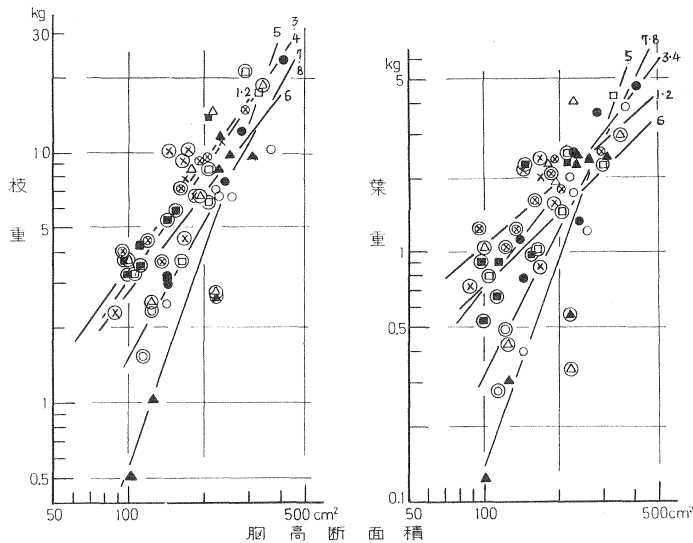


Fig. 30 胸高断面積に対する枝・葉重の関係
Branches and leaves weight in relation to basal area.

Table 13. 各林分の枝・葉重相対成長係数 ($\log Y = b \log X + a$)
Coefficients of allometric relation in dry weight of leaves and branches of each stand

プロット No. Plot No.	本 数 Number of stem	平均樹高 Mean height (m)	相 対 成 長 係 数 Coeff. of allometric relation			
			葉 Leaves		枝 Branches	
			<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>
1・2	1,818	11.1	0.90708	— 1.79131	1.40032	— 2.25499
3・4	1,893	11.7	1.28766	— 2.70823	1.47772	— 2.46398
5	2,000	13.7	2.80846	— 6.47632	2.87747	— 6.01741
6	1,672	13.3	0.99770	— 2.13341	1.33898	— 2.23810
7・8	1,767	15.2	2.04756	— 4.61258	1.82912	— 3.48338

断面積 300 cm² 前後から直線が交叉するようである。このことは、斜面下部のプロットでは個体の大小によって枝葉量の差異が大きいことを示し、300 cm² 以下の個体は斜面上部の個体に比較して、とくに、小さい値を示している。胸高断面積と枝重、葉重との関係は、林分構成状態によって差異があるので、同齢の場合でも、すべての林分にたいして一つの直線式で示すことは困難である。

3) 胸高断面積と地上部各部分の重量比

各個体の実測値から、地上部全重のなかに占める幹・枝・葉の量の百分率を胸高断面積との関係でみると、幹の割合は70～95%の範囲を占め、全体からみて、胸高断面積の小さい個体が、いくぶん、高い比率を示すようである。その傾向は、斜面下部の地位のよいプロットに顕著であるが、これは、相対的な密度増による個体間の競合の結果であろう。

葉の割合は胸高断面積とあまり関係がなく、大体、3%前後であるから、地上部重のなかの非同化部重は、胸高断面積とは無関係に、大体、97%程度と考えてよい。この地区では、地上部全重のなかでの幹重の比率は、胸高断面積が大きくなるにつれて、いくらか低くなるが、おおまかにみて、胸高断面積 100 cm² で 86%、400 cm² で 82% となる。したがって、枝重の比率は、それぞれ、11%、15% とみてよい。

これを姫神地区のものと比較すると、枝、葉の比率はいくぶん高く、幹の比率はいくぶん低いが、これは林齢の相違によるものと考えている。

4) 林分の平均値による相対成長

これまで、林分を構成する個体ごとの、各部分の相互間の関係について述べてきたが、おおまかに林分値を推定するために、平均単木における関係から検討してみたい。まず、平均単木における樹体各部間の相対成長関係について吟味してみよう。

各プロットの平均単木あたりの現存量は Table 14 のとおりである。平均胸高直径と幹の重量・材積および平均地上部重との関係を示したのが Fig. 31 である。これを見ると、プロット数が少なく、その範囲が狭いので問題はあがあるが、次式の関係がある。

$$\log W_s = 3.71429 \log \bar{D} - 2.71842 \quad \dots\dots\dots (24)$$

$$\log V_s = 3.85671 \log \bar{D} - 5.49238 \quad \dots\dots\dots (25)$$

$$\log W_t = 3.25218 \log \bar{D} - 2.09364 \quad \dots\dots\dots (26)$$

平均直径と枝、葉の量との関係については、姫神地区と異なり、バラツキがきわめて大きく、その傾向は明らかではない。

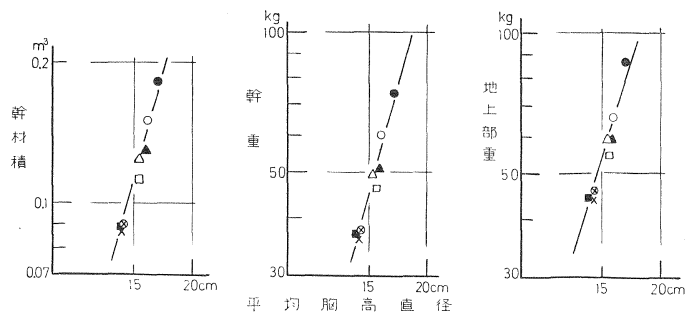


Fig. 31 平均胸高直径に対する平均幹・地上部重の関係

Volume and weight of stem and total weight of above ground in relation to mean breast height diameter.

Table 14. 平均単木あたり現存量
Standing crop per mean single tree (mean value in stand)

プロット No. Plot No.	本数 Number of stem (ha)	胸高直径 Diameter breast height (cm)	樹高 Height (m)	胸高断面積 Basal area (m²)	材積 Volume (m³)	重量 (kg)			
						幹 Stem	枝 Branch	葉 Leaf	地上部 Above ground
1	1,812	14.1	11.0	0.0160	0.088	36,388	7,466	1,733	45,587
2	1,825	14.4	11.2	0.0164	0.091	37,151	7,014	1,627	45,792
3	1,815	15.7	12.0	0.0203	0.113	43,300	9,425	1,888	54,614
4	1,984	14.0	11.5	0.0162	0.090	36,414	6,934	1,505	44,853
5	2,000	15.9	13.7	0.0204	0.130	52,775	5,413	1,453	59,641
6	1,672	15.3	13.3	0.0193	0.124	49,792	8,027	1,810	59,629
7	1,591	16.8	15.4	0.0233	0.183	74,596	10,056	2,461	87,113
8	1,978	15.9	15.0	0.0210	0.151	60,022	5,287	1,435	66,744

Table 15. 胸高直径(D)を変数とした部分量
Partial weight and volume to a variable of D (Diameter breast height)

胸高直径 D (cm)	幹重量 W _s (kg)	幹材積 V _s (m ³)	地上部全重 W _t (kg)	胸高直径 D (cm)	幹重量 W _s (kg)	幹材積 V _s (m ³)	地上部全重 W _t (kg)
8	8,222	0.0214	9,298	20	87,143	0.2146	104,886
9	11,292	0.0292	12,876	21	98,717	0.2424	119,210
10	14,799	0.0380	16,997	22	111,347	0.2727	134,890
11	18,756	0.0479	21,677	23	124,695	0.3046	151,513
12	23,441	0.0595	27,251	24	139,155	0.3390	169,578
13	28,900	0.0730	33,784	25	154,768	0.3761	189,130
14	34,890	0.0878	40,991	26	171,155	0.4150	209,775
15	41,722	0.1045	49,249	27	188,734	0.4566	231,852
16	49,127	0.1226	58,241	28	207,124	0.5000	255,070
17	57,438	0.1428	68,377	29	226,762	0.5463	279,924
18	66,359	0.1645	79,298	30	247,235	0.5944	305,900
19	76,595	0.1892	91,878				

Table 16. 断面積比推定と相対成長関係による林分推定値の比較
Comparison between the presumed values of stand based upon the
basal area method and those based upon the allometric relation

部 分 Partial	方 法 Method	プ ロ ッ ト Plot No.								ton/ha
		1	2	3	4	5	6	7	8	
W _B (Branch)	A	13.5	12.8	17.1	13.8	10.8	13.4	16.0	10.5	
	B	13.1	14.4	17.4	13.6	11.1	11.4	12.8	13.9	
	B/A %	97	113	102	99	103	85	80	133	
W _L (Leaf)	A	3.1	3.0	3.4	3.0	2.9	3.0	3.9	2.8	
	B	3.0	3.1	3.5	2.8	2.6	2.3	3.3	3.5	
	B/A %	94	105	102	95	91	77	84	124	
W _s (Stem)	A	66	68	79	72	106	83	119	119	
	B	70	76	95	77	102	79	98	111	
	C	64	70	96	69	111	80	108	110	
	B/A %	106	112	121	107	97	95	83	93	
	C/A %	98	103	122	95	105	97	91	92	
W _t (Tree above ground)	A	83	84	99	89	119	100	139	132	
	B	82	95	113	91	122	94	117	132	
	C	80	86	113	85	130	96	124	129	
	B/A %	100	114	114	103	102	95	85	100	
	C/A %	97	103	114	96	109	96	89	98	

A : 胸高断面積比推定 Presumed value is based upon the basal area.

B : 単木ごとの相対成長関係による推定

Presumed value is based upon the allometric relation of individual trees.

C : 平均単木の相対成長関係による推定

Presumed value is based upon the allometric relation of mean single tree.

5) 林分値の推定

これまで述べた相対成長関係から、胸高断面積をもとにした幹の重量・材積および地上部全重の値を求め、これを胸高直径との関係で示せば Table 15 のようになる。また、相対成長関係から、林分の毎木調査による胸高直径および平均直径により、林分各部の重量を推定し、胸高断面積比推定と比較したのが Table 16 である。

これを見ると、枝葉量の推定値は胸高断面積比推定にたいして、プロット 1~5 では 5% 前後、プロット 6~8 では 20% 前後の差となっているが、その理由は明らかではない。

また、幹や地上部の重量では、大体、10% 以内の差異を示し、さらに、平均単木による林分推定値が、単木ごとの推定値とあまり差異がないことは、姫神地区とは異なり、胸高断面積と幹および地上部重との関係が、地位によって分離する傾向が認められないためと考えられる。

7. カラマツ先枯病と成長

1) カラマツ先枯病被害の概況調査

カラマツ先枯病の調査地を、Fig. 32 のように、種山頂上付近から北方にかけて稜線沿いに配置し、林内、林縁部について被害調査を実施した。調査方法は横田法(伊藤一雄: 森林防疫ニュース, 1961)によることとし、各調査地とも 50~100 本の調査木について、単木的に実施した。その結果は Table 17 のとおりである。ここで採用した被害程度(指数)はつぎの基準による。

- I 健全木 病枝はまったく見つからない。
- II 微害木 ようやく被害枝が認められ、現状では生育阻害の影響がほとんどない。
- III 中害木 かなりの被害枝が認められ、一見して被害木と認められる。
- IV 激害木 被害が繰り返して発生するので樹冠がホーキ状になり、上長成長がほとんどない。

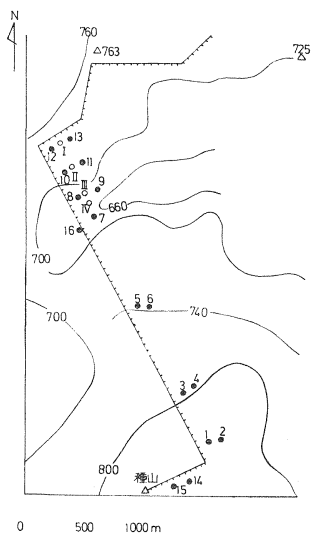


Fig. 32 カラマツ先枯病
調査位置図
Location of areas surveyed
on shoot blight of larch.

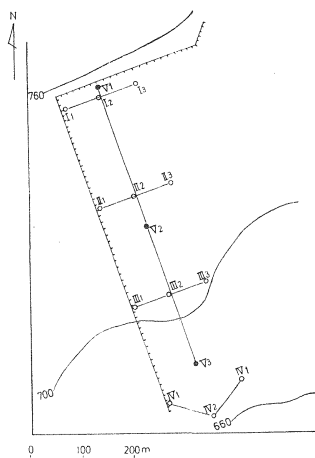


Fig. 33 カラマツ先枯病被害林
分の風速調査位置図
Location of wind surveyed
on the damaged forest by
shoot blight of larch.

Table 17. 各調査地におけるカラマツ先枯病の被害状態 (1963)
Damage of shoot blight of Japanese larch stands at each plot (1963)

調査地 Plot No.	被害率 Percentage of trees infected (%)	被害程度 (%) Damage of degree (%)			被害度 Index damage	備考 Remark
		激害 Affected severely	中害 Affected moderately	微害 Affected slightly		
1	100	84	16	0	4.7	
2	100	76	24	0	4.5	
3	100	82	18	0	4.6	
4	100	62	38	0	4.2	
5	100	76	74	0	4.5	
6	100	52	48	0	4.0	
7	100	16	50	34	2.6	沢 沿
8	100	48	30	22	3.5	
9	100	58	34	8	4.0	
10	100	62	30	8	4.1	
11	100	66	34	0	4.3	
12	100	74	26	0	4.5	
13	100	82	18	0	4.6	
14	100	94	6	0	4.9	山頂付近
15	100	98	2	0	5.0	
16	100	0	24	76	1.5	沢 沿

(注) 調査本数は各区 50 本あて

Note : 50 trees were observed at each plot.

Table 18. 各調査地におけるカラマツ先枯病の被害程度 (1962)
Damage of shoot blight of Japanese larch stands at each plot

調査地 Plot	調査本数 Number of trees observed	被害率 Percentage of trees infected (%)	被害程度 (%) Degree of damage (%)			被害度 Index of damage
			激害 Affected severely	中害 Affected moderately	微害 Affected slightly	
高位部 Upper place	54	100	80	17	3	4.5
"	52	100	65	31	4	4.2
中位部 Middle place	50	100	58	22	20	3.8
"	53	100	57	17	26	3.6
"	52	100	40	40	20	3.4
"	56	100	41	30	29	3.3
低位部 Lower place	50	100	20	36	44	2.5
"	52	100	15	19	66	2.0
林 縁 Forest border	50	100	74	26	0	4.5

(注) 被害度 = $\frac{(0 \times \text{健全本数}) + (1 \times \text{微害本数}) + (3 \times \text{中害本数}) + (5 \times \text{激害本数})}{\text{調査本数}}$ Note : Index = $\frac{(0A) + (1B) + (3C) + (5D)}{N}$

A : Number of healthy trees. B : Number of trees affected slightly.

C : Number of trees affected moderately. D : Number of trees affected severely.

N : A + B + C + D.

Table 17 を見ると、種山頂上付近の No. 14, No. 15 や No. 1, No. 2 では被害程度が大きく、凹部の No. 7, No. 16 では激害木がきわめて少ない。また、各調査地とも林縁部では被害が大きく、林内では小さい傾向がある。

2) カラマツ先枯病の発生状態と地形

前述のように、カラマツ先枯病の発生には、地形と関連した位置的条件が関係しているようにみられた。それで、この地区の地形条件を代表する高位部、中間部、低位部、さらに、林縁部に調査地を設け、調査地内の全木について、単木ごとに梢頭部の被害状態について調査したのが Table 18 である。これを見ると、局所地形による被害程度の差異および林縁部の被害程度の大きさなどがよくわかるであろう。

3) 調査地における風調査

Fig. 33 のように調査地をとり、小型ロビンソン風速計によって測定した結果は Table 19, Table 20

Table 19. カラマツ造林地の風速調査 (I) (1963)
Wind velocity at each plot of Japanese larch plantation (I), (1963)

調 査 地 点 Plot				各 地 点 の 平 均 風 速 m/sec. Average of wind velocity at each plot					
				1	2	3	4	5	平 均 Average
I 高位部 Upper place	I-1 林 縁	Forest border		1.41	0.80	0.92	0.90	0.87	0.98
	I-2 林 内	Place in stand		0.55	0.62	0.72	0.70	0.56	0.64
	I-3 林 内	"		0.40	0.51	0.72	0.50	0.42	0.51
II 中位部 Middle place	II-1 林 縁	Forest border		1.80	1.70	0.88	1.64	1.08	1.42
	II-2 林 内	Place in stand		1.04	1.62	0.64	1.18	1.15	1.13
	II-3 林 内	"		1.40	1.18	0.40	0.57	0.70	0.65
III 中位部 Middle place	III-1 林 縁	Forest border		2.40	1.90	1.90	1.95	1.72	1.97
	III-2 林 内	Place in stand		0.60	0.50	0.70	0.51	0.70	0.60
	III-3 林 内	"		0.60	0.39	0.54	0.52	0.20	0.45
IV 低位部 Lower place	IV-1 林 縁	Forest border		1.40	1.60	1.55			1.52
	IV-2 林 内	Place in stand		1.05	1.00				1.03
	IV-3 林 内	"		0.82	0.75	0.64	0.72		0.73

(注) 1963 年 10 月 3 日調査, 風向 NW

Note: Observation in October 3, 1963., Wind direction: NW

Table 20. カラマツ造林地の風速調査 (II) (1963)
Wind velocity at each plot of Japanese larch plantation (II), (1963)

調 査 地 点 Plot				各地点の平均風速 m/sec. Average of wind velocity		
				1	2	平 均 Average
V-1	林 内 の 上 位 部	Upper place in stand		1.10	1.72	1.41
V-2	林 内 の 中 位 部	Middle place in stand		0.80	1.02	0.91
V-3	林 内 の 低 位 部	Lower place in stand		0.65	0.90	0.78

(注) 1 回目, 9 月 30 日調査, 風向 SE

2 回目, 10 月 1 日調査, 風向 NW

Note: 1. Observation in September 30, 1963 Wind direction: SE

2. Observation in October 1, 1963. Wind direction: NW

のとおりである。Table 19 によると、林縁から林内に移行するにつれて風速が弱まり、また、Table 20 によると、林内であっても高位部から低位部に移行するにつれて風速が弱まることがよくわかる。

4) カラマツ先枯病の被害程度とカラマツの成長

林分調査を実施したプロット 1~8 (Fig. 21 参照) から激害木と微害木を選定し、樹幹解析によって成長比較をおこなった。その結果は Fig. 34~35 のとおりである。Fig. 34 によると、樹高成長では激害木と微害木との差異が大きく、しかも、その差異は低位部から高位部に移行するにつれて大きくなっている。大体、高位部では 10 年頃から激害木の樹高成長は停滞しているが、その他では、15~20 年頃から被害の影響を受けている。直径成長には樹高成長のような傾向は認められない。

東北地方におけるカラマツ先枯病は、海岸沿い、高原、山麓地域のような、風の影響をうけやすいところに多発しやすい傾向があり、また、局所地形からみると、沢沿いよりも峯筋に多くあらわれている²⁰⁾。また、高温期の風の影響が誘発要因として重要視されているが²¹⁾³⁴⁾³⁵⁾、この地域の感染期の主風が S, SSW の方位からのものが多く、峯筋ではその影響をうけやすい位置にある。

この地区におけるカラマツ林の被害も、このような要因によって誘発されたものと考えられ、前述のように、その影響は樹高成長に明らかに認められる。樹高成長におよぼす被害程度は高位部ほど、また、林縁部ほど大きくあらわれているが、これにたいしては、風調査 (Table 19, 20) が示すように、風の影響

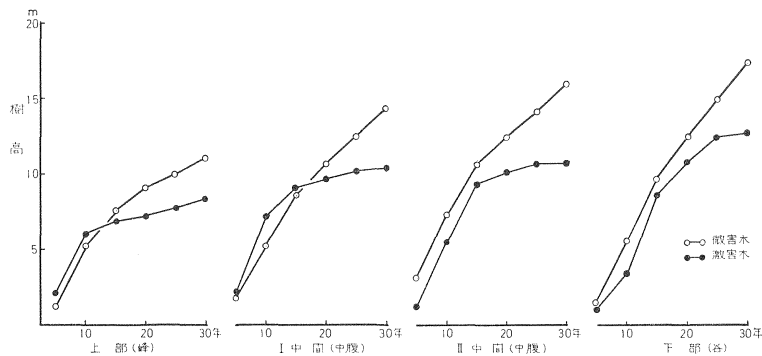


Fig. 34 罹病したカラマツの樹高成長経過
Comparison of height growth of damaged *Larix*.

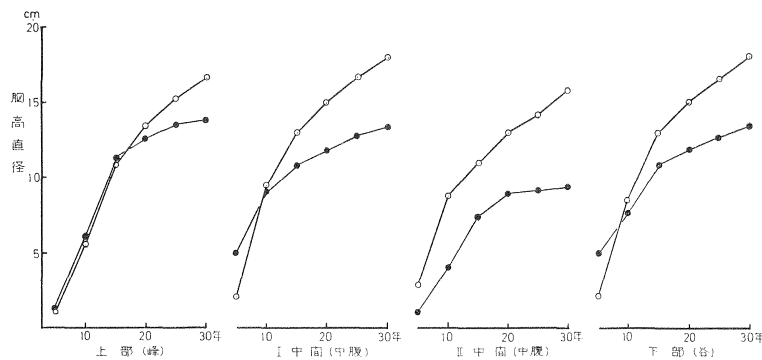


Fig. 35 罹病したカラマツの胸高直径成長経過 (凡例前に同じ)
Comparison of breast height diameter of damaged *Larix*.

響について、とくに、考慮する必要がある。

Fig. 26 を見ればわかるように、カラマツ林内に混交している天然生アカマツの樹高成長は、高位部から低位部にかけて良好となり、その傾向はカラマツと似ている。したがって、カラマツ先枯病はカラマツの樹高成長を阻害する直接的な要因ではあるが、基本的には風衝程度が林木の樹高成長を大きく支配していることがわかる。

IV-3 小国営林署管内明沢地区のカラマツ林

1. 調査地区の概況

調査地は山形県小国営林署管内 55 林班な小班内にあり、米坂線明沢北側に位置し、朝日岳 (1,814 m)、柴倉山 (1,263 m) をつらねる主峰南端の天神堂山 (972 m) 山麓の平坦峯部を占めている。この地区の地質は、新第三系中新世の金山層 (礫岩、砂岩、凝灰岩) に属し、中新世安山岩類が脈状に介在している。土壌は、おおむね、これらの基岩風化物を母材とし、風化が進み、きわめて重粘、埴質である。

調査区付近の、小国の気象観測によると、年平均気温 12.1°C、年降水量 2,547 mm、最深積雪 210 cm (2 月) であり、気温、降水量の年配布をみると、冬季に積雪の多い、典型的な日本海型の気候に属している。

2. 土壌、植生調査

1) 土壌層断面の形態および植生

各調査地における層断面形態について記載すればつぎのようになる。

断面 No. 1 B_d~B_d(d) 型土壌 (匍行)

55 林班な小班、平坦峯部緩斜、海拔高 420 m。

F : 2 cm, カラマツ・ミズナラ腐葉。

A₁ : 0~5 cm, 黒褐色 (7.5YR3/2), 埴壤土, 粗, 乾, 粒状・団粒状構造がよく発達し, 堆積状態は A₂ 層と明らかにちがう。

A₂ : 5~20 cm, 黒褐色 (7.5YR2.5/2), 埴壤土, 堅, 乾, 局部的に堅果状構造あり, 腐植により市松模様をなす。

B₁ : 20~39 cm, 明褐色 (7.5YR5/6), 埴壤土, 堅, 潤, 比較的重粘, 安山岩, 頁岩の半角礫混入。

B₂ : 39~66 cm, 褐色 (10YR4.5/6), 埴壤土, 堅, 潤, 重粘, 安山岩・頁岩の半角礫混入。

C : >66 cm, 灰褐色 (10YR5.5/4), 埴壤土, 頁岩風化層, 鉄の縞状沈澱およびマンガン結核あり。

断面 No. 2 B_a 型土壌 (残積)

55 林班な小班, 平坦峯部, 海拔高 460 m。

F : 2 cm, カラマツ腐葉。

A(B) : 0~1 cm, 灰褐色 (7.5YR5/4), 埴壤土, 粗, 粒状, 一部粉状構造, 菌糸臭が強く, 乾燥のため白色をおびる。

B₁ : 10~25 cm, 明褐色 (7.5YR5/7), 埴壤土, 軟一堅, 堅果状構造, 局部的に粉状, 腐植により淡い市松模様をなす。

B₂ : 25~38 cm, 明褐色 (7.5YR5/8), 埴土, 堅, 潤, 重粘。

B₃C : 38~58 cm, 明褐色 (7.5YR5/6), 埴土, 堅, 潤, 重粘, 安山岩半角礫混入。

C : >58 cm, 明褐色 (7.5YR5/6), 埴土, 堅, 安山岩半角礫土。

上記調査地の植生は Appendix-Table 1 のとおりであり, 低木階にヤマモミジ, リョウブ, ミズナラなどが多く, おおむね, 適潤性ないし弱乾性のものからなる。さらに, この地区で, 4 点のポイントサンプリングをおこなったが, 各調査地の土壌および植生の概要は Appendix-Table 2 のとおりである。また, 代表土壌のカラマツ林相および積雪による根元曲がりの状態を示したのが Photo. 16~18 写真である。

2) 土壌の諸性質

プロット サンプリングを実施した箇所から採取した土壌の理化学性, 機械的組成および化学性は Appendix-Table 3, 4, 5 に示すとおりである。理化学性を見ると, 堆積状態はきわめて密で, 水分含量は比較的少ない。表層の粗孔隙量が多く, 透水性は良好である。土性は重埴土で, 粘土含量がきわめて多い。このような性質は野外的特徴をよく裏づけている。また, 化学性を見ると, pH (H₂O) は 4.5~5.5 の酸性土壌で, 置換酸度 (γ_1) は下層にかけて増大し, No. 2 の C 層では置換酸度 (γ_1) と加水酸度 (γ_2) とは近似している。表層の置換性塩基含量は落葉分解の影響を受け, いくぶん多くなっているが, 下層は塩基類に欠乏している。このようなことから, 塩基未飽和の酸性母材であることがわかる。

3. 土壌条件と成長状態

この地区の 45 年生カラマツ林の平均樹高を土壌別にプロットしたのが Fig. 36 である。土壌は乾性ないし弱乾性土壌であり, カラマツの成長は乾性土壌よりも弱乾性土壌において良好な生育を示している。この地域は東北地方の豪雪地帯であるが, 調査したカラマツ林には雪害はほとんど認められない。カラマツ林周辺のスギ造林地には, 雪害によって根元から大きく弯曲し, 折損その他によって潰滅状態を呈し, ブナ天然林に推移しているものが多い。

4. 調査林分の現況および現存量

調査林分は大正 8 年頃の植栽にかかる, 林齢 45 年の単純一斉林であり, 下層に広葉樹を混交し, 部分的にはカラマツ上層林冠に混入しているものもある。広葉樹の樹齢は, 大きいものはカラマツと同齢であり, カラマツ植栽時に侵入したものとみられる。

林分の現存量は Appendix-Table 6, 7 のとおりである。

1) 立木本数, 胸高直径および樹高の現況

調査地における立木本数は 567~1,288 本/ha の範囲にあり, 四大学調査班²⁵⁾によるカラマツ林分管理曲線と対比した場合, ポイント 1 の, 平均樹高 23 m, 立木本数 567 本の林分が, 最多密度曲線の 65% の密度をもつ中庸林分に相当しているほかは, いずれも 85% の密度をもつ密立林分ないしはそれを上回る林分となっている。また, 蜂屋ら⁷⁾ の密度管理図と対比した場合でも, ほとんどが収量密度比

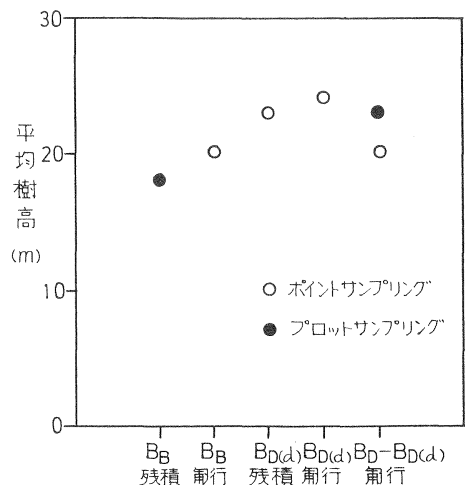


Fig. 36 土壌別カラマツ林平均樹高
Relationship between mean
height of stand of *Larix*
leptolepis and soils.

数で 0.8 前後か、それ以上のところに位置し、かなり密な林分であることがわかる。

地形との関連でみると、平均樹高 18~20 m の峯部のものは本数が多く、23~24 m の平均樹高をもつ中腹では本数が少ない傾向がある。平均直径は峯部では 17 cm でもっとも小さく、中腹から下部にかけて増加し、また、プロット 1、ポイント 1・4 のように、樹高が似ている林分では、本数密度に影響されている。

2) 蓄積および胸高断面積合計の現況

Appendix-Table 6, 7 を見てもわかるように、同一林齢ではあるが、プロット調査では 230~420 m³/ha、ポイント調査では 420~480 m³/ha の幅がある。

ポイント調査の方が高い値を示しているのは、プロット 1 に似た土壌条件のところが多かったためである。胸高断面積合計でも、大体、蓄積と同じような傾向を示し、最上部の峯で 28 m³、それ以外では 39~48 m³ となっている。

これらの数値を、岩手地方カラマツ林分収穫表と比較すると、プロット 1 では、樹高は 1 等地に該当し、本数は 1 等地を 200 本も上回り、胸高直径は 1・2 等地の中間を占めているが、蓄積は 1 等地を 60 m³ も上回る結果を示している。また、プロット 2 では、樹高は 3 等地であり、本数はそれを 250 本ほど上回り、胸高直径はそれよりもかなり下回り、結局、蓄積も 15 m³ ほど少なくなっている。

これらの林分の過去の取扱いが不明であるため、具体的に比較することは困難であるが、ポイント調査などからみても、この地区のカラマツの成長は、豪雪地帯にもかかわらず、最上部の峯部以外は、大体、岩手地方カラマツ林分収穫表の地位 2 等地以上に該当しているとみることができる。

3) 混交広葉樹の生育状態

太平洋側の姫神、種山地区のカラマツ人工林には広葉樹の混交が少なく、カラマツ人工林の成林上問題となることは、ほとんどないが、日本海側では広葉樹の混交が多く、場合によっては、カラマツの成長を阻害することもある。

調査地区では、広葉樹がカラマツとともに上層林冠を構成している例はほとんどないが、プロット 1 では、胸高直径 6 cm 以上のものが、本数で 573 本/ha、蓄積で 36 m³/ha であり、カラマツ蓄積の約 10% を占めている、プロット 2 では、さらに広葉樹の混交が多くなり、6 cm 以上のものが本数で 894 本/ha、蓄積で 65 m³/ha であり、カラマツ蓄積の 30% 近い値となっている。なお、直径 5 cm 未満、樹高 4 m 以上の広葉樹が、プロット 1 で 573 本/ha、プロット 2 で 335 本/ha となっている。

胸高直径 6 cm 以上の広葉樹にはミズナラが多く、その他イタヤカエデ、トチノキ、アオダモ、クリ、コナラ、コシアブラなどがあり、胸高直径 5 cm 未満のものには、ヤマモミジ、コナラが多く、その他コシアブラ、ホホノキ、イタヤカエデ、ヤマウルシなどとなっている。

このように、太平洋側の姫神・種山地区に比較して、日本海側の小国地区で広葉樹の混交が多いのは、地域の特徴というよりも、前者が原野造林であり、後者がブナ、その他広葉樹林の伐採跡地の造林であることが大きく関係していることであろう。ただし、豪雪地帯では、造林初期の雪害が広葉樹の侵入をまねく結果となることについては、十分、考慮する必要がある。

4) 幹・枝・葉の重量

幹の重量は、Appendix-Table 6 のとおり、プロット 1 で 196 ton/ha、プロット 2 で 115 ton/ha である。これを単位蓄積 m³ あたりの重量でみると、それぞれ、465 kg、500 kg となり、姫神・種山地区の

356~417 kg に比較して、かなり重いことがわかる。

枝の重量はプロット1では 23.3 ton/ha、プロット2では 7.6 ton/ha であり、前者は、これまでの調査地に比較してかなり大きい値であり、後者は姫神地区の風衝地のカラマツ林に近い値である。

葉の重量はプロット1では 3.6 ton/ha、プロット2では 2.3 ton/ha であり、前者は種山地区の葉量の多い林分に近く、後者は姫神地区の葉量の多い林分に近い。

5. 成長および生産量

1) 標本木の樹高成長

プロット調査で伐倒した、各プロット7本ずつの標本木の樹高成長を示したのが Fig. 37 である。これらの成長経路をみると、15~20 年頃に、いくぶん、成長の停滞が認められるが、20 年から 35 年にかけて成長が上昇し、その後、漸減している。このような傾向は、岩手地方カラマツ林林分収穫表の主林木の平均樹高直線と異なるところである。姫神・種山地区のものがこの収穫表と似た成長経路を示していたところから、小国地区の、この傾向は、日本海側の、多雪多雨地域の特徴であるかもしれない。

2) 単木の成長

各個体ごとに、胸高断面積と最近1カ年の幹の重量・材積の成長を示したのが Fig. 38 である。これまでの姫神・種山地区では、この関係はバラツキが大きく、直線関係が良くなかったが、小国地区ではプロット間の平均樹高に 6 m の地位差があるにもかかわらず、全体的には一つの直線で示すことができる。それで、林分としての推定が可能であると考えられるので次式で示しておく。

$$\log \Delta W_{s1} = 1.87607 \log G - 4.13190 \quad \dots\dots\dots (27)$$

$$\log \Delta V_{s1} = 1.94878 \log G - 7.00132 \quad \dots\dots\dots (28)$$

個々の林木の葉量と1年間の幹の重量成長との関係をみると、おおむね、両プロットをとおして、一つの関係としてあらわしてもよいようである。姫神・種山地区では地位によって、この関係はわかれたが、

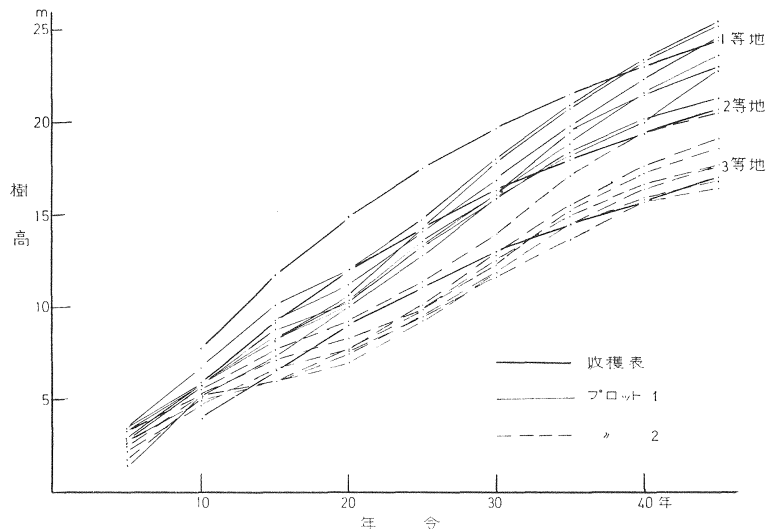


Fig. 37 標本木の樹高成長

Height growth of sample trees.

(岩手地方カラマツ林分収穫表による)

(Site class by the yield table at Iwate district)

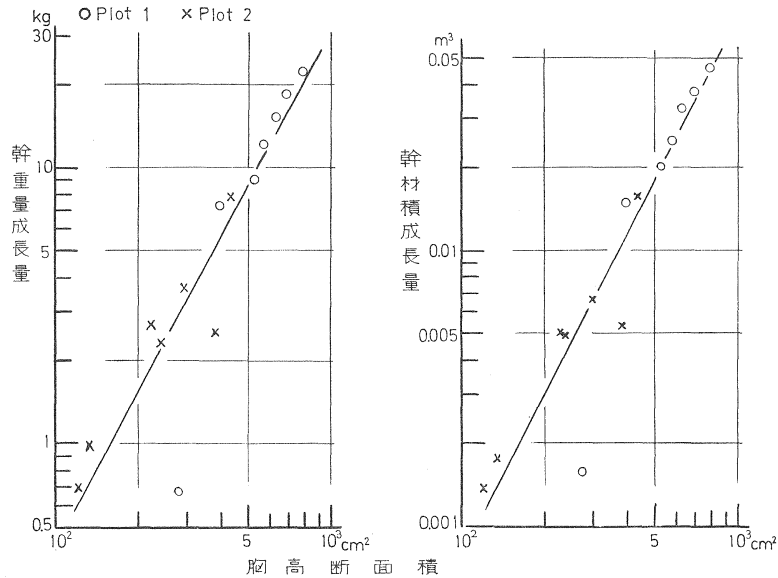


Fig. 38 胸高断面積に対する幹成長量
Volume and weight of stem in relation to basal area.

この地区では、その傾向は明かではない。2プロットだけの調査ではあるが、次式であらわしておく。

$$\log \Delta W_{s1} = 1.04859 \log W_L + 0.23752 \quad \dots\dots\dots(29)$$

単位葉量あたりの幹の重量・材積成長の関係をみるとプロット1では、1 kg 葉が生産する幹量は 1.146 ~ 5.447 kg, プロット2では 0.557 ~ 2.189 kg のようになり、かなり大きい幅がある。

3) 林分の成長

最近 10 カ年の林分の成長を前期 5 年、後期 5 年に区分して、それぞれ、5 年間の成長量を比較すると、両プロットとも前期の成長がよく、最近の成長は減退している。最近 5 カ年間の幹の年平均成長量は、プロット1では材積成長 14.0 m³, 重量成長 6.5 ton であり、プロット2では、それぞれ、6.0 m³, 3.1 ton である。両者の大きい差異は、平均樹高をみてもわかるように、地位に支配されているものと考えらる。

林分の葉量と幹の成長量との関係をみると、葉量 1 ton あたりの最近 1 年間の幹成長量は、プロット1では重量で 2.40 ton, 材積で 5.14 m³, プロット2では 1.38 ton, 2.77 m³ となっている。これを林齢の似ている姫神地区に比較すると、姫神地区では 1.2 ~ 2.4 ton となっているから、プロット1, 2とも、地位に応じて、それぞれ対応していることがわかる。

6. 相 対 成 長

林木各部分間の相対成長関係について主として胸高断面積をもとにして述べるが、2プロットの標本木の測定結果は Appendix-Table 8 のとおりである。

1) 胸高直径と樹高

胸高直径と樹高との関係は Fig. 39 のとおりであり、比較的バラツキが少なく、プロットごとには、かなりよい直線性を示している。ここでは、一応、上位林分と下位林分にわけて、次式で示しておく。

$$\text{上位林分} \quad \log H = 0.27555 \log D + 0.99315 \quad \dots\dots\dots(30)$$

$$\text{下位林分} \quad \log H = 0.27093 \log D + 0.93420 \quad \dots\dots\dots(31)$$

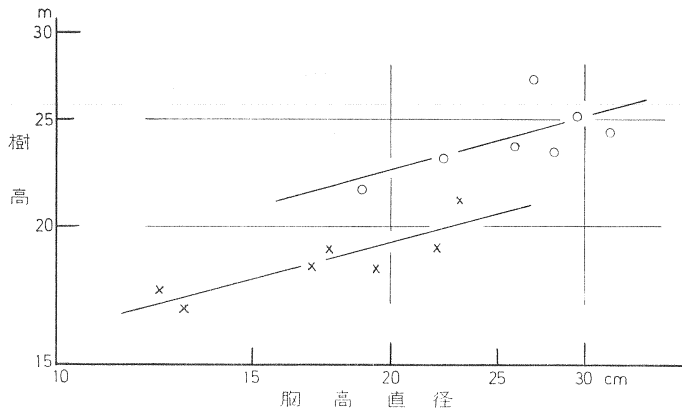


Fig. 39 胸高直径に対する
樹高の関係
Height in relation to
breast height diameter.

この関係は、同一胸高直径にたいする樹高は上位林分の方が高くなり、また、係数が似ているところからは、両林分の樹高は胸高直径の増大にともなう、ほとんど同じように変化することを示している。さらに、係数が0.27のように小さいことから、樹高は胸高直径の大きさによって、あまり大きい差異がなく、比較的そろっていることがわかる。

2) 胸高断面積と地上部各部との関係

胸高断面積と幹の重量・材積および地上部重との関係は Fig. 40 のとおりである。姫神地区の場合には上位、中位、下位のように、林分によって分離する傾向があったが、ここでは地位差や密度差が極端でないためか、分離の傾向は明らかではない。それで、この地区の一般的林分の関係として次式で示しておく。

$$\log W_s = 1.21685 \log G - 0.91132 \quad \dots\dots\dots (32)$$

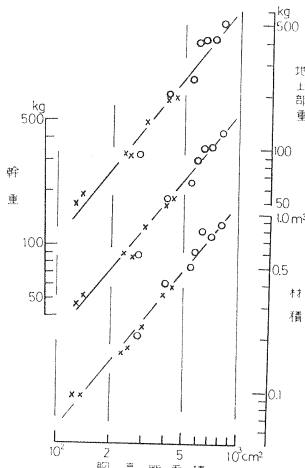


Fig. 40 胸高断面積に対する
幹・地上部の関係
Volume and weight of stem
and total weight of above
ground in relation to basal
area.

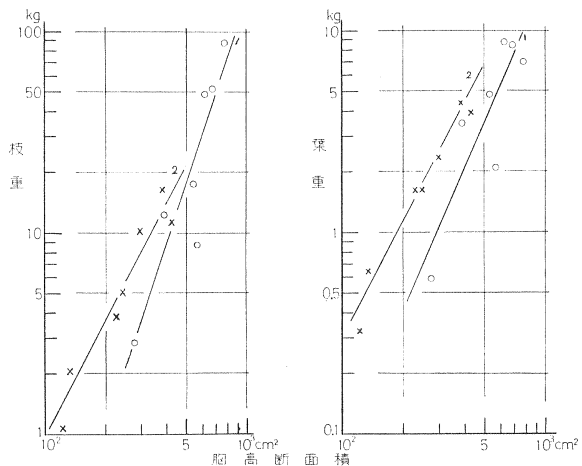


Fig. 41 胸高断面積に対する枝・
葉重の関係
Branches and leaves weight in
relation to basal area.

$$\log V_s = 1.29049 \log G - 3.78364 \quad \dots\dots\dots(33)$$

$$\log W_t = 1.28013 \log G - 1.03320 \quad \dots\dots\dots(34)$$

胸高断面積と枝・葉の量との関係は Fig. 41 のとおりである。姫神・種山地区と同様に、林分によって分離する傾向を示している。枝、葉とも、プロット 2 に比較してプロット 1 の方がバラツキが大きい。これらの関係は次式で示される。

$$\text{葉量 プロット 1 } \log W_L = 2.33853 \log G - 5.78056 \quad \dots\dots\dots(35)$$

$$\text{プロット 2 } \log W_L = 1.94582 \log G - 4.42064 \quad \dots\dots\dots(36)$$

$$\text{枝量 プロット 1 } \log W_B = 3.04684 \log G - 6.99164 \quad \dots\dots\dots(37)$$

$$\text{プロット 2 } \log W_B = 1.95038 \log G - 3.93027 \quad \dots\dots\dots(38)$$

これによると、胸高断面積にたいする枝・葉の量はプロット 2 の方が多くなっている。たとえば、胸高断面積 300 cm² (直径で 20 cm) の場合、プロット 1 の葉量 1 kg にたいして、プロット 2 では 2.5 kg、また、枝量では 4 kg にたいして 8 kg となっている。しかし、この関係は胸高断面積の大きさによって変化し、胸高断面積が大きくなるにつれて、その差は小さくなっている。

Table 21. 胸高直径 (D) を変数とした部分量
Partial weight and volume to a variable
of D (Diameter breast height)

胸高直径 D (cm)	幹重量 W _s (kg)	幹材積 V _s (m ³)	地上部全重 W _t (kg)
11	31, 215	0.059	31, 517
12	38, 634	0.073	39, 355
13	47, 107	0.090	48, 485
14	56, 307	0.109	58, 494
15	66, 699	0.131	69, 902
16	77, 863	0.154	82, 262
17	90, 286	0.181	96, 121
18	103, 514	0.209	110, 994
19	118, 577	0.241	128, 047
20	133, 989	0.275	145, 613
21	150, 786	0.311	164, 873
22	169, 001	0.351	185, 887
23	188, 127	0.393	208, 084
24	208, 732	0.439	232, 124
25	230, 845	0.489	258, 065
26	253, 928	0.540	285, 279
27	278, 567	0.597	314, 478
28	304, 215	0.655	345, 009
29	331, 467	0.717	377, 590
30	359, 751	0.783	411, 557
31	389, 682	0.852	447, 661
32	420, 678	0.924	485, 188
33	453, 367	1, 164	524, 928
34	487, 787	1, 000	566, 944
35	523, 311	1, 081	610, 464

Table 22. 断面積比推定と相対成長関係による林分推定値の比較
Comparison between the presumed
values of stand based upon the area
method and those based upon the
allometric relation

部 分 Partial	方 法 Method	プ ロ ッ ト Plot No.	
		1	2
W _B (Branch)	A	23.4	7.6
	B	21.9	7.0
	B/A %	94	92
W _L (Leaf)	A	3.6	2.3
	B	3.5	2.2
	B/A %	97	96
W _s (Stem)	A	196	115
	B	191	114
	B/A %	97	99
W _t (Tree above ground)	A	223	125
	B	216	123
	B/A %	97	98

(注) A : 胸高断面積比推定

Note : Presumed value is based upon the basal area.

B : 単木ごとの相対成長関係による推定

Presumed value is based upon the allometric relation of individual trees.

3) 胸高断面積と地上部各部分の重量比

各個体の実測値から地上部全重に占める幹・枝・葉の重量の百分率を胸高断面積との関係でみると、幹では82～97%であり、胸高断面積が大きくなるにつれて、その割合は小さくなっている。葉では胸高断面積とは関係がなく、2%程度の値を示し、枝では胸高断面積が大きくなるにつれて、その割合を増している。たとえば、胸高直径20cmでは幹重93%、枝重5%、葉重2%であり、30cmでは幹重86%、枝重12%、葉重2%となっている。この関係は、林齢の似ている姫神地区のものに、大体、似ている。

4) 林分値の推定

これまで述べてきた胸高断面積と幹・地上部重との相対成長関係から、胸高直径にたいする幹・地上部重について示せばTable 21のようになる。これらにもとづいて林分の現存量を推定し、胸高断面積比推定による林分値と比較して示したのがTable 22である。

Table 22によると、2つの林分値に大きい差異はなく、枝・葉の量では10%程度の差異はあるが、幹・地上部全重では、おおよそ、3%以内にとどまっている。

V 総合考察（調査地区別比較）

V-1 調査地区の環境特性

東北地方のカラマツ人工林は、おおむね、太平洋側に分布し、とくに、調査の対象とした、比較的、面積的なまとまりをもったカラマツ壮齢人工林は、日本海側にはきわめて少ない。それで、昭和35～39年の5カ年間の調査期間では、太平洋側の姫神および種山地区、日本海側の明沢地区の3地区を調査するに

Table 23. 各調査地の環境概要
Outline of environmental factors in areas surveyed

調査地区 Areas surveyed	位 置 Situation	地質・母材 Geology parent material	地 形 Topography	土 壤 Soils	平 均 気 候 Mean annual climate			
					観測地 Location	平均気温 Temp. (°C)	降水量 Preci. (mm)	最深積雪 Accumu. of snow (cm)
姫 神 Himekami	岩手県盛岡 営林署管内 北上山地西 縁	花崗岩 火山灰	老年期, 平 坦～緩斜, 峯～斜面, 海拔高 740～900m	弱乾性～弱 湿性, 黒色 土, 弱酸性 塩基に富む 壤土, 堆積 密	盛 岡 Morioka	10.9	1,202	41
種 山 Taneyama	岩手県遠野 営林署管内 北上山地脊 稜部	古生層, 古 生層風化物 および火山 灰	老年期準平 原, 平坦～ 緩斜, 峯部 海拔高 690～750m	適潤性～弱 乾性, 黒色 土, 弱酸性 塩基に乏し 堆土, 堆積 密, 赤色風 化の影響あ り	遠 野 Tōno	10.8	1,156	26
明 沢 Myōzawa	山形県小国 営林署管内 月山・朝日 山塊・山麓	第3紀層, 凝灰岩・砂 岩風化物	早壮年期, 平坦～緩斜 峯部 海拔高 420～460m	乾性～適潤 性褐色森林 土, 強酸性 塩基に乏し 堆土, 重粘 堆積密	小 国 Oguni	12.1	2,547	210

とどまった。Table 23 は各調査地区の環境概要を示したものである。

東北地方の環境については、立地的立場から山谷⁸⁸⁾によって区分されたが、Table 23 の環境特性からは、姫神、種山地区のものは、北上、阿武隈山地および奥羽山地東側山麓の火山灰由来の黒色土地域に、また、明沢地区のものは、積雪地帯の、第三紀層からなる山地、丘陵地に類似した環境条件を具備しているものとみて差しつかえない。したがって、太平洋側では、大体、この調査資料によって、カラマツ林の生育状況を推知することはできるが、日本海側では上部山地の資料に不足している。

V-2 カラマツの成長と土壌条件

1. 調査地区別土壌の比較

各調査地区の土壌については前述のとおりであるが、ここでは、カラマツの成長に関係すると考えられる、おもな土壌の性質について、地区別に比較してみたい。

Fig. 42~45 は、3 地区における各土壌の置換酸度 (y_1)、置換性石灰、容積重、透水性について示したものである。これを見ると、置換酸度 (y_1) は姫神地区ではきわめて小さく、種山地区ではそれに近づき、明沢地区ではきわめて大きい。とくに、明沢地区では B 層の置換酸度 (y_1) がきわめて大きく、風化の進んだ塩基末飽和の母材からなることがわかる。置換性石灰は置換酸度 (y_1) と、まったく反対の傾向を示している。

容積重は、姫神地区と種山地区ではおおむね似ているが、明沢地区では、前 2 者よりかなり大きい値となっている。透水性は地区別の特徴をはっきり示していない。

つぎに、各地区の土壌について、容積重と透水性の相関を示したのが Fig. 46 である。これを見ると、姫神地区では A 層の方が容積重が大きく、表層ツマリ型の形態を呈しているが、明沢地区では B 層の方が容積重が大きく、下層ツマリ型の形態を呈している。ツマリ型の部位は、それに対応して透水性低下の傾向はみられるが、姫神地区では透水性が良好な場合が多い。種山地区では、おおむね、姫神地区に類似しているが、下層ツマリ型の形態を呈するものもあり、両地区の中間的位置を占めている。

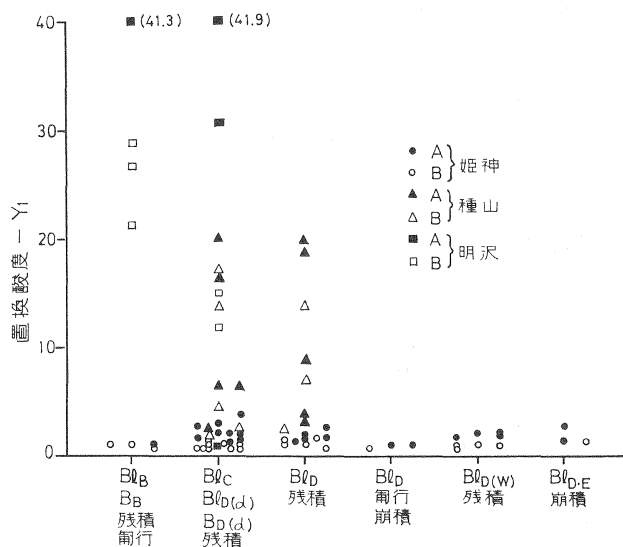


Fig. 42 地域別、土壌別、置換酸度 (y_1) の比較
Comparison of exchange acidities (y_1) in each soil of areas surveyed.

Fig. 43 地域別，土壤別，置換性
石灰含量の比較

Comparison of exchangeable calcium contents in each soil of areas surveyed.

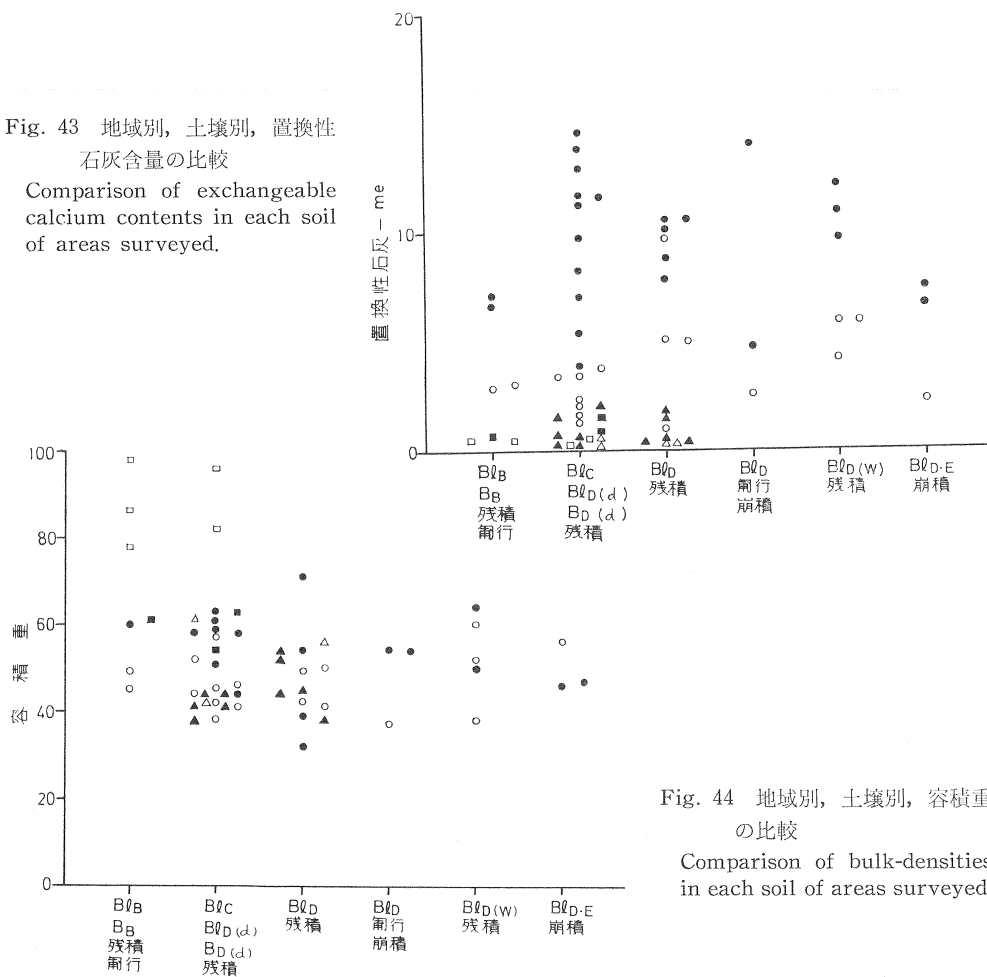
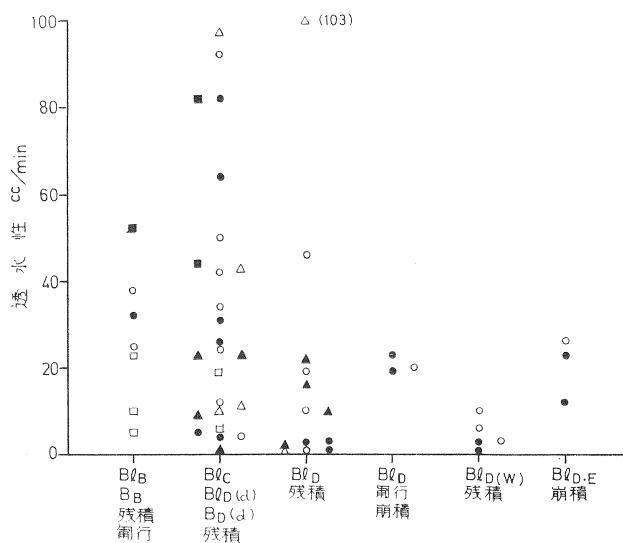


Fig. 44 地域別，土壤別，容積重
の比較

Comparison of bulk-densities
in each soil of areas surveyed.

Fig. 45 地域別，土壤別，透水性
の比較

Comparison of permeabilities
in each soil of areas surveyed.



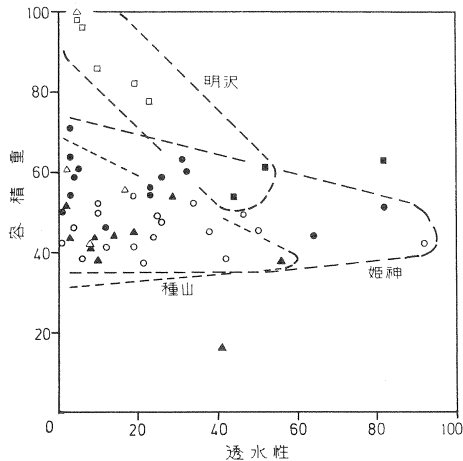


Fig. 46 各地区における容積重と透水性の相関比較

Correlations between bulk-density and permeability in each soil of areas surveyed.

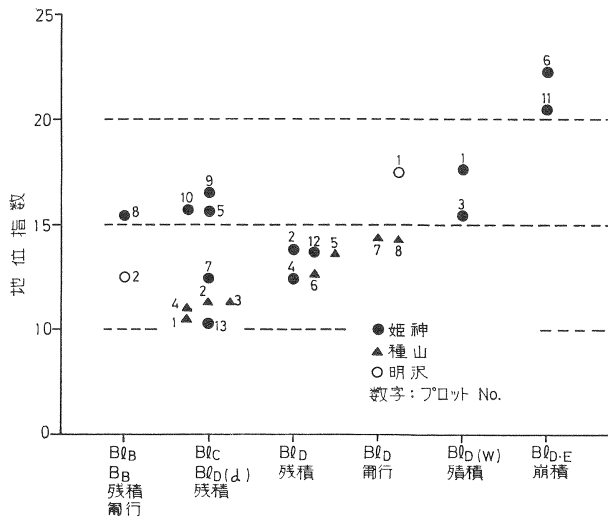


Fig. 47 地域別、土壌別、カラマツ平均木 30 年生樹高比較
Comparison of 30 years height in mean tree of *Larix* of each soil of areas surveyed.

下段には残積土が、主として配列されている。このようなことから、化学性がよいほど、また、理化学性がよいほど、カラマツの成長に好影響を与えているとみることができる。

つぎに、地域別に、土壌条件とカラマツ成長との関係についてみよう。

前述のように、姫神地区の土壌は表層ツマリ型の黒色土で、化学性は良好であり、理化学性もそれほどわるくはない。明沢地区のものは下層ツマリ型の褐色森林土で、化学性は不良である。種山地区のものは前2者の中間的性質をもつ黒色土で、堆積状態は姫神地区に、化学性は明沢地区に似ている。Fig. 47 を見ればわかるように、同一土壌におけるカラマツの成長は、姫神地区のものがもっともよく、種山地区のもの

2. カラマツの成長と土壌条件

姫神、種山、明沢地区におけるカラマツ林分平均木の、30年の樹高を土壌別にプロットしたのが Fig. 47 である。この図は、姫神地区の13プロット、種山地区の8プロット、明沢地区の2プロットの資料によったものである。

これを見ると、全体的に、弱乾性土壌から弱湿性土壌にかけてカラマツの成長は良好となり、水分状態によって類別した土壌と対応しているが、乾性側の土壌でも、カラマツの成長はその割に低下していない特徴がある。一般に、堆積状態では残積<崩行<崩積の順に成長がよく、とくに、適潤性ないし弱湿性の水分条件のところでも、残積的で、堆積状態が密である場合には成長に悪影響をおよぼしているようである。

カラマツの成長が、個々の土壌性質とどのような関係を示すかについてみたのが Fig. 48, 49 である。これらを見ると、バラツキが大きく、一定の傾向は認めがたいが、置換性石灰含量および透水性とカラマツ成長との間には、わずかながら関係が認められるようである。ただし、透水性の場合には上、下2段に分離し、上段には崩行、崩積土が、

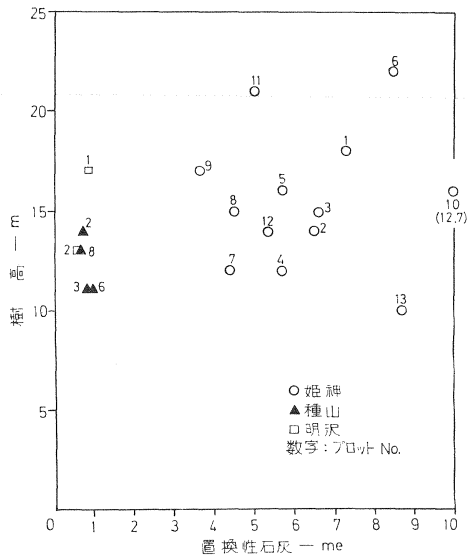


Fig. 48 カラマツ平均木樹高（30年）と置換性石灰含量（30 cm 平均値）との関係
Relationship between 30 years height of mean tree of *Larix leptolepis* and exchangeable calcium contents in each soil of areas surveyed.

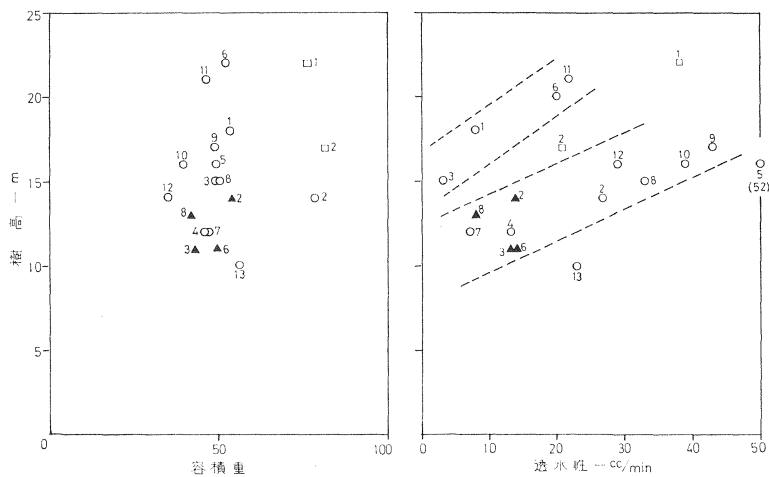


Fig. 49 カラマツ平均木樹高（30年）と容積重，透水性（50 cm 平均値）との関係
Relationship among 30 years height of mean tree of *Larix leptolepis* and bulk-density, permeability in each soil of areas surveyed.
(凡例, Fig. 29 に同じ)

のは、それよりも劣っている。明沢地区のものは、資料不足のため、比較をすにのが無理であるが、種山地区のものよりは良いようである。

カラマツ人工林の成長は、これまで、土壌の化学性よりも、むしろ、理化学性に支配されるといわれている¹⁰⁾²³⁾。もちろん、排水が良好で、肥沃なところではもっとも適当と思われるが、比較的、乾燥したところでも、膨軟であれば、スギなどと異なり、カラマツの成長はそれほど不良ではない。

姫神地区のカラマツが良好な成長を示しているのにたいしては、表層ツマリ型の形態を呈しているが、土壌の化学性が良好であることが関係し種山地区で成長がおとるのは、土壌の理、化学性がわるく、さら

に、風衝に由来する先枯病の影響をうけているためであろう。それにしても、明沢地区のカラマツが、豪雪地帯にもかかわらず、予想以上の成長を示しているのは興味あることである。この土壤は尾根筋の弱乾性土壤で、化学性は不良であるが、表層の理化学性は比較的良好である。樹種の特性と積雪条件などからみて、このような立地条件のところでは、豪雪地帯といえども、比較的成長阻害要因が少ないのではなかろうかと推察される。

V-3 カラマツ林分成長の地区別比較

岩手地方カラマツ林分収穫表を使用し、各地区における各プロットの ha 当たり本数、平均胸高直

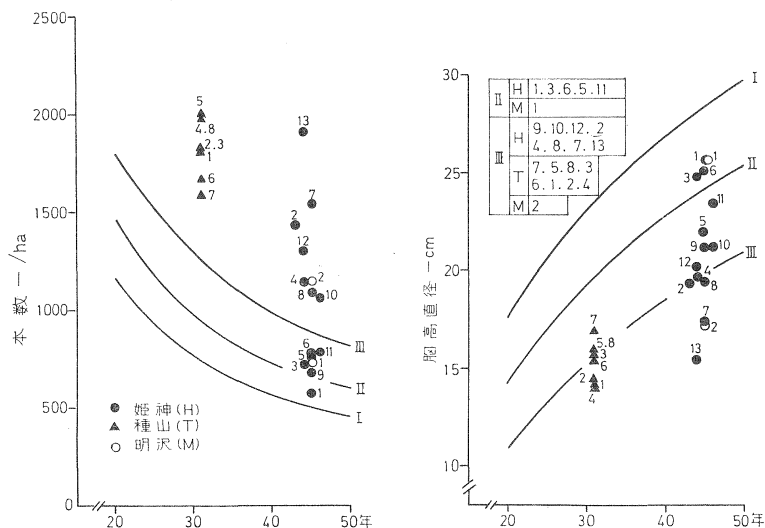


Fig. 50 カラマツ林分成長の地区別比較 (1), 本数および胸高直径
Comparison of growth of *Larix* forest in each area surveyed (1),
Stem number and breast height diameter.

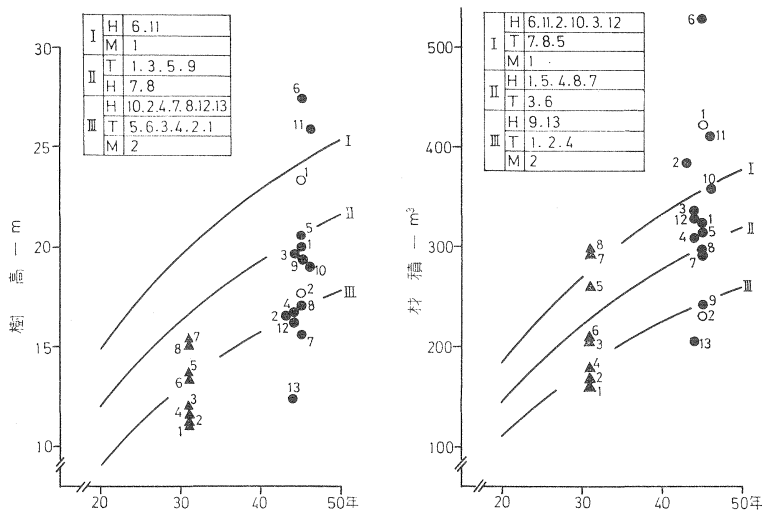


Fig. 51 カラマツ林分成長の地区別比較 (2), 樹高および材積
Comparison of growth of *Larix* forest in each area surveyed (2),
Height and volume.

径、平均樹高、ha 当たり材積を、それぞれ、収穫表の地位と対比させたのが Fig. 50, 51 である。これらを見ると、種山地区では、樹高は3等地を中心に分布しているが、ha 当たり本数は3等地をいちじるしく凌駕し、したがって、胸高直径も3等地に該当しているが、林分材積は本数の影響で1等地から3等地にわたっている。

姫神地区では、樹高は1等地から3等地にかけて分布し、ha 当たり本数も同様であるが、大部分のものは3等地をはるかに凌駕し、胸高直径は3等地を中心として分布しているものが多い。しかし、林分材積は本数の影響で3等地に該当するものが少なく、主として1等地から2等地に分布しており、なかには1等地を140 m³も上回っているものもある。明沢地区では、大体、姫神地区と似た分布を示している。

このように、調査林分は樹高からみた地位に比較して、ha 当たり本数はきわめて多く、それに支配されて、材質的にはかなり優位な林分を形成している。カラマツは極陽樹の特徴があるが、30年で1,500~2,000本/ha、45年で1,000~1,500本/haの本数密度でも自然枯損はほとんど見あたらない。生産目標によっては、かなり高密度の林分仕立てが可能であり、また、そのことが枝の枯れ上りを早め、伐期とも関係するが、狂いの少ない、良質材を生産することに関連するものとみている。

つぎに、各地区におけるカラマツ林の幹材生産効率を、葉量 (W_L) と単位葉量あたりの幹生産量 ($\Delta W_s/W_L$) とによって示したのが、Fig. 52 である。これを見ると、姫神地区のものは種山地区のものよりも、明らかに乾物生産効率が高く、明沢地区では、ほぼ、両者の中間に位置している。葉量と乾物生産効率との間には、明沢地区において、わずかに傾向がうかがわれるようであるが、姫神、種山地区では一定の傾向は認められない。

また、乾物生産効率を土壌別に比較したのが Fig. 53 であり、水分環境によって類別した土壌とは一定の傾向は認めにくい、残積土よりは匍行、崩積土の方が明らかに幹材生産効率が高くなっている。

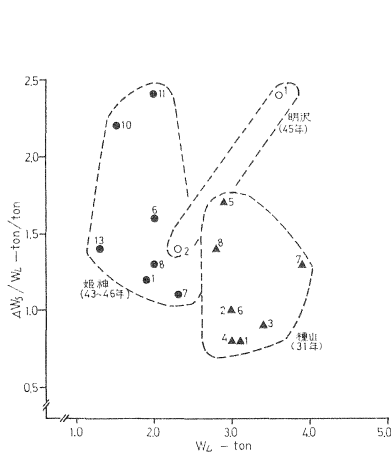


Fig. 52 カラマツ林分の葉量 (W_L) と単位葉量あたり幹年生産量 ($\Delta W_s/W_L$) の地区別比較

Relationship between leaf amount (W_L) and annual weight increment of stem (ΔW_s) per 1 ton weight of leaves (W_L) in *Larix* forest of each area surveyed.

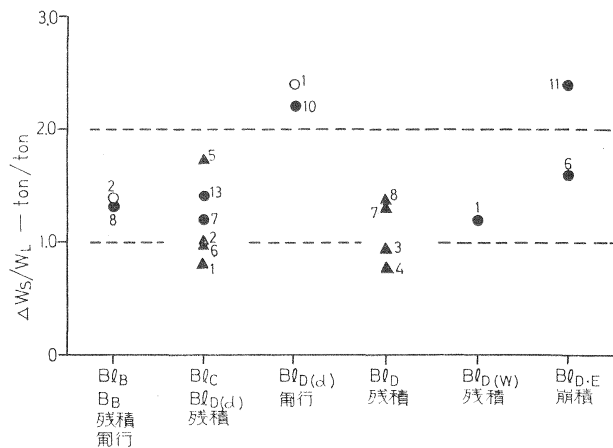


Fig. 53 土壌別、単位葉量あたり年幹材成長量 Comparison of annual weight increment of stem (ΔW_s) per 1 ton weight of leaves (W_L) in *Larix* forests of each areas surveyed.

IV 要約および結論

1. 本調査は、カラマツが東北地方、とくに太平洋側地域の主要造林樹種となっているところから、既往造林地の成長実態を把握することにより、良質材生産を目途とした、カラマツ育林技術の基礎を明らかにするために実施したものである。

2. 調査地の選定にあたっては、東北地方を代表する林分の選定に重点をおいたが、太平洋側では盛岡営林署管内姫神地区の 13 プロット、遠野営林署管内種山地区の 8 プロット、13 ポイント サンプリング、日本海側では小国営林署管内明沢地区の 2 プロット、2 ポイント サンプリングとなり、太平洋側に偏重する結果となった。

3. 姫神地区の調査結果

3-1. 姫神山南東側に位置し、海拔高 750~950 m の範囲を占め、火山灰を母材とし、B/b 型から B/b-E 型にいたる、残積、匍行、崩積の、種々の黒色土からなる。

おおむね、砂質壤土に属し、一般に、表層は下層よりも、堆積状態が密で、透水性が不良なものが多い。酸性は弱く、置換性石灰に富み、化学性は良好である。

3-2. カラマツ林の平均樹高は乾性土壤から湿性土壤へ、また、残積土から崩積土へと増加し、とくに、透水性などの理学性の影響が大きいようである。ただし、直径成長には、理学性の影響は明らかではなく、むしろ、土壤の肥沃程度に支配されている傾向がある。

3-3. 調査林分の現況はつぎのとおりである。

1) 林齢 44~45 年の単純一斉林で、ha 当たり本数は 570~1,909 本の範囲を占め、大部分が密仕立ての林分状態を呈している。平均胸高直径は 15.3~25.6 cm、平均樹高は 12.3~27.4 m、ha 当たり蓄積は 205~528 m³ であり、種々の立地条件にまたがっているために、いずれも、その幅は大きい。立木本数に支配され、樹高による地位に比較して、林分蓄積が、かなり大きい結果を示しているのが特徴的である。

2) 調査林分の幹、枝、葉の重量はつぎのとおりである。

幹	73.1~197.3 ton/ha	平均	130 ton/ha
枝	7.5~13.6 ton/ha (実測林分)	}	平均 10 ton/ha
	9.0~16.2 ton/ha (推定林分)		
葉	1.3~2.3 ton/ha (実測林分)	}	平均 2 ton/ha
	1.7~2.4 ton/ha (推定林分)		

葉量が比較的小さい値を示しているが、これには調査時期が遅れたことが関連しているかもしれない。

3) 調査林分の標本木の樹高成長から、岩手地方カラマツ林林分収穫表によって地位を査定すると、1 等地に 2 プロット、2 等地に 4 プロット、3 等地に 7 プロットが該当している。

4) 最近の 5 年間の年平均成長量は、材積成長で 5.3~13.4 m³/ha、重量成長で 1.8~4.7 ton/ha であり、相対的に密度が高い林分ほど成長量は大きい傾向を示している。

5) 林分の葉量 1 ton 当たりの幹の成長量は、材積で 3.0~6.8 m³、重量で 1.2~2.4 ton であり、大きい幅を示しているが、これは立地条件や林分状態などに支配されている。

6) 林木樹体各部分間の相対成長関係を検討するため、胸高断面積を使用し、地上部各部分との関係、すなわち、幹重量、地上部重量、枝・葉重量との関係について試算した。その結果、胸高断面積と幹重

量、地上部重量との間には、それぞれ、成長の類似した林分をまとめた単位で関係式がえられたが、枝・葉重量との関係では、林分ごとの変化が大きく、林分をまとめて示すことが無理であることがわかった。

4. 種山地区の調査結果

4-1. 北上山地脊梁部の種山（海拔高 870 m）北側の準平原面に位置し、海拔高 700～800 m の範囲を占め、輝緑凝灰岩風化物と火山灰の混合物を土壌の母材としている。夏に雨が多く、雪の少ない、いわゆる、太平洋岸内陸型の気候を呈し、残積的な適潤性黒色土を主としている。

土壌の堆積状態は一般に密で、透水性は不良であり、比較的、酸性で、置換性石灰にきわめて乏しい。局所地形に変化が少ないためか、各土壌の性質は、大体似ている。

4-2. カラマツ林の平均樹高は 11～15 m であるが、この差異は土壌条件によるよりも、むしろ、起伏の差、つまり、風の影響によって大きく支配されているものとみている。

4-3. 調査林分の現況はつぎのとおりである。

1) 林齢 31 年現在の立木本数は ha 当たり 1,600～2,000 本、平均 1,800 本前後であり、岩手地方カラマツ林分収穫表 3 等地の約 40% 増で、きわめて高密度林分を形成している。各プロットの林分調査結果では、平均胸高直径は 14.1～16.8 cm、平均樹高は 11.0～15.4 m、林分蓄積は 159～298 m³ であり、姫神地区に比較して変化の幅は小さい。

2) 調査林分の幹、枝、葉の重量はつぎのとおりである。

幹 65.9～118.6 ton/ha

枝 10.5～ 17.1 ton/ha

葉 2.8～ 3.9 ton/ha

幹の重量は高位部から低位部にかけて増加するが、枝の重量は林分によって区々で、姫神地区の場合と似ており、閉鎖カラマツ林の安定した値を示している。葉の重量は姫神地区よりもかなり多い。

3) 調査林分の標本木の樹高成長から、岩手地方カラマツ林分収穫表によって地位を査定すると、31 年現在では、おおむね、3 等地に該当している。樹高成長径路を見ると、10 年以前では、比較的良好な成長をしているものも、それ以後では、成長が緩慢となっている。これは、土壌条件や風衝の影響によるものであろう。

4) 最近 5 カ年間の年平均成長量は、材質成長で 5.5～12.8 m³/ha、重量成長で 2.3～5.2 ton/ha であり、大体、高位部から低位部にかけて成長量を増加している。

5) 林分の葉量 1 ton 当たりの幹の成長量は材積で 1.8～4.1 m³、重量で 0.8～1.7 ton/ha であり、おおむね、高位部の林分よりも低位部のものが大きい値を示している。しかし、これらの値は姫神地区のものに比較して、きわめて低く、地位からみて不優位な条件下におかれていることがわかる。

6) 胸高断面積と地上部全量、幹の重量・材積間にはそれぞれ、関係式がえられ、また、胸高断面積と枝・葉重との関係は、姫神地区の場合と同様に、林分による差異が大きく、同齢林分でも一つの直線式で示すことは困難である。

4-4. 調査林分におけるカラマツ先枯病の発生状態を見ると、低位部より高位部に、林内よりは西側林縁に多発している。これは、主として、風の状態に支配されていることは明らかである。

先枯病罹病程度との関係をみると、直径成長では激害木間の差異は認めたいが、樹高成長では、あきらかに差異が認められ、その差異は、低位部から高位部に移行するにつれて顕著になっている。ただし、

カラマツ林に混交している天然生アカマツも起伏に対応した成長を示しているから、風が一次的要因であることは否定できない。

5. 明沢地区の調査結果

5-1. 朝日岳（海拔高 1,814 m）、柴倉山（海拔高 1,263 m）をつらねる主峯南端の天神堂山（海拔高 972 m）山麓の平坦峯部に位置しその海拔高は 450 m 前後である。新第三系中新世の礫岩、砂岩、凝灰岩が基岩をなし、気候は冬季に積雪の多い典型的な日本海型に属している。土壌は偏乾性の褐色森林土に属し、重埴土で粘土に富み、堆積状態はきわめて密であるが、表層の理学的性は、比較的、良好である。一般に、酸性が強く、置換性塩基類に欠乏し、化学性は不良である。

5-2. カラマツ林の平均樹高は 18~23 m で、乾性よりも適潤性土壌の方が成長がよく、また、豪雪地帯にもかかわらず、峯部に位置するこれらの林分には雪害の影響は、ほとんど、認められない。

5-3. 調査林分の現況はつぎのとおりである。

1) 林齢 45 年の単純一斉林で、下層に広葉樹を混交する。立木本数は ha 当たり 567~1,288 本で、大部分のものが密立林分となっている林分調査結果では、平均胸高直径は 17.1~29.8 cm、平均樹高は 17.7~23.9 m、林分蓄積は 230~483 m³ であり、その変化はおおむね、地形、土壌と対応している。

2) 調査林分の幹、枝、葉の重量はつぎのとおりである。

幹 115 ~196 ton/ha

枝 7.6~ 23.3 ton/ha

葉 2.3~ 3.6 ton/ha

これらの値は、いずれも峯部 B_b 土壌では低く、峯凹部の B_d~B_d(d) 土壌で高くなっている。

3) 調査林分の標本木の樹高成長から、岩手地方カラマツ林林分収穫表によって地位を査定すると、45 年現在では、B_d~B_d(d) 土壌のものは、ほぼ 1 等地に相当し、B_b 土壌のものは、ほぼ 3 等地に相当している。それらの成長経路は、いずれも初期に、いくぶん停滞し、その後良好となっており、その傾向は、岩手地方カラマツ林林分収穫表の主林木や姫神、種山地区のものと異なっている。

4) 最近 5 カ年間の年平均成長量は、材質成長で 6~14 m³/ha、重量成長で 3.1~6.5 ton/ha である。これらの差異は地位に支配されている。

5) 林分の葉量 1 ton 当たりの幹成長量は、材積で 2.7~5.1 m³、重量で 1.4~2.4 ton であり、地位によって明らかに差異がある。

6) 胸高断面積と地上部全重、幹の重量・材積間には、林分分離の傾向がなく、一般林分としての関係式がえられた。また、胸高断面積と枝重・葉重との関係は姫神、種山地区の場合と同様である。

7) 明沢地区は太平洋側の姫神、種山地区のカラマツ林と異なり、広葉樹が下層に混交し、なかには林冠に達しているものもある。これは、地域的差異というよりは、太平洋側では原野状態に造林し、日本海側では広葉樹林の伐採跡地に造林したことが関係しているものとみている。

以上の 3 地区におけるカラマツ造林地の実態調査から、つぎのような結論がみちびかれる。

1. カラマツは土壌の肥沃程度よりも、むしろ、土壌の堆積状態と敏感に反応する特徴があり、比較的、膨軟で、粗粒質の、理学的性の良好な土壌を適当としている。この関係からは、太平洋側地域では、岩手火山の噴出にかかるスコリア質火山灰の分布地域、すなわち、岩手山麓一姫神山一岩洞・早坂地域に適地が広く分布することになる。

2. カラマツの樹高成長は、主として、土壌の堆積状態に支配されるが、直径成長は、むしろ、土壌の肥沃度に支配される。もちろん、風衝は樹高成長を阻害する根本的な要因をなしている。また、豪雪地帯でも、尼根筋の弱乾性環境下では、立派に成林する可能性がある。

3. 東北地方における、閉鎖したカラマツ人工林（30～45年生）について、地上部現存量、林分成長量および幹生産効率について傾向を把握し、さらに、林木各部分間の相対成長関係について検討し、胸高断面積と地上部各部分との関係を把握した。

4. 既往造林地の実態調査から、調査林分は、大部分、樹高からみた地位に比較して ha 当たり本数がきわめて多く、結果的には、材積的にかなり優位な林分を形成している。したがって、カラマツは極陽樹であるが、かなりの高密度の林分仕立て（収量比数 0.8 程度）が可能であり、また、そのような仕立て方が保育の面からも、材質の面からも有利であるといえる。

5. 東北地方におけるカラマツ人工林の成績は長野地方のものに比較して遜色がなく、今後とも東北地方の主要造林樹種として、良質材生産を目途とし適地選定のうえ、利用する必要がある。

文 献

- 1) 秋田営林局：秋田営林局事業統計書（昭和30～47年度），（1956～1973）
- 2) 安藤 貴・蜂屋欣二・土井恭二・福田英比古：標本調査による スギ の 単木および林分枝葉量の推定，日林誌，**41**，117～124，（1959）
- 3) 安藤 貴・坂口勝美・成田忠範・佐藤昭敏：アカマツ天然生除伐試験林の解析（第1報），林試研報，**144**，1～30，（1962）
- 4) 青森営林局：青森営林局事業統計書（昭和30～47年度），（1956～1973）
- 5) 青森営林局：岩手地方カラマツ林林分収穫表，青森営林局，9 p.，（1961）
- 6) 青木昭二・竹内直文・高島 正・大野時寛：カラマツ先枯病被害林分の成長について，札幌林友，**99**，1～5，（1962）
- 7) 蜂屋欣二・安藤 貴：植栽本数と間伐，日林協，（1964）
- 8) 平井信二：林木の重量成長に関する研究（第1報），富士演習林産カラマツ，東大演報，**35**，91～105，（1947）
- 9) 樋口俊明・林 隼・柳原寿人：カラマツの樹皮率について，長野営林局報，94～101，（1955）
- 10) 加藤善忠：カラマツの更新技術，林業経営と更新技術，日本林業調査会，100～112，（1969）
- 11) 加藤善忠・松井光瑤：カラマツ造林地の実態調査からみたカラマツ造林の要点，わかりやすい林業解説シリーズ，No. 14，林業科学技術振興所，（1966）
- 12) 加納 孟：幹の平均比重を示す位置について，林試研報，**134**，141～147，（1961）
- 13) 菅 誠・四手井綱英・須崎紘一：常緑広葉樹林の生産力について（2），74 日林講，171～172，（1963）
- 14) 吉良竜夫：密度，競争，生産，大阪営林局，（1957）
- 15) 小坂淳一・寺崎康正：東北地方カラマツ人工林の成長，収穫の法則，日林東北支部会誌，**16**，43～44，（1965）
- 16) 尾方信夫・長友安男：アカオビ林分の生産構造について，日林九州支部講演集，**16**，148～150，（1962）
- 17) 林業試験場・林野庁：国有林野土壌調査方法書，（1955）
- 18) 林試木曽分場：カラマツ造林地の実態調査報告（1），長野林友，4月号，53～76，（1963）
- 19) 佐藤大七郎・功力六郎・桑川和夫：林分成長論資料（3），チョウセンヤマナラシ再成林における

- 葉の量と生長, 東大演報, **52**, 33~51, (1956)
- 20) 佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男: カラマツの先枯病に関する研究 I, 林試研報, **156**, 85~143, (1963)
- 21) ———・—————・—————・小島忠三郎: 同上 II, 林試研報, **236**, 27~91, (1971)
- 22) 仙石鉄也: 北上山地準平原土壌に関する研究 (IV), 姫神土壌について, 日林東北支部会誌, 9~11, (1970)
- 23) 信州大学農学部林学教室: カラマツ林業, 林業経済新聞出版部, 187 pp., (1962)
- 24) 四大学合同調査班: 森林の生産力に関する研究, 第 I 報, 北海道主要針葉樹林について, 国策パルプ K K, (1960)
- 25) 四大学および信州大学合同調査班: 同上, 第 II 報, 信州産カラマツ林について, 日林協, (1964)
- 26) 杉本四郎: からまつ林考, 北方林業会, 177 pp., (1966)
- 27) 高橋松尾: カラマツ林業総説, 東京宮林局, 268 pp., (1943)
- 28) 只木良也・四手井綱英: 森林の生産構造に関する研究, II, シラカンバ幼齡林における現存量の推定と生産力についての若干の解析, 日林誌, **43**, 19~26, (1961)
- 29) ———・尾方信夫・高木哲夫: 同上, III, コジイ幼齡林における現存量の推定と生産力についての若干の解析, 日林誌, **44**, 350~359, (1962)
- 30) ———・—————・長友安男: 九州スギ林の物質生産力, 林試研報, **173**, 46~66, (1965)
- 31) 汰木達郎: 林木の物質生産に関する研究, V, スギの幹・枝・葉の配分について, 日林九州支部講演集, **15**, 76~78, (1961)
- 32) 山谷孝一: 青森宮林局管内におけるカラマツ植栽林の土壌について, 日林東北支部会誌, **1**, 41~46, (1951)
- 33) ———: 東北地方の環境区分と林地利用, 森林立地, **15**, 12~18, (1974)
- 34) 横田俊一・井上 桂: カラマツ先枯病の発生と風との関係について (予報), 北方林業, **147**, 177~182, (1961)
- 35) ———・鶴田武雄・鈴木孝雄: カラマツ先枯病の発生, 蔓延と気象, 林試研報, **164**, 41~77, (1964)

**Studies on Relationship between the Growth of Japanese Larch
(*Larix leptolepis*) Plantations and Soil Properties in Tōhoku District**

Koichi YAMAYA⁽¹⁾, Ryosuke KATO⁽²⁾, Masuo MORI⁽³⁾, Tetsuya SENGOKU⁽⁴⁾,
Kazuaki GOTO⁽⁵⁾, Koichi HASEGAWA⁽⁶⁾ and Yoshinori YOKOZAWA⁽⁷⁾

Summary

This research was carried out from 1960 till 1964, in order to get the silvicultural basic informations for yielding the better timbers of Japanese Larch, mainly used for afforestation in Pacific Ocean side of Tōhoku district. Locations, outline of each sample area and plots in them are given in Table 1 and Table 2.

The soil properties in each sample area are shown as follows :

Himekami-area : Parent materials of this district mainly consist of the volcanic ash. Some are poor in soil physical properties, but better in chemical ones as a whole.

Taneyama-area : Parent materials consist of the efflorescences derived from paleozoic rock and volcanic ash. The chemical and physical properties of soil are poor as a whole.

Table 1.

Location of sample area				Sampling number for research	
Zone	Prefecture	District forestry office	Sample area	Number of plot	Number of sampling
Pacific Ocean side	Iwate	Morioka	Himekami	13	0
		Tōno	Taneyama	8	13
Japan Sea side	Yamagata	Oguni	Myōzawa	2	2

Table 2.

Sample area	Topographic feature	Parent materials	Soil	Observed place	Annual mean temperature (°C)	Annual rainfall (mm)	Deepest snowfall (cm)
Himekami	Flatness-easy slope Peak-slope Altitude : 740~900m	Granite Volcanic ash	B ₁ ~B ₁ -E Colluvium Creeping Eluvium	Morioka	10.9	1,202	41
Taneyama	Flatness-easy slope Peneplane Altitude : 690~750m	Paleozoic rock and it's efflorescences. Volcanic ash	B ₁ (d)~B ₁ Colluvium	Tōno	10.8	1,156	26
Myōzawa	Flatness-easy slope Peak Altitude : 420~460m	Tertiary rock Tuff Efflorescences from sand stone	B _B ~B _D Colluvium Creeping	Oguni	12.1	2,547	210

Received May 21, 1976

(1) (3)~(7) Tōhoku Branch Station, (2) Technical Coordination Division, Central Station

Myōzawa-area : Parent materials consist of the efflorescences derived from tertiary stone, and the soil is clayey. Neither physical properties in lower layer, nor chemical ones of soil are better.

Outlines on the plantations used for research in each sample area are given in Table 3.

Table 3.

Sample area	Age (years)	Number of trees per ha	D. B. H. (cm)	Height (m)	Volume (m ³ /ha)
Himekami	44 ~ 45	570~1,909	15.3~25.6	12.3~27.4	205~528
Taneyama	31	1,600~2,000	14.1~16.8	11.0~15.4	159~298
Myōzawa	45	567~1,288	17.1~29.8	17.7~23.9	230~483

The stand biomass in each sample area is given in Table 4.

Table 4.

Sample area	Stem biomass (ton/ha)	Branch biomass (ton/ha)	Leaf biomass (ton/ha)
Himekami	73.1~197.3	7.5~13.6	1.3~2.3
Taneyama	65.9~118.6	10.5~17.1	2.8~3.9
Myōzawa	115.0~195.8	7.6~23.4	2.3~3.6

As shown in Table 4, it is possible to state that there might be some relationships between site index and stem biomass, but that branch biomass be ordinal values in fully stocked stands.

In Table 5, site index in each stand for research is classified basing on the height of sample tree.

Table 5.

Site index	Sample area	Number of plot	Outline of soil
1st class	Himekami	2	B/b, B/ε (colluvium)
	Myōzawa	1	B _d , B _d (d) (creeping)
2nd class	Taneyama	2	B/b (colluvium)
	Himekami	4	B/b(w) (eluvium), B/b(d) (creeping)
3rd class	Himekami	7	B/b, B/c (eluvium), B/ε, B/b(d) (creeping)
	Taneyama	6	B/b(d) (eluvium)
	Myōzawa	1	B _d (eluvium)

Annual mean increment during latest 5 years in each sample area is given in Table 6. From this table, it is possible to state that the higher the stand density is, the more increment is.

Stem increment produced by unit leaf amount (1 ton) is given in Table 7. However it is dependent on site index within a sample area, it becomes larger in the order of Taneyama, Myōzawa, Himekami, among these areas. This shows that the stem increment is influenced

Table 6.

Sample area	Volume increment (m ³ /ha)	Weight increment (ton/ha)
Himekami	6.2 ~ 16.0	2.1 ~ 6.0
Taneyama	5.5 ~ 12.8	2.3 ~ 5.2
Myōzawa	6.0 ~ 14.0	3.1 ~ 6.5

Table 7.

Sample area	Volume increment (m ³)	Weight increment (ton)
Himekami	3.0 ~ 6.8	1.2 ~ 2.4
Taneyama	1.8 ~ 4.1	0.8 ~ 1.7
Myōzawa	2.7 ~ 5.1	1.4 ~ 2.4

from soil and climate condition.

Japanese larch grows more quickly on weakly wetted soil than on weakly dried soil, and that seems to be more sensitive to soil accumulated condition rather than soil fertility. This is certain from the fact that it grows quickly in the order of eluvium, creeping, colluvium. It is possible for Japanese larch to be afforested with high density in spite of their intolerance to shade, and such a stand cultivation will have an effect on increasing the stand volume and product the better timbers for us.

Appendix

Table 1. 調査地区の植生
Vegetation of areas surveyed

番号 Plot No.	林小班	土 壌 Soils	地 形 Topography	植 生 Vegetation	
姫 神 地 区 Himekami district					
1	66と	B/b(w) 残 積	山 麓 凹 地	D	カラマツ (4)
				Sh	ニワトコ (2), ツルウメモドキ (2), イボタノキ (2), イ タヤカエデ (1), ミズキ (1), ウグイスカグラ (1), ツノ ハシバミ (1), カンボク (1), タラノキ (1), センノキ (1), ムシカリ (+), ヤマザクラ (+), ノリウツギ (+)
				G	キイチゴ (4), タマブキ (3), ウマノアシガタ (3), キン ミズヒキ (2), オシダ (2), ズダヤクシュ (2), アキタブ キ (2), スゲ (2), ゴトウズル (2), ノコンギク (2), ア ケビ (2), リョウメンシダ (1), ヤマブドウ (1), シラネ ワラビ (1), オカトラノオ (1), クルマバソウ (1), ヘビ ノネコザ (1), ハンゴンソウ (1), ルイヨウショウマ (1), クガイソウ (+), アキノキリンソウ (+), フタリシズカ (+), クルマムグラ (+), ゲンノショウコ (+), ミズヒ キ (+)
2	66ち	B/b 残 積	山 麓 緩 斜	D	カラマツ (5)
				Sh	ウグイスカグラ (2), ツノハシバミ (2), ノリウツギ (2), ニワトコ (2), ムラサキシキブ (1), ミツバウツギ (1), イタヤカエデ (1), タラノキ (1), ヤマザクラ (1), ミズ キ (1), イヌツゲ (1)
				G	キイチゴ (4), スゲ (4), ノコンギク (3), ズダヤクシュ (2), シラネワラビ (2), ミツバツチグリ (2), キンミズ ヒキ (2), ノブキ (2), アキタブキ (2), ベニバナイチヤ クソウ (2), ツボスミレ (2), ウマノアシガタ (2), シラ クチズル (1), ヘビノネコザ (1), ササ (1), オシダ (+), ヤマオダマキ (+), クガイソウ (+), ジウモンジシダ (+), サカゲイノデ (+), ギボウシ (+), チゴユリ (+)
3	66る	B/b(w) 残 積	山 麓 凹 地	D	カラマツ (5)
				Sh	ニワトコ (2), ツノハシバミ (2), イタヤカエデ (1), ウ グイスカグラ (1), ミズナラ (1), ミズキ (1), カンボク (1), クワ (+)
				G	スゲ (3), カンスゲ (3), オニシモツケ (3), ダイコンソ ウ (3), ウマノアシガタ (2), キンミズヒキ (2), ノブキ (2), トリアシショウマ (2), オシダ (2), キイチゴ (2), ウワバミソウ (2), タガネソウ (2), ノコンギク (2), ヘ ビノネコザ (1), ジウモンジシダ (1), クルマムグラ (1), クガイソウ (1), ミツバツチグリ (1), フキ (1), ヤブジ ラミ (1), サカゲイノデ (1), クマイチゴ (1), ヤブタバ コ (1), ルイヨウショウマ (1), ツボスミレ (1), ゲンノ ショウコ (+), ウバユリ (+), アキカラマツ (+), ジャ コウソウ (+), ナンブトウヒレン (+), ハンゴンソウ (+)
4	66る	B/b 残 積	山 麓 凸 部	D	カラマツ (5)
				Sh	イボタノキ (2), ニワトコ (2), ノリウツギ (1), ミツバ

Appendix-Table 1. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	林小班	土 壌 Soils	地 形 Topography	植 生 Vegetation	
					ウツギ (1), ハウチワカエデ (1), アオダモ (1), ムラサキシキブ (1), ツノハシバミ (1), ムシカリ (1), ミズキ (1), タラノキ (+), ウグイスカグラ (+)
				G	キイチゴ (4), キンミズヒキ (3), コケ類 (3), スゲ (3), ズダヤクシュ (3), オシダ (2), ツボスミレ (2), ミツバツチグリ (2), ノコンギク (2), ベニバナイチャクソウ (2), ウマノアシガタ (2), シラネワラビ (2), ヘビイチゴ (2), クガイソウ (1), カンスゲ (1), チゴユリ (1), ジウモンジンダ (1), ヘビノネコザ (1), アキタブキ (1), ノブキ (1), クルマバソウ (1), ハンゴンソウ (+), クルマムグラ (+), サカゲイノデ (+), ササ (+)
5	68と	B/d(d) 残 積	凸 部 平 坦	D	カラマツ (5)
				SD	ミズナラ (2), シラカンバ (1)
				Sh	イボタノキ (2), ムシカリ (2), ミズナラ (2), シナノキ (1), ツノハシバミ (1), ウリハダカエデ (1), ツリバナ (1)
				G	ベニバナイチャクソウ (4), キンミズヒキ (2), ナワシロイチゴ (2), ツルウメモドキ (2), イヌツゲ (2), チゴユリ (2), キイチゴ (2), ジンヨウイチャクソウ (2), ズダヤクシュ (2), ミツバツチグリ (2), アキタブキ (2), ニワトコ (1)
6	68ほ	B/d・E 崩 積	斜 面 下 部	D	カラマツ (5)
				Sh	イタヤカエデ (1)
				G	ズダヤクシュ (4), サワアジサイ (3), ジャコウソウ (3), オシダ (3), アキタブキ (3), クルマバソウ (3), キイチゴ (3), ゴトウズル (3), サワグルミ (2), イボタノキ (2), ジウモンジンダ (2), キンミズヒキ (2), キツネノボタン (2), スミレ (2), オオバショウマ (2), サカゲイノデ (2), ノリウツギ (1), ウリハダカエデ (1), ミズキ (1), ニワトコ (1)
7	71に	B/c 残 積	峯 部 平 坦	D	カラマツ (5)
				Sh	ニワトコ (2), アズキナシ (2), ミズナラ (2), ダケカンバ (1), ミズキ (1), クワ (+), クロツバラ (+), ツノハシバミ (+), ヤマザクラ (+), イヌツゲ (+), コマユミ (+), イボタノキ (+)
				G	ベニバナイチャクソウ (4), ノコンギク (2), キンミズヒキ (2), ミツバツチグリ (2), ツボスミレ (2), スゲ (2), オオバコ (1), クルマバソウ (1), ゲンノショウコ (1), ウマノアシガタ (1), ジガバチソウ (1), ヤマウルシ (1), ササ (1), アキタブキ (+), イカリソウ (+), オシダ (+), チゴユリ (+), ギボウシ (+), ウツボグサ (+), ヤマブドウ (+), ゴトウズル (+), キジムシロ (+), シラクチズル (+), ヤブタバコ (+), ヤマオダマキ (+), ジンヨウイチャクソウ (+), ズダヤクシュ (+)

Appendix-Table 1. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	林小班	土 壌 Soils	地 形 Topography	植 生 Vegetation	
8	71に	B _{1b} 匍 行	凸斜面中腹	D	カラマツ (4)
				SD	ミズナラ (2), ハルニレ (1)
				Sh	ミズナラ (2), アズキナシ (2), ミズキ (1), ヤマモミジ (1), イボタノキ (1)
				G	ベニバナイチヤクソウ (3), キンミズヒキ (3), ツルウメモドキ (2), ノコンギク (2), ワラビ (2), イヌツゲ (1), イカリソウ (1), ナワシロイチゴ (1), アキタブキ (1), オカトラノオ (1), センボンヤリ (1)
9	71に	B _{1b} ~ B _{1b} (d) 匍 行	凸斜面下部	D	カラマツ (4)
				SD	ミズナラ (2)
				Sh	ミズナラ (2), ヤマザクラ (2), ミズキ (2), ダケカンパ (2), イヌツゲ (2), アズキナシ (1), ニワトコ (1), ウワミズザクラ (1), クワ (+), ハリギリ (+), ツルウメモドキ (+), ムラサキシキブ (+)
				G	ツボスミレ (2), ナワシロイチゴ (2), キンミズヒキ (2), クルマバソウ (2), スズラン (2), ノチドメグサ (1), ミツバツチグリ (1), キジムシロ (1), ウマノアシガタ (1), ノコンギク (1), アキタブキ (1), ゲンノシヨウコ (1), サカゲイノデ (+), イカリソウ (+), オカトラノオ (+), オケラ (+), ハンゴンソウ (+), ノアザミ (+), リンドウ (+)
10	68ほ	B _{1b} (d) 匍 行	斜面凸部	D	カラマツ (5)
				Sh	ミズキ (2), ノリウツギ (1)
				G	オクノカンスゲ (4), キイチゴ (3), オシダ (2), アキタブキ (2), ズダヤクシュ (2), ハンゴンソウ (2), ゴトウズル (2), アザミ (1), サカゲイノデ (1), ムラサキシキブ (1), ジウモンジシダ (1), イヌガンソク (1)
11	11ほ	B _{1b} -E 崩 積	斜面凹部	D	カラマツ (5)
				Sh	ミズキ (2), ノリウツギ (2), ニワトコ (1), イボタノキ (1)
				G	キイチゴ (3), オクノカンスゲ (2), ズダヤクシュ (2), オシダ (2), ベニバナイチヤクソウ (2), アザミ (1), タチシオデ (1), レンゲツツジ (1), ノコンギク (1), カラマツソウ (1)
12	66ち	B _{1b} 残 積	中腹緩斜	D	カラマツ (4)
				Sh	ノリウツギ (2), ミツバウツギ (2), ツノハシバミ (2), タラノキ (1)
				G	オクノカンスゲ (5), クマイチゴ (4), ズダヤクシュ (3), イボタノキ (2), オシダ (2), タチツボスミレ (2), キイチゴ (2), ゴトウズル (2), サカゲイノデ (1), ハリギリ (1), クルマムグラ (1), キンミズヒキ (1), ハンゴンソウ (1)

Appendix-Table 1. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	林小班	土 壌 Soils	地 形 Topography	植 生 Vegetation	
13	66ち	B/b(d) 残 積	中 腹 峯 部	D	カラマツ (3)
				Sh	ミツバウツギ (3), ノリウツギ (2), ヤマモミジ (1), ミズキ (1)
				G	カンスゲ (4), キイチゴ (3), タチツボスミレ (2), スゲ (2), ベニバナイチヤクソウ (2), ズダヤクシュ (2), リョウメンシダ (1), アザミ (1), オクヤマザサ (1), アマニュウ (1)
種 山 地 区 Taneyama district					
1	1006い	B/b(d) 残 積	峯 部 平 坦	D	カラマツ (4), アカマツ (2)
				Sh	ノリウツギ (2), タラノキ (1), ダケカンバ (1), ガマズミ (1)
				G	ミツバツチグリ (3), ツルウメモドキ (2), ツタウルシ (2), チシマザサ (2), センボンヤリ (1), ムラサキシキブ (1), キジムシロ (1), イヌツゲ (1), ツルリンドウ (1), ヤマハハコ (1), レンゲツツジ (1), ヘビノネコザ (1), ハンゴンソウ (1), キンミズヒキ (1)
2	1006い	B/b(d) 残 積	峯 部 平 坦	D	カラマツ (5), アカマツ (+)
				Sh	ノリウツギ (1), ミズナラ (1), ガマズミ (1)
				G	トリアシショウマ (4), ミツバツチグリ (3), レンゲツツジ (2), ツタウルシ (2), アキタブキ (1), ノリウツギ (1), ワラビ (1), アオハダ (1), ゴンゼツ (1), ノコンギク (1), ヘビノネコザ (1), オカトラノオ (1)
3	1006い	B/b 残 積	峯 部 平 坦	D	カラマツ (5)
				Sh	ミズナラ (2), レンゲツツジ (2), ノリウツギ (1), タニウツギ (1), ニワトコ (1)
				G	レンゲツツジ (2), ジンヨウイチヤクソウ (2), ミツバツチグリ (2), ワラビ (2), トリアシショウマ (2), ハンゴンソウ (1), キンミズヒキ (1), ノリウツギ (1), アキタブキ (1), オカトラノオ (1), センボンヤリ (1), ゴンゼツ (1), ガマズミ (1), ツルリンドウ (1), オシダ (1), ヘビノネコザ (1), ナワシロイチゴ (1)
4	1006い	B/b 残 積	峯 部 平 坦	D	カラマツ (4)
				Sh	ミズナラ (2), レンゲツツジ (2), ノリウツギ (2), ブナ (1), ミズキ (1), ツノハシバミ (1)
				G	ミツバツチグリ (3), キンミズヒキ (2), レンゲツツジ (2), ツタウルシ (2), チゴユリ (2), トリアシショウマ (2), アキタブキ (1), ミズキ (1), オカトラノオ (1), オシダ (1), ツルウメモドキ (1), サカゲイノデ (1), オクイボタ (1), アズキナシ (1)
5	1006い	B/b～ B/b(d) 積 残	峯 部 緩 斜	D	カラマツ (5)
				Sh	オオバクロモジ (1), リョウブ (1), ミズナラ (1), ノリウツギ (1)

Appendix-Table 1. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	林小班	土 壌 Soils	地 形 Topography	植 生 Vegetation	
				G	トリアシショウマ (2), ゴトウズル (2), ミツバツチグリ (2), ワラビ (2), サワフタギ (2), ムシカリ (1), シラクチズル (1), ヤマブドウ (1), キイチゴ (1)
6	1006い	B _{lb} ~ B _{lb} (d) 残 積	峯 部 緩 斜	D	カラマツ (5), アカマツ (+)
				Sh	ミズナラ (1), タラノキ (1), ミズキ (1), サワフタギ (1)
				G	ミツバツチグリ (3), キンミズヒキ (2), ツルウメモドキ (2), ツタウルシ (2), レンゲツツジ (2), アオハダ (1), ミズキ (1), アズキナシ (1), オカトラノオ (1), チゴユリ (1), キジムシロ (1)
7	1006い	B _{lb} 残 積	峯部凹部平坦	D	カラマツ (5)
				Sh	レンゲツツジ (2), オオバクロモジ (1), アオハダ (1), サワフタギ (1), ミズキ (1)
				G	イワガラミ (3), ツタウルシ (3), トリアシショウマ (3), レンゲツツジ (3), ゴトウズル (2), チゴユリ (2), ミズキ (2), ワラビ (2), ミズナラ (2), ニワトコ (2), アズキナシ (2), ジンヨウイチヤクソウ (2), ヤマドリゼンマイ (1), マイズルソウ (1), ツルウメモドキ (1)
8	1006い	B _{lb} 残 積	峯部凹部平坦	D	カラマツ (5)
				Sh	レンゲツツジ (3), ミズナラ (2), ミズキ (1), ムシカリ (1), オオバクロモジ (1)
				G	ゴトウズル (4), イワガラミ (3), トリアシショウマ (2), ワラビ (2), レンゲツツジ (2), ツタウルシ (2), ジンヨウイチヤクソウ (2), チゴユリ (2), カンボク (1), ウグイスカグラ (1), ノリウツギ (1), ギボウシ (1), アズキナシ (1), オカトラノオ (1)
明 沢 地 区 Myōzawa district					
1		B _d ~ B _d (d) 簡 行	峯 部 緩 斜	D	カラマツ (5)
				Sh	ミズナラ (3), ヤマモミジ (3), トチノキ (2), ヤマウルシ (2), ムラサキシキブ (2), ウワミズザクラ (1), ホホノキ (1), ガマズミ (1), タカノツメ (1), サワシバ (1)
				G	チデミザサ (3), フジ (3), ササ (3), ヤマブドウ (2), フタリシズカ (2), ゴトウズル (2), クマヤナギ (1)
2		B _B 残 積	峯 部 緩 斜	D	カラマツ (4), ミズナラ (2), ホホノキ (2)
				Sh	オオバクロモジ (3), ヤマモミジ (3), リョウブ (3), ウワミズザクラ (3), ヤマウルシ (2), アズキナシ (2), タムシバ (2), ガマズミ (2), ハリギリ (1), ヤマザクラ (1), イタヤカエデ (1)
				G	ヒメモチ (3), フジ (2), エゾユズリハ (1), アキノキリンソウ (1)

Appendix

Table 2. ポイントサンプリング実施箇所の土壌と植生
Soil profiles and vegetation of each point-sampling areas

番号 No.	土 壌 Soils	層 断 面 の 特 徴 Description of soil profiles	植 生 Vegetation
種 山 地 区 Taneyama district			
1	B/b(w)	黒土層 36 cm, 全層カベ状, 軟, 水湿多, 下層礫土	ノリウツギ, アキノキリンソウ, カヤ類, レンゲツツジ, ササ類, オクイボタ, アキタブキ
2	B/b	黒土層 26 cm, 全層カベ状, 軟, 水湿やや多, 下層礫土	ノリウツギ, ニワトコ, カヤ類, ササ類, ノコンギク, レンゲツツジ, アキノキリンソウ, ミズキ
3	B/b	黒土層 12 cm, 数回堆積, 堅密, 比較的水湿多, 礫多	ノリウツギ, レンゲツツジ, ミズキ, ミズナラ, トリアシショウマ, トウギボウシ, カヤ類
4	B/b(w)	黒土層 52 cm, 表層に団粒状構造, 下部は軟, カベ状, 水湿多, 下層は礫多	ノリウツギ, ミズナラ, サワフタギ, ミズキ, レンゲツツジ, トウギボウシ, トリアシショウマ, アキタブキ, オカトラノオ
5	B/b	黒土層 30 cm, 表層に弱度の団粒状構造, 全層堅密, 水湿中, 下層礫多	ノリウツギ, タニウツギ, レンゲツツジ, ミズキ, ササ類, ニワトコ, トリアシショウマ, ワラビ, カヤ類
6	B/b	黒土層 60 cm, 表層に団粒状構造, 比較的水湿多, 堅軟, 下層に礫	ノリウツギ, レンゲツツジ, トリアシショウマ, アキノキリンソウ, ゴトウズル, チゴユリ, ゼンマイ, ヒョドリバナ
7	B/b	黒土層 40 cm, 表層に団粒状構造, 水湿中, 軟一堅, 下層に礫混入	ノリウツギ, レンゲツツジ, トリアシショウマ, アキノキリンソウ, オカトラノオ, ミツバツチグリ, イワガラミ
8	B/b	黒土層 45 cm, 全層堅密, 水湿多, 下層に大礫あり	レンゲツツジ, アキノキリンソウ, チゴユリ, ノコンギク, ジンヨウイチヤクソウ, トリアシショウマ, ミツバツチグリ
9	B/b	黒土層 62 cm, 表層に団粒状構造, 軟, 下層に礫多	ノリウツギ, ムラサキシキブ, ミツバツチグリ, アキノキリンソウ, カヤ類, オカトラノオ
10	B/b~ B/b(d)	黒土層 40 cm, 表層に団粒状, 粒状構造, 軟, 水湿比較的多	ノリウツギ, レンゲツツジ, ミズナラ, ササ類, トリアシショウマ, ミツバツチグリ, ワラビ, アキノキリンソウ
11	B/b	黒土層 30 cm, 全層カベ状, 水湿比較的多, 軟一堅, 下層に大礫あり	ノリウツギ, ノコンギク, ミツバツチグリ, オカトラノオ, トリアシショウマ, ササ類
12	B/b~ B/b(d)	黒土層 37 cm, 表層に団粒状構造, ワレあり, 堅一軟, 比較的水湿, 下層礫質	ノリウツギ, レンゲツツジ, オクイボタ, トリアシショウマ, アキノキリンソウ, ヒョドリバナ, ワラビ, キイチゴ
13	B/b	黒土層 35 cm, 表層にわずかにワレあり, 全層堅密, 下層は礫質, 比較的水湿	ガマズミ, ミズナラ, ノリウツギ, アキタブキ, ノコンギク, センボンヤリ, ミツバツチグリ, カヤ類
明 沢 地 区 Myōzawa district			
1	Bd(d)	A層 9 cm, 表層に堅果状構造, 下層は明褐色, 埴土, 安山岩半角礫混入, 堅	ヤマモミジ, ウワミズザクラ, ゴトウズル, チゴユリ, ヤマブドウ
2	B _B	A(B)層 13 cm, 下層は明褐色, 表層に粒状一堅果状構造, 埴土, 安山岩半角礫混入, 軟一堅	ヤマモミジ, ガマズミ, ミズナラ, ヤマウルシ, ハリギリ, ムシカリ, ゴトウズル, ツタウルシ
3	B _B ~ Bd(d)	A層 8 cm, 下層は明褐色, 埴土, 堅, 表層に弱度の粒状一堅果状構造	ヤマモミジ, ヤマウルシ, ミズナラ, ウリハダカエデ, ゴトウズル
4	Bd(d)	A層 15 cm, 下層は褐色, 埴土, 表層に弱度の堅果状構造, 安山岩大礫多	ミズナラ, ヤマモミジ, ヤマウルシ, ムシカリ, フジ, ゴトウズル, ヤマブドウ

Appendix

Table 3. 各土壤の物理的性質
Physical properties of each soil in each district

番号 Plot No.	土 壤 Soils	層 位 Horizon	容 積 重 Volume weight g/100 cc	水 分 量 Moisture contents			最小容気量 Min. air capacity	孔 隙 組 成 Porosity composition			透 水 性 Permeability cc/min.	3 相 組 成 Volume composition		
				飽 水 時 Water-saturated soil	採 取 時 Fresh soil	飽 差 Deficiency to satu.		全 孔 隙 Total	細 孔 隙 Fine	粗 孔 隙 Coarse		土 壤 Solid	水 分 Water	空 気 Air
姫 神 地 区 Himekami district														
1	B/d(w) 残 積	A ₂	64	74.8	71.1	3.7	— 0.1	74.7	68.6	6.1	3	25.3	71.1	3.6
		B ₁	52	75.8	65.0	10.8	4.5	80.3	64.0	16.3	10	19.7	65.0	15.3
		B ₂	38	82.9	77.1	5.8	2.0	84.9	77.9	7.0	6	15.1	77.1	7.8
		A'	39	81.9	75.7	6.2	3.2	85.1	71.1	14.0	39	14.9	75.7	9.4
2	B/d 残 積	A ₂	71	69.5	62.5	7.0	2.6	72.1	63.0	9.1	3	27.9	62.5	9.6
		B ₁	49	79.7	60.2	19.5	1.8	81.5	61.7	19.8	46	18.5	60.2	21.3
		B ₂	42	81.6	76.8	4.8	2.4	84.0	73.8	10.2	1	16.0	76.8	7.2
3	B/d(w) 残 積	A	50	80.0	75.0	5.0	— 1.7	78.3	70.7	7.6	1	21.7	75.0	3.3
		B	60	76.3	67.8	8.5	1.1	77.4	65.8	11.6	3	22.6	67.8	9.6
		A'	38	82.2	77.9	4.3	3.1	85.3	75.7	9.6	5	14.7	77.9	7.4
4	B/d 残 積	A	54	75.5	68.2	7.3	1.4	76.9	70.2	6.7	3	23.1	68.2	8.7
		B ₁	50	77.7	65.2	12.5	3.2	80.9	69.7	11.2	10	19.1	65.2	15.7
		B ₂	41	77.8	68.3	9.5	6.7	84.5	64.8	19.7	19	15.5	68.3	16.2
		A'	33	81.9	70.4	11.5	4.5	86.4	67.6	18.8	25	13.6	70.4	16.0
5	B/d(d) 残 積	A ₁	59	70.9	59.1	11.8	4.4	75.3	58.1	17.2	26	24.7	59.1	16.2
		A ₂	63	72.7	58.9	13.8	1.2	73.9	66.4	7.5	31	26.1	58.9	15.0
		B ₁	45	80.0	55.5	24.5	2.3	82.3	63.5	18.8	50	17.7	55.5	26.8
		B ₂	42	77.0	60.3	16.7	7.3	84.3	61.0	23.3	92	15.7	60.3	24.0
6	B/d 残 積	A	54	74.9	64.2	10.7	2.3	77.2	64.2	13.0	23	22.8	64.2	13.0
		A B	54	57.8	45.8	12.0	20.3	78.0	42.3	35.7	19	22.0	45.8	32.2
		B	37	81.6	72.6	9.0	4.5	86.1	73.3	12.8	20	13.9	72.6	13.5

7	B/c 残 積	A ₂	58	74.6	63.1	11.5	1.4	76.0	68.1	7.9	4	24.0	63.1	12.9
		B ₁	41	81.1	66.4	14.7	2.9	84.0	64.4	19.6	12	16.0	66.4	17.6
		B ₂	46	77.6	68.8	8.8	5.6	83.2	65.6	17.6	4	16.8	68.8	14.4
8	B/B 匍 行	A ₂	60	68.0	55.3	12.7	8.3	76.3	62.5	13.8	32	23.7	55.3	21.0
		B ₁	49	76.3	58.8	17.5	5.5	81.8	65.5	16.3	25	18.2	58.8	23.0
		B ₂	45	79.3	57.1	22.2	4.0	83.3	—	—	38	16.7	57.1	26.2
9	B/B~ B/d(d) 匍 行	A ₂	51	72.4	51.2	21.2	7.2	79.6	—	—	82	20.4	51.2	28.4
		B ₁	44	75.6	61.9	13.7	7.2	82.8	69.4	13.4	24	17.2	61.9	20.9
		B ₂	52	74.6	57.6	17.0	6.0	80.6	59.9	20.7	34	19.4	57.6	23.0
10	B/d(d) 匍 行	A ₁	44	70.9	50.1	20.8	11.4	82.3	54.7	27.6	64	17.7	50.1	32.2
		A ₂	61	74.9	63.1	11.8	— 0.3	74.6	57.1	17.5	5	25.4	63.1	11.5
		A B	38	80.3	59.6	20.7	4.0	84.3	58.0	26.3	42	15.7	59.6	24.7
		A'	36	80.8	65.5	15.3	5.7	86.5	63.7	22.8	45	13.5	65.5	21.0
11	B/d・E 崩 積	A ₁	46	76.4	68.6	7.8	3.4	79.8	60.0	19.8	12	20.2	68.6	11.2
		A ₂	56	75.4	67.1	8.3	1.9	77.3	53.3	24.0	23	22.7	67.1	10.2
		A B	47	81.5	66.5	15.0	— 0.4	81.1	59.8	21.3	26	18.9	66.5	14.6
		A'	35	81.3	72.0	9.3	4.4	85.7	66.4	19.3	19	14.3	72.0	13.7
12	B/d 残 積	I A ₁	39	67.0	47.0	20.0	12.2	84.2	56.7	27.5	110	15.8	47.0	37.2
		I A B	32	99.0	89.5	9.5	— 11.8	87.2	—	—	5	12.8	89.5	— 2.3
		II A	34	82.5	74.5	8.0	3.4	85.9	66.1	19.8	9	14.1	74.5	11.4
		III A	38	82.1	74.4	7.7	2.8	84.9	63.9	21.0	2	15.1	74.4	10.5
13	B/d(d) 残 積	I A ₁	58	73.3	63.3	10.0	2.9	76.2	57.4	18.8	34	23.8	63.3	12.9
		I A B	57	74.9	56.4	18.5	3.3	78.2	51.7	26.5	27	21.8	56.4	21.8
		II A	36	80.9	73.9	7.0	3.7	84.6	—	—	16	15.4	73.9	10.7
		II A B	38	84.0	78.7	5.3	0.8	84.8	68.0	16.8	1	15.2	78.7	6.1
		III A	31	84.8	80.0	4.8	2.9	87.7	72.9	14.8	1	12.3	80.0	7.7

Appendix-Table 3. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	土 壤 Soils	層 位 Horizon	容 積 重 Volume weight g/100 cc	水 分 量 Moisture contents			最小容気量 Min. air capacity	孔 隙 組 成 Porosity composition			透 水 性 Permeability cc/min.	3 相 組 成 Volume composition		
				飽 水 時 Water-saturated soil	採 取 時 Fresh soil	飽 差 Deficiency to satu.		全 孔 隙 Total	細 孔 隙 Fine	粗 孔 隙 Coarse		土 壤 Solid	水 分 Water	空 気 Air
種 山 地 区 Taneyama district														
1	B lb (d) 残 積	A ₁	38	58.3	45.8	12.5	24.2	82.5	65.0	17.5	56	17.5	45.8	36.7
		A ₂	41	78.1	65.6	12.5	3.5	81.6	55.8	25.8	16	18.4	65.6	16.0
		A ₃	44	76.0	62.3	13.7	3.2	79.2	57.7	21.5	14	20.8	62.3	16.9
		B	61	69.1	61.9	7.2	4.4	73.5	56.2	17.3	2	26.5	61.9	11.6
		B C	116	53.1	48.1	5.0	— 1.3	51.8	43.0	8.8	5	48.2	48.1	3.7
4	B lb 残 積	A ₁	38	77.5	63.7	13.8	4.0	81.5	60.2	21.3	10	18.5	63.7	17.8
		A ₂	44	77.2	70.2	7.0	2.4	79.6	59.6	20.0	3	20.4	70.2	9.4
		A ₃	45	79.1	66.6	12.5	1.5	80.6	58.3	22.3	19	19.4	66.6	14.0
6	B lb ~ B lb (d) 残 積	A ₁	44	68.8	55.6	13.2	11.3	80.1	63.3	16.8	9	19.9	55.6	24.5
		A ₂	41	78.9	65.2	13.7	1.1	80.0	58.5	21.5	8	20.0	65.2	14.8
		B	42	76.6	64.1	12.5	4.8	81.4	60.4	21.0	8	18.6	64.1	17.3
7	B lb 残 積	A ₁	54	61.5	46.5	15.0	14.5	76.0	58.0	18.0	29	24.0	46.5	29.5
		A ₂	52	75.3	67.8	7.5	1.2	76.5	60.7	15.8	2	23.5	67.8	8.7
		B	56	68.5	51.0	17.5	1.5	70.0	47.0	23.0	17	30.0	51.0	19.0
明 沢 地 区 Myōzawa district														
1	B d ~ B d (d) 残 積	A ₁	54	56.4	33.5	22.9	18.0	74.4	34.9	39.5	44	25.6	33.5	40.9
		A ₂	63	65.8	37.8	28.0	7.0	72.8	41.1	31.7	82	27.4	37.8	35.0
		B ₁	82	61.4	48.7	12.8	4.6	66.0	18.7	47.3	19	34.1	48.7	17.3
		B ₂	96	56.9	47.6	9.3	3.0	59.9	42.1	17.8	6	40.1	47.6	12.3
2	B B 残 積	A (B)	61	37.1	29.9	7.2	35.7	72.8	35.6	37.2	52	27.3	29.9	42.9
		B ₁	78	64.3	45.6	18.8	3.7	68.0	47.3	20.7	23	32.0	45.6	22.4
		B ₂	86	62.0	48.5	13.5	4.2	66.2	46.3	19.9	10	33.8	48.5	17.7
		B ₃ C	98	59.5	52.1	7.4	0.8	60.3	49.7	10.6	5	39.7	52.1	8.2

Appendix

Table 4. 各土壌の機械的組成
Mechanical composition of each soil in each district

番 号 Plot No.	土 壤 Soils	層 位 Horizon	砂 Sand			微 砂 Silt	粘 土 Clay	土 性 Soil texture
			粗 砂 Coarse sand	細 砂 Fine sand	計 Total			
姫 神 地 区 Himekami district								
1	B/d(w) 残 積	A ₂	23	39	62	23	15	C L-L
		B ₁	20	57	77	14	9	S L
		B ₂	19	56	75	14	11	S L
2	B/d 残 積	A ₂	22	40	62	22	16	C L
		B ₁	23	51	74	16	10	S L
		B ₂	20	54	74	16	10	S L
3	B/d 残 積	A	20	37	57	24	19	C L
		B	24	52	76	14	10	S L
4	B/d 残 積	A	21	39	60	27	13	L
		B ₁	27	50	77	12	11	S L
		B ₂	19	58	77	15	8	S L
5	B/d(d) 残 積	A ₂	22	49	71	19	10	S L
		B ₁	22	55	77	16	7	S L
		B ₂	15	61	76	17	7	S L
6	B/d 崩 積	A B	16	54	70	19	11	S L
		B	14	61	75	18	7	S L
7	B/c 残 積	A ₂	17	46	63	30	7	L
		B ₁	13	62	75	23	2	S L
		B ₂	19	74	93	6	1	S
8	B/B 匍 行	A ₂	18	43	61	32	7	L
		B ₁	18	68	86	12	2	S
		B ₂	20	69	89	10	1	S
9	B/B~ B/d(d) 匍 行	A ₂	16	49	65	22	13	L-S L
		B ₁	15	67	82	13	5	S L
		B ₂	36	47	83	13	4	S L
10	B/d(d) 匍 行	A ₂	20	36	56	31	13	L
		A B	18	48	66	22	12	L-S L
		A'	13	45	58	24	18	C L
		A B'	23	58	81	16	3	S L
11	B/d-E 崩 積	A ₂	20	42	62	26	12	L
		A B	16	58	74	20	6	S L
		A'	13	58	71	23	6	S L
		A B'	26	55	81	15	4	S L
12	B/d 残 積	I A ₂	29	38	67	22	11	S L
		II A	26	51	77	17	6	S L
		III A ₁	19	53	72	19	9	S L
13	B/d(d) 残 積	I A ₂	26	39	65	22	13	S L-L
		I B	35	46	81	15	4	S L
		II A	16	52	68	20	12	S L
		II A B	14	58	72	18	10	S L
		III A	11	51	62	26	12	L
		III B	26	48	74	19	7	S L
種 山 地 区 Taneyama district								
1	B/d(d) 残 積	A ₂	18	47	65	25	10	L-S L
		A ₃	27	42	69	22	9	S L
		B	24	41	65	27	8	L-S L
明 沢 地 区 Myōzawa district								
2	B _B 残 積	A(B)	1	3	4	41	56	hc
		B ₁	1	3	5	36	59	hc
		B ₂	1	3	4	39	57	hc
		B ₃ D	1	3	5	35	60	hc

Appendix

Table 5. 各土 壤 の 化 学 的 性 質
Chemical properties of each soil in each district

番号 Plot No.	土 壤 Soils	層 位 Horizon	深 さ Depth cm	腐 植 Humus %	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitro- gen %	炭素率 C/N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity y ₁	置換性 石 灰 Ex. Ca m.e./100g	置換性 苦 土 Ex. Mg m.e./100g
姫 神 地 区 Himekami district											
1	B/b(w) 残 積	F	2	65.2	37.8	1.95	19	5.4	7.6	30.41	9.86
		A ₁	0~3	18.6	10.8	1.20	19	5.5	2.0	12.14	2.66
		A ₂	3~10	16.6	9.6	0.82	12	5.7	1.5	9.73	2.07
		B ₁	10~45	9.9	5.7	0.61	9	6.0	1.0	5.78	0.78
		B ₂	45~63	13.9	8.1	0.41	20	6.1	0.5	5.78	1.13
		A'	63~78	19.2	11.1	—	—	6.2	1.0	7.70	1.18
		BC'	>78	4.6	2.7	—	—	6.3	0.5	2.15	0.93
2	B/b 残 積	F	2	61.5	35.7	1.65	22	5.0	5.0	27.21	9.39
		A ₁	0~3	17.5	10.2	0.73	14	5.5	1.5	10.49	1.97
		A ₂	3~11	20.3	11.8	0.66	18	5.7	1.5	8.72	2.12
		B ₁	11~39	11.4	6.6	0.48	14	6.0	1.0	4.99	0.79
		B ₂	39~58	15.5	9.0	0.58	16	6.4	1.0	9.74	1.54
		A'	58~78	18.4	10.7	0.77	14	6.5	0.5	10.60	1.34
		BC'	>78	6.2	3.6	—	—	6.3	0.5	4.51	0.25
3	B/b(w) 残 積	F	2	71.4	41.4	1.85	22	5.0	7.6	28.62	9.83
		A	0~11	21.5	12.5	1.03	12	5.5	1.5	10.87	1.57
		B	11~31	11.3	6.6	0.75	9	5.8	2.0	4.08	0.37
		A'	31~50	17.1	9.9	0.72	14	5.8	1.0	2.08	0.21
		B ₁ '	50~65	10.2	5.9	0.47	13	5.8	1.0	1.66	0.13
		B ₂ '	65~80	11.3	6.5	0.54	12	5.9	1.0	2.27	0.20
		BC'	>80	8.1	4.7	—	—	5.9	1.0	1.04	0.17
4	B/b 残 積	F	2	68.2	39.6	1.77	22	4.9	5.0	22.36	8.19
		A	0~8	19.3	11.2	0.98	14	5.5	2.0	10.52	1.71
		B ₁	8~25	13.2	7.7	0.52	15	5.9	1.5	4.85	0.80
		B ₂	25~48	15.5	9.0	0.51	18	6.0	1.0	0.94	0.40
		A'	48~83	33.8	19.6	0.86	23	6.1	4.5	3.18	0.37
		BC'	>83	5.7	3.3	—	—	6.3	1.0	1.02	0.06
5	B/b(d) 残 積	F	2	71.2	41.3	1.84	23	4.8	10.1	21.77	6.91
		A ₁	0~6	20.0	11.6	0.86	14	5.9	2.0	11.64	2.30
		A ₂	6~17	13.4	7.8	0.59	13	6.1	1.0	5.28	1.03
		B ₁	17~39	10.5	6.1	0.50	12	6.2	1.0	3.41	0.87
		B ₂	39~65	11.1	6.4	0.48	13	6.4	0.5	3.69	0.43
		C	>65	—	—	—	—	—	—	—	—
6	B/b 崩 積	F	2	65.0	37.7	1.61	23	5.1	7.6	17.56	5.68
		A	0~12	17.5	10.1	0.84	12	5.8	1.0	14.02	1.82
		AB	12~43	14.0	8.1	0.72	13	6.2	1.0	4.56	1.24
		B	43~73	9.2	5.3	0.51	10	6.5	0.5	2.50	1.54
		C	>73	—	—	—	—	—	—	—	—

Appendix-Table 5. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	土 壌 Soils	層 位 Horizon	深 さ Depth cm	腐 植 Humus %	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitro- gen %	炭素率 C/N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity y ₁	置換性 石 灰 Ex. Ca m.e./100g	置換性 土 苦 Ex. Mg m.e./100g
7	B/c 残 積	F	2	71.5	41.5	1.99	21	5.3	6.3	21.11	9.12
		A ₁	0~0	24.5	14.2	0.97	15	5.3	3.0	9.69	2.37
		A ₂	3~13	17.5	10.1	0.76	13	5.8	1.5	7.02	1.16
		B ₁	13~33	13.2	7.7	0.57	14	5.8	1.0	2.00	0.59
		B ₂	33~63	7.2	4.2	0.31	13	6.3	0.5	1.64	0.41
		C	>63	2.5	1.4	—	—	6.3	0.5	1.92	0.66
8	B/B 匍 行	F	2	71.5	41.5	1.91	22	5.2	12.6	25.57	11.02
		A ₁	0~4	16.7	9.7	0.67	15	5.6	1.0	7.12	1.94
		A ₂	4~13	13.6	7.9	0.52	15	5.8	1.0	6.59	0.94
		B ₁	13~28	7.3	4.2	0.34	12	6.2	1.0	2.81	0.50
		B ₂	28~54	3.7	2.1	0.14	15	6.3	0.5	2.98	0.82
		C	>54	—	—	—	—	—	—	—	—
9	B/b~ B/b(d) 匍 行	F	2	67.9	39.4	1.70	23	5.2	10.1	17.59	5.66
		A ₁	0~5	23.8	13.8	0.83	17	5.3	3.5	8.20	2.07
		A ₂	5~13	14.4	8.4	0.53	16	5.7	2.0	3.81	1.03
		B ₁	13~31	8.1	4.7	0.28	17	6.2	0.5	1.18	0.70
		B ₂	31~64	3.5	2.0	0.18	11	6.2	0.5	2.30	0.81
		C	>64	—	—	—	—	—	—	—	—
10	B/b(d) 匍 行	F	2	67.5	39.2	1.89	21	5.2	5.6	25.48	8.57
		A ₁	0~6	23.0	13.3	1.22	11	5.4	2.5	14.60	2.78
		A ₂	6~13	20.7	12.0	1.02	12	5.8	1.3	13.78	1.83
		A B	13~31	15.1	8.7	0.72	12	6.1	1.3	11.58	1.29
		A'	31~56	20.2	11.7	0.86	14	6.2	1.3	13.46	1.21
		A B'	56~71	10.4	6.1	0.56	11	6.4	0.6	3.88	0.63
		B C'	>71	7.7	4.5	0.60	8	6.4	0.6	4.78	0.92
11	B/b-E 崩 積	F	2	62.1	36.0	1.92	19	5.4	12.5	20.98	7.54
		A ₁	0~6	17.0	9.9	1.02	10	5.5	2.5	7.40	1.90
		A ₂	6~18	15.3	8.9	0.92	10	5.5	1.3	6.62	1.70
		A B	18~38	13.6	7.9	0.46	17	5.7	1.3	2.20	0.59
		A'	38~66	13.6	7.9	0.67	12	5.7	0.6	1.60	0.16
		A B'	66~86	7.8	4.5	0.50	9	5.7	0.6	0.92	0.46
		B'	>86	6.9	4.0	0.44	9	5.9	0.6	1.02	0.21
12	B/b 残 積	F	1	—	—	—	—	—	—	—	—
		I A ₁	0~6	16.8	9.8	0.95	10	5.2	2.5	10.08	2.67
		I A ₂	6~11	15.2	8.8	0.88	10	5.4	1.3	7.78	1.44
		I A B	11~29	—	—	—	—	—	—	—	—
		II A	29~45	9.1	5.3	0.51	10	5.8	0.6	3.06	0.83
		III A	45~67	15.9	9.2	0.86	11	5.8	0.6	4.66	0.71
		IV A	>67	20.9	12.1	0.78	16	5.8	0.6	5.04	0.64

Appendix-Table 5. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	土 壤 Soils	層 位 Horizon	深 さ Depth cm	腐 植 Humus %	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitro- gen %	炭素率 C/N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity y ₁	置換性 石 灰 Ex. Ca m.e./100g	置換性 苦 土 Ex. Mg m.e./100g
13	B/b(d) 残 積	F	1	—	—	—	—	—	—	—	—
		I A ₁	0~7	17.0	9.9	1.00	10	5.2	1.9	12.88	2.66
		I A ₂	7~19	14.2	8.3	0.79	11	5.5	1.3	11.16	1.41
		I A B	19~29	5.4	3.2	0.28	11	5.8	0.6	3.28	0.28
		II A	29~45	17.4	10.1	0.82	12	5.6	1.3	4.90	0.27
		II A B	45~67	14.3	8.3	0.67	12	5.7	0.6	2.20	0.09
		III A	67~80	17.8	10.3	0.50	21	5.9	0.6	3.76	0.47
		III B	>80	8.3	4.8	0.47	10	5.7	0.6	1.04	0.24
種 山 地 区 Taneyama district											
1	B/b(d) 残 積	F	2	78.4	45.5	2.31	20	4.6	26.3	18.91	9.43
		A ₁	0~8	31.3	18.1	1.08	17	4.7	20.0	2.01	0.93
		A ₂	8~19	21.1	12.3	0.63	19	5.0	6.3	0.56	0.33
		A ₃	19~30	19.0	11.0	0.51	22	5.0	2.5	0.68	tr.
		B	30~50	8.7	5.1	0.38	13	5.1	1.9	0.51	tr.
		B C	>50	0.4	0.2	0.05	4	4.8	16.9	0.51	0.60
		2	B/b(d) 残 積	F	2					4.5	16.9
A ₁	0~8							4.6	16.3		
A ₂	8~23							5.0	3.8		
B ₁	23~44							5.1	4.4		
B ₂	44~60							5.0	8.8		
B C	>60							5.0	21.3		
3	B/b 残 積	F	2					4.5	15.0		
		A ₁	0~14					4.5	22.5		
		A ₂	14~33					4.8	9.4		
		B	33~58					4.8	5.0		
		B C	>58					5.2	6.9		
4	B/b 残 積	F	1	79.1	45.9	1.87	25	4.6	7.5	12.48	5.63
		A ₁	0~9	30.8	17.9	1.13	16	4.5	18.8	1.76	1.19
		A ₂	9~22	24.2	14.0	0.69	20	4.7	8.8	0.34	0.26
		A ₃	22~34	20.3	11.8	0.61	19	4.9	3.1	0.30	0.14
		B	34~55	10.3	6.0	0.37	16	4.9	2.5	0.24	0.04
		B C	>55	0.8	0.5	0.12	4	4.8	13.8	0.24	0.34
5	B/b~ B/b(d) 残 積	F	2					4.5	13.5		
		A ₁	0~3					4.3	20.0		
		A ₂	3~10					4.8	12.5		
		A ₃	10~23					5.0	6.3		
		B	23~53					5.0	4.4		
6	B/b~ B/b(d) 残 積	F	2	78.3	45.4	2.20	21	4.5	22.5	13.00	6.50
		A ₁	0~8	31.4	18.2	1.12	16	4.7	16.3	1.50	1.20
		A ₂	8~20	25.1	14.5	0.85	17	5.0	6.3	0.18	0.66

Appendix-Table 5. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	土 壌 Soils	層 位 Horizon	深 さ Depth cm	腐 植 Humus %	炭 素 Carbon %	窒 素 Nitro- gen %	炭素率 C/N ratio	pH (H ₂ O)	置換酸度 Exch. acidity y ₁	置換性 石 灰 Ex. Ca m.e./100g	置換性 苦 土 Ex. Mg m.e./100g
		A ₃	20~44	19.1	11.0	0.51	22	5.0	2.5	0.18	0.15
		B	44~63	8.3	4.8	0.28	17	5.0	4.4	0.12	0.20
		BC	>63	1.0	0.6	0.11	5	5.1	13.8	tr.	0.71
7	B ₁ b 残 積	F	2	81.5	47.3	1.97	24	4.4	15.0	11.54	5.71
		A ₁	0~8	34.6	20.1	1.23	16	4.5	20.0	1.36	1.07
		A ₂	8~23	23.5	13.6	0.76	18	4.6	3.8	0.46	0.23
		B	23~48	5.1	3.0	0.20	15	4.7	6.9	0.20	0.13
		BC	>48	0.6	0.3	0.04	9	4.6	16.3	0.28	0.24
8	B ₁ b 残 積	F	2	77.5	45.0	2.23	21	4.7	22.5	16.82	9.17
		A ₁	0~8	31.9	18.5	1.18	16	4.3	16.3	1.10	0.80
		A ₂	8~23	23.6	13.7	0.78	18	4.7	5.6	0.38	0.09
		B	23~56	6.1	3.5	0.25	14	4.7	3.7	0.40	0.02
		BC	>56	1.1	0.6	0.07	9	4.7	10.6	0.64	0.47

明 沢 地 区 Myōzawa district

1	B ₁ b~ B ₁ d(d) 残 積	F	2	90.8	52.7	1.81	29	4.6	5.6	22.03	7.76
		A ₁	0~5	17.4	10.1	0.62	16	4.5	41.9	1.53	0.33
		A ₂	5~20	13.4	7.8	0.44	18	4.9	30.6	0.86	0.48
		B ₁	20~39	3.3	1.9	0.15	13	5.3	11.9	0.21	0.25
		B ₂	39~66	2.5	1.5	0.11	13	5.4	15.0	0.47	0.06
		C	>66	0.5	0.3	0.04	7	5.4	50.0	0.53	0.46
2	B ₁ b 残 積	F	2	82.3	47.8	1.74	27	4.4	7.5	17.35	7.13
		A(B)	0~10	11.1	6.4	0.42	15	4.8	41.3	0.74	0.28
		B ₁	10~25	10.3	6.0	0.37	16	5.1	21.3	0.43	0.06
		B ₂	25~38	3.8	2.2	0.09	25	5.4	26.3	0.54	0.11
		B ₃ C	38~58	1.3	0.8	0.07	11	5.4	28.8	0.33	0.44
		C	>58	2.0	1.2	0.01	—	5.5	50.6	0.51	0.20

Appendix

Table 6. カラマツ林分現存量 (ha当)
Standing crop per ha of Japanese larch

番号 Plot No.	土 壤 Soils	林令 Age	本 数 N/ha	平均直径 Mean B. H. D. cm	平均樹高 Mean height m	胸高断面 積合計 Total bole area m²	蓄 積 Volume m³	乾 重 Dry weight ton			
								(皮 幹 (Bark) Stem	枝 Branch	葉 Leaves	地上部計 Total top
姫 神 地 区 Himekami district											
1	B/d(w) 残 積	45	570	25.6	20.0	30.09	325,136	(12,056) 125,309	13,605	1,922	140,836
2	B/d 残 積	43	1,431	19.3	16.5	42.20	383,499	(14,928) 137,633	10,430	1,850	149,913
3	B/d(w) 残 積	44	702	24.7	19.6	34.21	334,830	(13,542) 131,348	16,239	2,356	149,943
4	B/d 残 積	44	1,143	19.6	16.7	35.34	308,552	(13,224) 120,917	9,055	1,712	131,684
5	B/d(d) 残 積	45	760	21.9	20.6	31.08	313,513	(10,570) 130,905	11,134	2,042	144,081
6	B/d-E 崩 積	45	765	25.0	27.4	38.77	528,023	(20,408) 197,353	10,363	1,981	209,697
7	B/c 残 積	45	1,536	17.3	15.6	36.84	289,515	(10,920) 117,086	10,980	2,303	130,369
8	B/B 匍 行	45	1,093	19.4	17.0	33.31	296,210	(11,048) 123,442	9,690	1,956	135,094
9	B/B(d) 匍 行	45	678	21.1	19.3	24.49	242,438	(8,521) 98,929	9,512	1,859	110,300
10	B/d(d) 匍 行	46	1,062	21.1	19.0	39.27	357,758	(10,657) 143,804	11,228	1,513	156,545
11	B/d-E 崩 積	46	779	23.3	25.9	34.06	431,375	(13,302) 156,753	9,216	1,976	167,945
12	B/d 残 積	44	1,300	20.1	16.2	42.81	326,780	(9,308) 113,575	9,516	1,719	124,810
13	B/d(d) 残 積	44	1,909	15.3	12.3	36.35	205,091	(5,998) 73,100	7,524	1,312	81,936
種 山 地 区 Taneyama district											
1	B/d(d) 残 積	31	1,812	14.1	11.0	29.04	158,609	(5,132) 65,935	13,528	3,140	82,603
2	B/d(d) 残 積	31	1,825	14.4	11.2	29.96	166,444	(5,170) 67,800	12,801	2,970	83,571
3	B/d 残 積	31	1,815	15.7	12.0	36.80	205,036	(6,105) 78,590	17,107	3,427	99,124
4	B/d 残 積	31	1,984	14.0	11.5	32.14	177,787	(5,646) 72,246	13,757	2,985	88,988
5	B/d(d) 残 積	31	2,000	15.9	13.7	40.83	259,551	(7,936) 105,550	10,826	2,905	119,281
6	B/d(d) 残 積	31	1,672	15.3	13.3	32.24	207,664	(6,069) 83,252	13,421	3,027	99,700
7	B/d 残 積	31	1,591	16.8	15.4	37.08	291,666	(8,345) 118,682	15,999	3,915	138,596
8	B/d 残 積	31	1,978	15.9	15.0	41.56	297,664	(8,118) 118,723	10,458	2,838	132,019
明 沢 地 区 Myōzawa district											
1	B/d~ B/d(d) 匍 行	45	725	25.6	23.3	38.99	421,382	(13,025) 195,788	23,354	3,594	222,736
2	B/B 残 積	45	1,145	17.1	17.7	27.97	230,053	(8,448) 115,061	7,602	2,345	125,008

Appendix

Table 7. ポイント サンプリング 調査成績

Stand condition of each point-sampling plot

番 号 No.	土 壌 Soils	本 数 N/ha	平均直径 Mean B. H. D. cm	平均樹高 Mean height m	胸高断面積合計 Total bole area m ²	蓄 積 Volume m ³
種 山 地 区 Taneyama district						
1	B/d(w)	1,474	16.4	11.3	28	172.7
2	B/d	2,969	12.6	10.1	34	192.0
3	B/d	2,220	15.2	10.8	36	216.3
4	B/d(w)	1,620	17.3	14.1	34	249.7
5	B/d	1,403	18.2	11.8	34	219.3
6	B/d	1,351	19.6	14.4	38	282.2
7	B/d	1,837	19.9	16.1	48	388.4
8	B/d	2,094	17.0	13.7	42	300.8
9	B/d	2,228	15.3	13.4	36	254.0
10	B/d~B/d(d)	1,701	17.9	12.4	38	253.2
11	B/d	1,979	13.6	10.9	28	169.1
12	B/d~B/d(d)	2,033	15.3	11.0	34	208.1
13	B/d	1,546	16.1	11.1	28	169.9
明 沢 地 区 Myōzawa district						
1	B/d	567	29.8	23.4	40	448.0
2	B/B	1,127	22.7	20.2	48	483.2
3	B/B~B/d	1,288	21.3	19.5	44	418.2
4	B/d	784	25.0	23.9	40	463.0

Appendix

Table 8. 各地区における標本木測定成績
Measured values at various parts of sampled trees in each district

番号 Plot No.	立木番号 Tree No.	胸高直径 D cm	胸高 断面積 G cm ²	幹重 (絶幹) W _s kg	幹材積 V _s m ³	皮重 (絶乾) W _M kg	皮材積 V _M m ³	枝重 (絶乾) W _B kg	葉重 (絶乾) W _L kg
姫神地区 Himekami district									
1	18	25.7	519	201.78	0.5223	17.870	0.0596	28.559	3.939
	21	26.7	560	240.60	0.6250	24.017	0.0801	22.293	3.492
	24	34.2	919	374.53	0.9717	35.921	0.1198	49.503	7.064
	28	20.3	324	134.18	0.3493	14.302	0.0477	9.840	1.731
	31	25.9	527	187.44	0.4871	18.950	0.0632	18.807	2.976
	38	22.0	380	174.67	0.4514	14.602	0.0487	15.548	2.529
	44	29.3	674	272.00	0.7063	26.836	0.0895	27.553	2.588
2	10	18.3	263	77.26	0.2142	6.611	0.0220	4.581	0.935
	25	21.8	373	120.22	0.3357	14.215	0.0473	12.103	1.911
	27	16.8	222	63.18	0.1759	6.611	0.0220	2.967	0.672
	32	18.6	272	74.80	0.2080	7.423	0.0247	3.448	0.846
	34	17.2	232	66.70	0.1862	7.814	0.0260	2.774	0.643
	38	24.7	479	151.42	0.4228	17.881	0.0595	12.237	2.108
	45	25.0	491	168.60	0.4695	17.821	0.0593	16.556	2.581
3	6	26.7	560	190.27	0.4854	20.040	0.0668	28.888	3.185
	12	20.8	340	117.60	0.2996	11.910	0.0397	11.330	2.227
	19	24.4	468	183.03	0.4632	15.000	0.0500	18.973	2.926
	25	24.0	452	163.74	0.4168	16.200	0.0540	19.903	2.830
	30	25.4	507	194.10	0.4958	21.150	0.0705	43.550	5.592
	33	25.7	519	187.70	0.4784	19.260	0.0642	19.141	2.856
	35	25.3	523	215.94	0.5534	25.620	0.0854	18.015	2.700
4	9	21.8	373	118.72	0.3036	13.728	0.0458	5.705	1.275
	15	19.7	305	107.57	0.2746	11.900	0.0397	9.382	1.682
	27	21.1	346	110.33	0.2812	11.690	0.0390	9.409	1.795
	29	24.2	460	147.82	0.3767	15.586	0.0520	9.378	1.689
	32	15.4	186	63.57	0.1617	6.354	0.0212	4.568	1.014
	44	20.6	333	95.25	0.2433	10.701	0.0357	8.572	1.600
	49	18.1	257	77.93	0.1992	8.902	0.0297	7.022	1.399
5	4	17.0	227	82.15	0.1962	6.091	0.0203	7.729	1.323
	11	16.3	209	98.13	0.2345	7.412	0.0247	4.646	1.025
	12	17.3	235	90.24	0.2152	6.391	0.0213	11.618	2.403
	34	23.4	430	196.27	0.4711	16.864	0.0562	22.616	4.142
	39	18.8	278	120.60	0.2874	8.342	0.0278	7.104	1.536
	46	25.8	523	206.25	0.4965	19.144	0.0638	24.696	4.052
	51	31.1	760	328.20	0.7858	26.286	0.0876	17.007	2.016
6	1	19.2	290	135.36	0.3619	13.655	0.0453	1.728	1.045
	7	25.7	519	265.95	0.7128	29.239	0.0970	14.430	3.466
	16	29.8	697	319.18	0.8564	36.413	0.1208	23.914	3.836
	20	26.4	547	270.06	0.7191	23.120	0.0767	16.788	2.880

Appendix-Table 8. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	立木番号 Tree No.	胸高直径 D cm	胸高 断面積 G cm ²	幹重 (絶乾) W _s kg	幹材積 V _s m ³	皮重 (絶乾) W _M kg	皮材積 V _M m ³	枝重 (絶乾) W _B kg	葉重 (絶乾) W _L kg
6	28	28.7	647	344.15	0.9191	33.248	0.1103	20.256	3.197
	39	23.2	423	242.60	0.6527	30.143	0.1000	10.842	2.972
	46	17.2	232	113.74	0.3029	9.796	0.0325	1.912	0.466
7	10	14.7	170	50.01	0.1260	7.102	0.0237	3.038	0.888
	19	18.8	278	87.08	0.2142	6.833	0.0228	6.851	1.360
	29	16.8	222	70.13	0.1725	5.574	0.0186	5.727	1.157
	33	20.5	330	108.80	0.2704	11.568	0.0386	13.941	2.749
	41	15.6	191	59.40	0.1459	4.495	0.0150	4.921	1.135
	49	11.6	106	27.46	0.0679	2.547	0.0085	2.394	0.445
8	3	23.5	434	174.82	0.4195	15.653	0.0521	19.702	3.288
	5	15.2	182	62.08	0.4187	5.288	0.0176	3.845	0.920
	21	18.1	257	85.39	0.2056	8.322	0.0277	4.995	0.991
	37	15.8	196	67.89	0.1628	5.979	0.0199	2.842	0.690
	38	13.0	133	42.14	0.1022	4.837	0.0161	2.855	0.472
	46	20.6	333	122.41	0.2934	10.486	0.0349	12.991	2.549
	48	20.3	324	136.60	0.3268	11.267	0.0375	14.928	2.666
9	1	17.1	230	86.14	0.2111	7.431	0.0247	9.548	1.890
	8	21.3	370	131.04	0.3230	13.237	0.0440	15.754	2.938
	12	21.5	363	145.97	0.3596	14.531	0.0483	9.755	1.882
	21	13.7	147	55.56	0.1353	3.881	0.0129	4.133	1.001
	26	15.7	194	70.96	0.1730	5.175	0.0172	4.638	1.091
	39	24.0	452	180.12	0.4402	14.260	0.0474	21.739	4.035
	44	21.4	360	141.67	0.3465	11.492	0.0382	12.490	2.416
10	5	25.4	507	242.34	0.5329	18.029	0.0682	13.659	1.976
	22	27.5	594	243.35	0.6065	16.522	0.0625	12.529	1.659
	30	22.4	394	122.56	0.3301	10.310	0.0390	11.827	1.922
	33	15.9	199	49.12	0.1336	3.569	0.0135	3.617	0.654
	44	26.0	531	195.44	0.5108	13.958	0.0528	22.889	2.092
	46	18.5	269	74.71	0.1880	5.684	0.0215	5.507	0.855
	51	17.2	232	70.62	0.1813	5.895	0.0223	7.847	1.345
11	6	18.1	257	132.84	0.3462	12.610	0.0477	4.145	1.180
	8	22.0	380	148.66	0.4465	12.319	0.0466	6.293	1.362
	11	26.0	531	249.89	0.6837	21.836	0.0826	25.667	5.446
	26	27.3	585	305.90	0.8290	24.823	0.0939	19.301	3.238
	29	22.6	401	184.89	0.4781	15.808	0.0598	10.921	2.770
	32	19.4	296	123.55	0.3465	9.279	0.0351	3.423	0.991
	44	18.4	266	104.37	0.3102	9.411	0.0356	3.752	0.770
12	5	19.6	302	90.92	0.2598	7.481	0.0283	4.994	1.013
	11	23.9	449	115.47	0.3582	7.719	0.0292	12.260	1.936
	17	18.2	260	60.13	0.1865	6.820	0.0258	2.834	0.628
	27	18.5	269	67.62	0.1865	5.948	0.0225	4.755	1.058
	31	25.3	503	155.39	0.4148	11.605	0.0439	17.612	2.712

Appendix-Table 8. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	立木番号 Tree No.	胸高直径 D cm	胸高 断面積 G cm ²	幹重 (絶乾) W _s kg	幹材積 V _s m ³	皮重 (絶乾) W _M kg	皮材積 V _M m ³	枝重 (絶乾) W _B kg	葉重 (絶乾) W _L kg
12	39	19.2	290	77.27	0.2106	6.767	0.0256	7.144	1.406
	56	19.2	290	60.12	0.1874	5.031	0.0213	2.931	0.663
13	1	15.5	189	44.80	0.1178	4.520	0.0171	4.363	0.889
	3	14.3	161	27.27	0.0761	2.353	0.0089	1.064	0.210
	16	14.1	156	28.78	0.0810	2.036	0.0077	2.373	0.436
	19	18.4	266	29.21	0.1520	2.168	0.0161	2.756	0.609
	22	13.7	147	50.07	0.0825	4.256	0.0083	9.878	1.594
	27	19.3	293	60.60	0.1657	4.045	0.0153	5.380	0.689
	32	17.5	241	51.51	0.1448	4.600	0.0174	4.266	0.817
種 山 地 区 Taneyama district									
1	3	10.6	88	19.19	0.0465	1.674	0.0067	2.310	0.735
	5	14.7	170	32.83	0.0840	3.348	0.0134	4.430	0.875
	6	14.6	167	47.91	0.1083	3.273	0.0131	7.886	2.035
	8	15.5	189	40.71	0.0993	3.048	0.0122	6.770	1.621
	22	13.7	147	41.41	0.0888	3.173	0.0127	10.520	2.262
	39	15.5	189	35.51	0.0938	2.373	0.0095	10.676	2.124
	54	14.6	167	36.03	0.0893	2.848	0.0114	9.435	2.423
2	2	14.3	161	36.61	0.0888	3.273	0.0131	7.234	1.664
	5	12.5	123	29.00	0.0708	2.323	0.0093	4.596	1.062
	6	13.3	139	30.31	0.0756	2.573	0.0103	3.699	1.262
	13	15.8	196	43.83	0.1062	3.548	0.0142	9.556	2.418
	24	16.3	209	48.51	0.1194	3.023	0.0121	9.697	1.810
	31	19.3	293	67.71	0.1729	5.172	0.0207	15.083	2.580
	45	11.0	95	16.29	0.0419	1.074	0.0043	4.114	1.259
3	7	14.6	167	29.57	0.0766	1.774	0.0071	3.679	1.012
	8	11.5	104	19.66	0.0537	1.724	0.0069	3.268	0.794
	34	19.5	299	62.17	0.1623	5.047	0.0202	21.448	2.220
	35	11.1	97	15.30	0.0425	1.049	0.0042	(0.212)	(0.600)
	43	16.3	209	39.16	0.0985	2.823	0.0113	6.314	1.480
	46	20.5	330	84.13	0.2203	7.270	0.0291	17.913	4.209
	51	16.4	211	53.05	0.1357	3.822	0.0153	8.749	2.577
4	3	14.0	154	33.98	0.0860	2.648	0.0106	5.967	0.993
	6	16.6	216	62.04	0.1393	3.698	0.0148	14.089	2.326
	9	13.6	145	32.34	0.0726	2.323	0.0093	5.255	2.263
	17	11.9	111	17.07	0.0603	1.824	0.0073	3.532	0.677
	24	11.1	97	20.60	0.0515	1.774	0.0071	3.680	0.937
	28	11.2	99	19.61	0.0496	2.124	0.0085	3.149	0.532
	37	12.0	113	24.09	0.0568	1.999	0.0080	4.263	0.936
5	2	11.4	102	21.49	0.0556	1.899	0.0076	0.518	0.127
	4	12.6	125	23.67	0.0612	2.099	0.0084	1.111	0.302
	19	17.1	230	70.84	0.1718	5.172	0.0207	11.651	2.204

Appendix-Table 8. (つづき) (Continued)

番号 Plot No.	立木番号 Tree No.	胸高直径 D cm	胸高 断面積 G cm ²	幹重 (絶乾) Ws kg	幹材積 Vs m ³	皮重 (絶乾) W _M kg	皮材積 V _M m ³	枝重 (絶乾) W _B kg	葉重 (絶乾) W _L kg
5	23	18.1	257	75.32	0.1826	4.847	0.0194	9.803	2.305
	30	17.3	235	62.91	0.1546	4.797	0.0192	8.725	2.501
	31	19.6	302	79.64	0.1909	6.596	0.0264	9.629	2.470
	41	17.0	227	46.94	0.1197	3.223	0.0129	2.619	0.572
6	4	17.0	227	46.78	0.1194	3.498	0.0140	2.635	0.340
	9	11.3	100	28.05	0.0670	2.099	0.0084	3.711	1.069
	17	15.9	199	51.35	0.1321	4.272	0.0171	6.643	1.908
	23	12.7	127	28.93	0.0708	2.898	0.0116	2.571	0.430
	27	20.9	343	96.33	0.2377	5.746	0.0230	19.044	2.937
	28	15.1	179	44.94	0.1209	3.623	0.0145	8.759	2.345
	54	16.8	222	64.16	0.1514	4.147	0.0166	14.758	4.077
7	28	17.2	232	68.00	0.1608	4.947	0.0198	11.062	2.541
	32	13.5	143	32.83	0.0767	1.924	0.0077	3.165	1.154
	33	19.0	284	78.97	0.1941	6.021	0.0241	12.705	3.722
	37	13.3	139	25.47	0.0679	2.099	0.0084	(0.638)	(0.104)
	46	17.8	249	70.63	0.1791	6.021	0.0241	7.711	1.392
	48	22.8	408	145.77	0.3533	8.869	0.0355	24.204	5.614
	49	13.6	145	42.74	0.1094	2.773	0.0111	3.120	0.790
8	3	21.9	377	129.72	0.3178	7.920	0.0317	10.337	3.817
	11	13.7	147	40.05	0.0974	3.448	0.0138	2.495	0.401
	15	16.9	224	72.66	0.1739	4.172	0.0167	7.052	2.070
	18	12.2	117	22.45	0.0604	1.874	0.0075	1.551	0.275
	26	12.4	121	29.60	0.0736	1.874	0.0075	2.396	0.482
	38	18.2	260	58.25	0.1594	4.772	0.0191	6.620	1.239
	40	17.1	230	68.94	0.1747	4.772	0.0191	6.692	1.796
明 沢 地 区 Myōzawa district									
1	2	31.6	784	425.31	0.8915	27.453	0.0835	88.559	6.993
	7	29.6	688	358.39	0.7445	22.883	0.0696	52.504	8.589
	9	26.0	531	225.13	0.5002	18.280	0.0556	17.686	4.867
	15	27.0	573	300.52	0.6219	17.063	0.0519	8.748	2.254
	17	28.2	625	358.99	0.8003	26.138	0.0795	49.105	8.874
	38	22.4	394	187.55	0.4179	11.737	0.0357	12.542	3.531
	40	18.8	278	89.13	0.2098	7.628	0.0232	2.858	0.591
2	3	17.0	227	89.75	0.1673	6.688	0.0193	3.879	1.656
	10	22.0	380	167.18	0.3518	11.713	0.0338	15.990	4.610
	11	13.0	133	52.49	0.0936	3.327	0.0096	2.088	0.649
	13	17.6	243	84.07	0.1752	7.104	0.0205	5.176	1.665
	15	19.4	296	127.93	0.2319	7.451	0.0215	10.038	2.415
	27	23.2	423	181.12	0.3865	15.144	0.0437	11.303	3.971
	32	12.4	121	47.49	0.0933	3.639	0.0105	1.080	0.322

D : Breast height diameter, G : Basal area, Ws : Stem weight, Vs : Stem volume, W_M : Bark weight, V_M : Bark volume, W_B : Branch weight, W_L : Leaves weight.

() : 相対成長関係から除外 These values have not treated as the samples of relative growth.



Photo. 1

Prof. 1, B_{1b}(w) 残積土のカラマツ林（姫神）
Planted forest of *Larix* on residual
B_{1b}(w)-soil, Prof. 1 (Himekami).



Photo. 2

Prof. 2, B_{1b} 残積土の密なカラマツ林
（姫神）
Planted dense forest of *Larix* on re-
sidual B_{1b}-soil, Prof. 2 (Himekami).



Ground flora on residual B/b-soil, Prof. 2 (*Hydrangea paniculata*, *Dryopteris crassirhizoma*, *Rubus palmatus*, and others), (Himekami).

Photo. 3

Prof. 2, B/b 残積土の地
床状態 (ノリウツギ・オ
シダ・キイチゴ等)
(姫神)

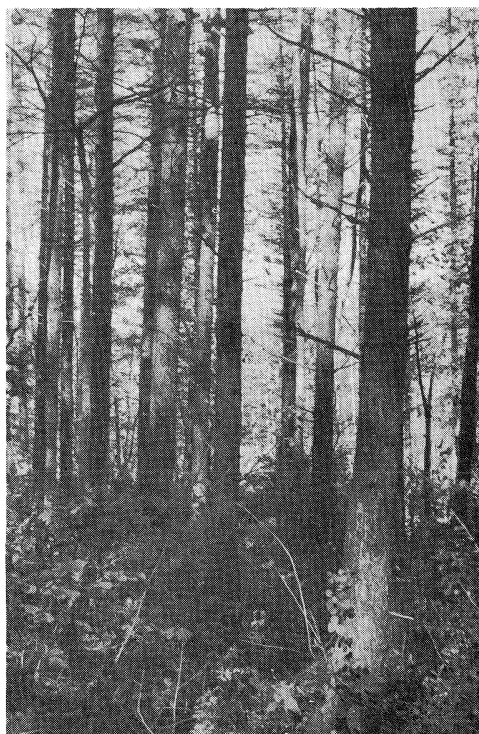


Photo. 4

Prof. 5, B/b(d) 残積土のカラマツ林
(姫神)
Planted forest of *Larix* on residual
B/b(d)-soil, Prof. 5 (Himekami).



Photo. 5

Prof 5, Bld(d) 残積土の
地床状態（ベニバナイチ
ヤクソウ），（姫神）

Ground flora on residual Bld(d)-soil, Prof. 6 (*Pyrola incarnata*)
(Himekami).



Photo. 6

Prof. 6, Bld·E 崩積土のカラマツ林（姫神）
Planted forest of *Larix* on colluvial
Bld·E-soil, Prof. 6 (Himekami).



Photo. 7

Prof. 6, Bld-E 崩積土の
地床状態 (オシダ), (姫
神)

Ground flora on colluvial Bld-E-soil, Prof. 6 (*Dryopteris crassirhizoma*),
(Himekami).



Photo. 8

Prof. 6 付近のミズナラ
天然林 (姫神)

Natural forest of *Quercus* near the Prof. 6 (Himekami).



Photo. 9

Prof. 7, B/c 残積土の密なカラマツ林 (姫神)
Planted dense forest of *Larix* on residual
B/c-soil, Prof. 7 (Himekami).

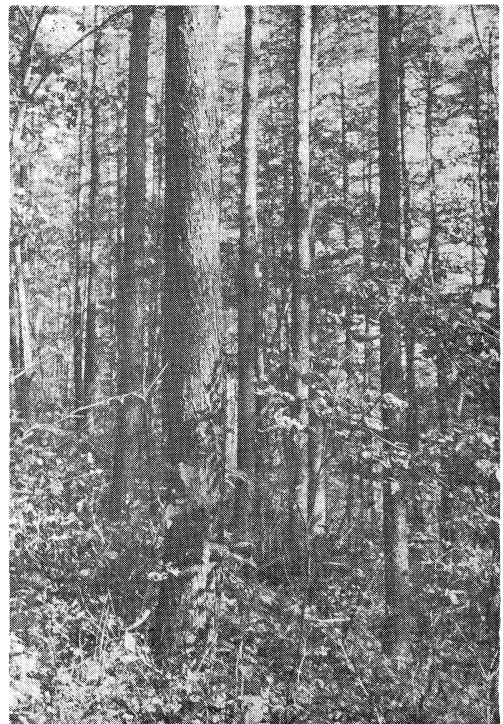


Photo. 10

Prof. 9, B/b~B/d(d) 匍行土のカラマツ林
(姫神)
Planted forest of *Larix* on creeping
B/b~B/d(d)-soil, Prof. 9 (Himekami).



Photo. 11

Prof. 10, B₁₀(d) 匍行土の密なカラマツ林
(姫神)

Planted dense forest of *Larix* on creeping
B₁₀(d)-soil, Prof. 10 (Himekami).

Photo. 12

Prof. 1, B₁₀(d) 残積土の密なカラマツ
林, この地区の代表林分で, 本数は 2,000
本に近い (種山)

Planted dense forest of *Larix* on re-
sidual B₁₀(d)-soil, Prof. 1. It is a typi-
cal stand of this area and the number
of stem per ha amounts to about 2,000
(Taneyama).



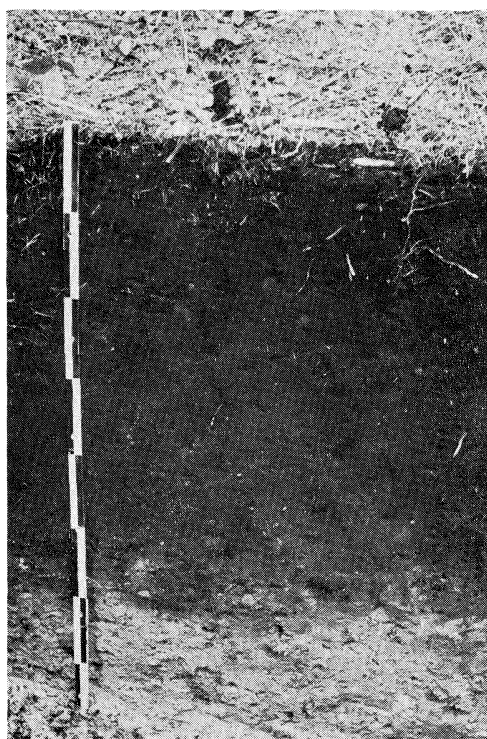


Photo. 13

Prof. 1, B/b(d) 残積土の層断面形態（種山）
Profile of residual B/b(d)-soil, Prof. 1 at
Taneyama area.

Photo. 14

Prof. 3, B/b 残積土における天然生アカマ
ツ混交状態（種山）
Planted forest of *Larix* on residual
B/b-soil, Prof. 3. Mixture of *Pinus*
is recognized (Taneyama).



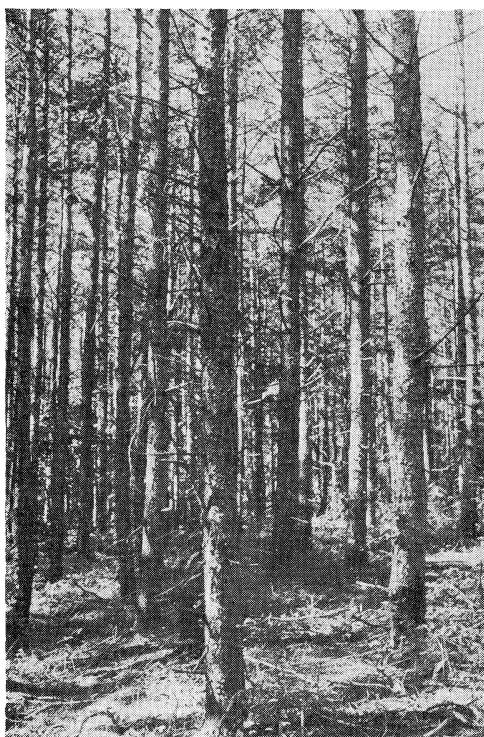


Photo. 15

Prof. 7, B/b 残積土の密なカラマツ林 (種山)
Planted dense forest of *Larix* on residual
B/b-soil, Prof. 7 (Taneyama).

Photo. 16

Prof. 2, B_B 残積土のカラマツ林, ミズナ
ラ混交 (明沢)
Mixed stand of planted *Larix* and
natural *Quercus* on residual B_B-soil,
Prof. 2 (Myōzawa).





Photo. 17

明沢地区のカラマツの根元曲り状態
Degree of crooked at the root of *Larix*
at Myōzawa area.

Photo. 18

カラマツ調査地付
近のスギ雪害木
(明沢)



Snow damage of planted *Cryptomeria* near the area surveyed (Myōzawa).



Photo. 19

カラマツ調査地付近におけるスギ雪害による不成績造林地（明沢）

Very poor planted forest of *Cryptomeria* by snow damage near the area surveyed (Myōzawa).