

スギ壮齡林の養分含有量に関する研究

原 田 洸⁽¹⁾・佐 藤 久 男⁽²⁾・堀 田 庸⁽³⁾
 蜂 屋 欣 二⁽⁴⁾・只 木 良 也⁽⁵⁾

Hiroshi HARADA⁽¹⁾, Hisao SATO⁽²⁾, Isao HOTTA⁽³⁾, Kinji HATYU⁽⁴⁾
 and Yoshiya TADAKI⁽⁵⁾: Study on the Nutrient Contents of
 Mature *Cryptomeria* Forest

要 旨：林齢28～59年生の5地域14林分のスギ林で、土壌、有機物層、林床植生、林木にふくまれる養分量を調査し、考察を加えるとともに、スギ壮齡林の1年間の乾物生産量、養分吸収量および落葉による乾物や養分の林地への還元率を試算した。

深さ 50 cm までの土の中に N は 6.9～15.9 ton/ha, P_2O_5 は 1.5～6.7 ton/ha, K_2O は 2.0～25.5 ton/ha ふうまれ、有機物層には N で 73～127 kg/ha, P_2O_5 で 9～29 kg/ha, K_2O で 7～53 kg/ha ふうまれていた。林木地上部の ha あたり養分含有量は N で 187～558 kg/ha, P_2O_5 で 48～207 kg/ha, K_2O で 145～676 kg/ha, CaO で 633～1,551 kg/ha であった。すなわち、森林生態系内の養分分布では、有効態の P_2O_5 以外の養分は、いずれも大部分が土壌中に分布することになる。

林分ごとに乾物および各養分の T/R 比を計算した。

最近1年間の林分の乾物生産量は、平均すると 11.2 ton/ha・yr, 養分吸収量は N は 36 kg/ha・yr, P_2O_5 は 10 kg/ha・yr, K_2O は 26 kg/ha・yr と計算された。また落葉による養分の還元率は N で 72%, P_2O_5 で 57%, K_2O で 56%, CaO で 66% と計算された。

目 次

1. ま え が き	18
2. 調査林分の概要	18
3. 調 査 方 法	20
4. 結果および考察	21
4-1. 調査林分の土壌の理化学性	21
4-2. 有機物層の重量と化学的性質	26
4-3. 林床植生の乾物重量と養分含有量	27
4-4. 伐倒供試木の成長	29
4-5. 林木の乾物重量	29
4-6. 林木各部位の養分濃度	37
4-7. 当年葉の養分濃度と成長	43
4-8. 林木の養分含有量	44
4-9. 土壌の化学性と林木の養分含有量, 養分含有率, 乾物生産量	48
4-10. 森林生態系における養分の分布	51
4-11. スギ壮齡林の最近1年間の乾物生産量, 養分吸収量および落葉による還元率の試算	52
5. 総 括	56
Appendix	58
文 献	72
Summary	73

1972年6月6日受理

(1) 北海道支場 (2)(3) 土じょう部 (4)(5) 造林部

1. ま え が き

1963 年から 1967 年にいたる 5 年間、農林水産技術会議の特別研究「林地土壌生産力」に関する共同調査がおこなわれたが、その調査の一環として、林木の養分含有量に関する調査研究が埼玉県秩父、静岡県気田、静岡県天城、新潟県村上地区のスギ林および静岡県箱根地区のスギ、ヒノキ林で行なわれた。

これらの成果の概要は、毎年「林地土壌生産力研究成果報告書」¹⁸⁾として農林水産技術会議に提出し、また一部のデータに 2, 3 の考察を加えて発表したものもある⁶⁾⁷⁾⁸⁾。

しかし、1967 年で当初計画していた調査が終了したので、箱根のヒノキ林* を除いた 5 地域のスギ林についてとりまとめ、総合考察を行なった。

単木あるいは林分の乾物現存量や養分含有量に関する調査は、地力の維持や林地生産力の向上を目標とした保育技術体系を確立するために、きわめて重要な意味をもっている。

この報告は 5 地域 14 林分について、スギ林の養分含有量を巨視的な立場で調査したものであって、北海道から九州にまで分布するスギ林に普遍的にあてはまる調査結果ではない。

しかし、すでに四大学合同調査班によるスギ林の物質循環に関する報告²⁰⁾もあり、これらの成果および将来の調査結果を集積、整理することにより、将来各地区のスギ林の特性が把握され、また立地区細分などの手がかりが得られるのではないと思われる。

そこで、この報告では林分の養分含有量に焦点をおいたが、測定値の中には見方を変えて計算し直せば、別の目的に利用できるものもあるので、それらは将来の再計算を考慮して、なるべく集約せず粗資料のまま表示しておいた。

この調査研究にあたり、有益なご助言をいただいた林業試験場長竹原秀雄、土壌部長橋本与良、九州支場長増 隆男、土壌第三研究室長真下育久の諸氏、一部の調査に参加して協力してくださった九州支場土壌研究室長脇 孝介、東北支場育林第三研究室員後藤和秋、関西支場造林研究室員藤森隆郎の諸氏、また調査に際して種々ご協力いただいた関係営林局署の方々に厚くお礼申しあげます。

2. 調査林分の概要

調査の対象にしたスギ 14 林分の概要は Table 1 のとおりである。

すなわち 5 地区にわかれ、母材は古生層、第三紀、火山灰などからなり、海拔高は 160m から 1,040m におよび、林齢は 28 年から 59 年にわたっている。

埼玉県秩父は秩父営林署越生担当区部内で、古生層の出現している地帯の同一斜面で、斜面の上、中、下の位置別に調査地を設定し、それぞれ林分 1, 2, 3 と呼称した。林分 1 は斜面上部にあつて樹高や胸高直径の小さな林分であるが、最近数年間の成長状態は良好である。地位指数** は 11 である。

林分 3 は斜面下部にあつて、樹高や胸高直径は大きい、最近数年間の成長は林分 1 にくらべると不良である。地位指数は 19 である。林分 2 はこれらの中間にある。

静岡県気田は気田営林署京丸担当区部内の隣接した林班内で土壌型の異なる 3 林分を選定し、別途行なわれた土壌調査の試孔点番号を略して、林分 10, 24, 30 と呼称した。林分 10 は成長が非常によく地位指数

* ヒノキの調査結果は文献 7) に発表した。

** 40 年時の樹高で表現。

Table 1. 調査林分の概要
Conditions of surveyed forest

項目 Item	地域 Area	母材 Parent material	林分 番号 Stand No.	林班 Block	方位・傾斜 Direction and inclination	地形 Topography	海拔高 Elevation (m)	林齢 Age	土壌型 Soil type	平均樹高 Mean height (m)	平均胸高直径 Mean D.B.H. (cm)	地位指数 Site index	立木密度 Stand density /ha	林分材積 Stand volume (m³/ha)	胸高断面面積 Basal area (m²/ha)	調査年 Surveyed year	土壌試孔点番号 Soil profile No.	調査者 Surveyor
秩父, 埼玉県 Chichibu, Saitama Pref.		古生層 Paleozoic	1	34	S 45°E 15°	斜面上	300	55	B ₀ (d)	13.4	15.9	11	2,005	320	40		—	原田 洗 H. HARADA
			2	34	S 45°E 20°	斜面中凸	300	55	B ₀	15.1	17.7	12	2,020	420	50	1963	—	協 孝介 K. WAKI
			3	34	S 45°E 20°	斜面下凹	300	55	B ₀	20.9	26.3	19	928	520	53		—	峰屋 欣二 K. HATYU 佐藤和秋 K. SATO K. GOTO
気田, 静岡県 Keta, Shizuoka Pref.		古生層 Paleozoic	10	258	S 52°E 35°	斜中微凹	940	48	B ₂	21.8	29.8	20	860	600	66		610	原田 洗 H. HARADA
			24	257	S 24°E 35°	急斜上凸	1,040	49	B ₀ (d)	12.9	21.8	12	1,310	350	51	1964	624	佐藤久雄 H. SATO 峰屋 欣二 K. HATYU
			30	258	S 42°E 38°	斜下平衡	900	48	B ₀	18.3	24.6	16	1,100	490	55		630	藤森隆郎 T. FUJIMORI
天城, 静岡県 Anagi, Shizuoka Pref.		火山灰 Volcanic ash	19	80	N 45°E 20°	山頂緩斜微凹	760	35	B ₀ (d)	11.4	14.8	12	2,470	280	41		1,019	原田 洗 H. HARADA
			20	64	N 65°E 33°	山腹平衡	700	38	B ₀	14.0	16.9	14	2,050	410	49	1965	1,020	佐藤久雄 H. SATO 堀田 庸 I. HOTTA
			25	64	N 50°E 20°	山脚微凹	560	38	B ₂	18.3	22.9	19	1,410	520	55		1,025	峰屋 欣二 K. HATYU
村上, 新潟県 Murakami, Niigata Pref.		第三紀 Tertiary	9	370	S 25°E 25°	斜下微凹	160	59	B ₀	21.5	30.0	17	837	680	64		2,009	原田 洗 H. HARADA
			10	370	S 60°E 15°	尾根凸	180	59	B ₂	7.1	11.3	6	2,680	130	31	1966	2,010	佐藤久雄 H. SATO 堀田 庸 I. HOTTA
			11	370	S 60°E 20°	斜中谷頭凹	170	59	B ₂	25.8	36.3	20	621	770	68		2,011	只木良也 Y. TADAKI
箱根, 静岡県 Hakone, Shizuoka Pref.		火山灰 Volcanic ash	14	179	S 20°W 20°	谷頭下凹	760	28	B ₀	12.2	18.0	16	1,720	260	45	1967	1,114	原田 洗 H. HARADA
			19	179	S 20°W 30°	斜中凸	680	28	B ₀ c	5.8	10.7	9	2,800	70	27		1,119	佐藤久雄 H. SATO 堀田 庸 I. HOTTA 只木良也 Y. TADAKI

は20を示す。林分24は斜面上部にあって成長が悪く、林分30はこれらの中間である。

静岡県天城は天城営林署猫越担当区部内の隣接した林班で、火山灰を母材とする土壤型の異なる3林分を選定し、土壤調査の試孔点番号を略して林分19、20、25と呼称した。成長は林分19<20<25の順序になっている。

新潟県村上は村上営林署女川担当区部内の同一林班内で、第三紀層に由来する土壤型の異なる3林分を選定し、別途に行なわれた土壤調査の試孔点番号を略して林分9、10、11と呼称した。林分11は最も成長がよく、地位指数は20であり林齢59年で平均樹高 25.8m、胸高直径 36.3 cm に達している。林分9の成長はこれに次ぎ、林分10は尾根筋にあって成長は非常に不良である。地位指数は6にすぎない。

静岡県箱根は沼津営林署御殿場担当区部内で、火山灰を母材料とする土壤型の異なる2林分を選定し、別途に行なわれた土壤調査の試孔点番号を略して、林分14、19と呼称した。林分14は谷頭下部に位置して成長は比較的良好であるが、林分19は斜面凸部にあって成長不良である。調査時点の林齢は28年でこの一連の調査地の中では最も若い。

3. 調査方法

3-1. 現地での調査方法

a. 調査地の選定

林地生産力に関する土壤調査の終わった地域から、なるべく同一林班または隣接する林班内の同齢単純林で生産量の異なるスギ壮齡林を選びだし、土壤の精密調査で設定した代表断面の付近で、50本程度の生立木をふくむ面積に調査地を設定した。

しかし、1963年度に調査した秩父のスギ林は、調査方法の検討をかねて土壤調査とは別におこなわれたため、同一林小班の同一斜面上の位置の違いにより3か所（斜面の上、中、下）を選定した。

選定林分は、できるだけその地方の地位に応じた収穫表密度に近い林分で、過去5年以内に除間伐などが加わっていない林分とし、調査地はなるべく単純な型とし、周辺効果（約樹高の半分）を考慮し、異なった地位の部分がはいらないように注意した。

b. 供試木の選定

調査地内の生立木に番号をつけ、胸高直径を 0.1 cm 単位で、樹高、枝下高を 0.1m 単位で毎木調査したのち、胸高直径を cm に括約し本数分布表を作成し、胸高直径分布に対応させて供試木を選定した。供試木は5～8本であった。

c. 供試木地上部の重量測定と樹幹解析

供試木は現地で幹、枝、葉緑部、根の4部位にわけ、枝と葉緑部は2mの階層ごとに生重量を秤量した。秤量の単位は kg とし、小数以下1位まで測定した。幹は直接秤量した場合もあるが、大部分は樹幹解析用の円板の容積と生重量を測定し、容積重から幹の重量を換算した。

d. 供試木地上部から分析用試料の採取

各調査林分ごとに重量測定の終わった供試木の同じ層位の枝および葉緑部をよくまぜて、層位別、枝葉別に 500～1,000 g 程度の平均的試料をポリエチレン袋に採取した。幹材部の分析用試料は特別の場合をのぞき樹幹解析用円板をもちいた。

e. 根の重量測定と分析用試料の採取

5～8本の供試木のうち、中グループに属する2～3本を選定し、幹を中心にして1本当たりの平均占有面積またはその1/2の面積内の根を土壌の層位別に掘りあげ、それぞれ根株、太根（2 cm 以上）、中根（2～0.2 cm）、細根（0.2 cm 以下）にわけて重量を測定した。

分析用試料は2～3本の供試木の同じ層位、同じ太さの根をよくまぜて、層位別、太さ別に500～1,000 g程度の平均的試料をポリエチレン袋に採取した。

f. 有機物層・林床植生および土壌の採取

有機物層の調査は、各林分に1 m²のコードラートを2～3か所設置し、その中の落葉、落枝の生重量を測定したのち、約1,000 g程度を分析試料として、ポリエチレン袋に採取した。林床植生はその状態により数m²のコードラートをとり調査した。

鉍質土壌については、すでに土壌調査班が先行して採取しているが、とくに必要ある場合は追加採取した。

3-2. 室内での調査

a. 葉と緑枝の分離

ポリエチレン袋に採取した葉緑部の試料は、葉と緑枝に区分して生重量を秤量し、階層別に葉率をもとめ、その数値を現地で測定した葉緑重に掛けて葉と緑枝の重量を換算した。スギは葉と緑枝の区分が困難なので、この調査では便宜上葉緑部の先端から数えて第2次分岐までを葉とみなし、残った部分を緑枝とした。

b. ha 当たり重量の換算

林木各部位の重量は断面積比推定法で ha に換算した。有機物層、林床植生の重量は面積比例で ha 当たりに換算した。

c. 乾物重量の換算

各試料は常法で絶乾にして乾物率を計算し、これをもとにして乾物重量を換算した。

d. 分析用試料の調整と分析方法

分析用に採取した試料は、熱風乾燥機で乾燥後、樹体部は粉碎機で粉碎し有機物層は擂潰機ですりつぶし、それぞれ20メッシュ以下にして分析に供した。

分析方法は樹体および有機物層についてはNはケルダール法、P₂O₅、K₂O、CaO、MgOはHNO₃—HClO₄で湿式灰化したのち、それぞれモリブデン青比色法、炎光法、EDTA 滴定法でもとめた。

土壌は原則として先行した土壌調査班の分析値を利用したが、Total-P₂O₅とTotal-K₂OはHNO₃—HClO₄可溶法で、有効態のP₂O₅は0.2 N HCl 浸出法でそれぞれ追加分析した。

4. 結果および考察

4-1. 調査林分の土壌の理化学性

先行した土壌調査班の調査結果¹³⁾に筆者らの分析結果を追加し、各調査地点の土壌の断面形態、土壌の理化学性、土壌の化学性を表示するとTable 2～4のとおりである。

これによると、秩父の土壌はA層の厚さは10～15 cm 程度で薄く、礫に富んだB層に漸变的に移行する。一般に最大容水量は大きい、全孔げきや最小容気量がやや小さく、容積重は重い土壌である。化学性についてみると、Total-NやTotal-K₂Oの濃度は比較的高いが、Total-P₂O₅はそれほど高くない。

Table 2. 土 壤 の 断 面 形 態
Soil profile of surveyed plot

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	層 位 Horizon	厚 さ Thick- ness (cm)	層の推移 Change of horizon	土 色 Soil colour	腐植 Hu- mus	石 礫 Gravel	土性 Tex- ture	構造 Struc- ture	堅密度 Consis- tency	土壌型 Soil type
秩 父 Chichibu	1	A B ₁ B ₂	10 20 >20	漸 " —	7.5YR ^{3/2} " ^{3/4} " "	富 含 之	乏 礫 多 中	CL " "	Cr, Bk Bk 弱 —	軟 " —	B _D (d)
	2	A—B B	10 10 >30	漸判 —	7.5YR ^{3/2} " ^{3/3} " ^{3/4}	富 含 之	乏 礫 多 中	CL " "	Cr " —	軟 " 堅	B _D
	3	A—B B	10 25 >20	漸 " —	7.5YR ^{2/2} " ^{3/3} " ^{3/4}	富 含 之	乏 礫 含 中	CL " "	Cr " —	軟 " 堅	B _D
気 田 Keta	10	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	15 70 20 >20	判 " " —	7.5YR ^{3/2} 10YR ^{3/2} " ^{4/2} " ^{4/4}	富 " 含 "	小 礫 多 小 中 礫 多 中 大 礫 多 大 礫 多	SL " " "	Cr " " —	鬆, 軟 堅 " "	B _E
	24	A ₁ A ₂ B	4 15 >70	判 " —	10YR ^{3/4} " ^{4/4} " ^{5/6}	富 含 之	小 中 礫 多 中 礫 多 中 礫 多	CL " "	gr Bk —	軟 堅 やや堅	B _D (d)
	30	A ₁ A ₂ A ₃ B	5 10 35 >40	明判 漸 —	5YR ^{3/4} 10YR ^{3/4} " ^{3/6} " ^{4/4}	頗る富 富 含 "	小 礫 多 小 中 礫 多 中 大 礫 多	L " " "	Cr " Cr 弱 —	鬆, 軟 堅 頗る堅	B _D
天 城 Amagi	19	A A—B B ₁ B ₂ —V _s A'	12 16 16 28 >20	漸 " " 明	7.5YR ^{2/3} " ^{3/4} " ^{4/4} " ^{4/4} " ^{3/2}	富 含 含 之 含	乏 含 多 多 頗る	CL " " L CL	Cr, Bk Bk 弱 — —	頗る軟 軟 やや堅 軟	B _D (d)
	20	A ₁ A ₂ B ₁ B ₂	8 15 30 >30	漸 " "	7.5YR ^{2/3} " ^{3/3} 10YR ^{3/4} " ^{4/4}	富 含 之 "	乏 " " "	CL " " "	Cr 強 Bk — —	頗る軟 軟 "	B _D
	25	A ₁ A ₂ A—B B ₁ B ₂	14 18 20 12 >20	判 漸 明 "	7.5YR ^{2/2} " ^{2/3} " ^{2/3} 10YR ^{4/4} 7.5YR ^{3/4}	富 " 含 之 含	乏 " " " "	CL " " SL "	Cr 強 Cr, Bk Bk 弱 —	頗る軟 軟 やや堅 堅	B _E
村 上 Mura- kami	9	A ₁ A ₂ B B—C	15 25 55 >20	漸判 明	10YR ^{2/2} " ^{2/3} " ^{3/2} 7.5YR ^{5/8}	富 " 含 之	小 礫 含 中 礫 多	CL " "	Cr Bk, Cr Bk —	鬆, 軟 堅 頗る堅	B _D
	10	H—(A) A B ₁ B ₂ C	5 15 20 35	明判 " "	7.5YR ^{2/2} " ^{2/3} 10YR ^{5/6} " ^{6/6} " ^{6/6}	頗る富 富 乏 "	乏 礫 含 " " " "	C " " "	gr gr, Nu — —	軟 堅 " "	B _B
	11	A ₁ A ₂ A ₃ B	20 20 15 >35	漸判 " "	7.5YR ^{2/2} 10YR ^{2/2} " ^{2/2} " ^{4/3}	富 " " 含	小 礫 含 " " " " 中 礫 多	ScL " " "	Cr " Bk —	軟 堅 " "	B _E

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	層 位 Horizon	厚 さ Thick- ness (cm)	層の推移 Change of horizon	土 色 Soil colour	腐植 Hum- us	石 礫 Gravel	土性 Tex- ture	構造 Struc- ture	堅密度 Consis- tency	土壌型 Soil type
箱 根 Hakone	14	A ₁	8	明	2.5 YR ^{1/0}	頗る富	乏	SL	Cr	頗る鬆	B/d
		A ₂	11	漸	7.5 YR ^{1/1}	富	〃	〃	Bk, Cr	鬆軟	
		A—B	25	〃	5 YR ^{2/3}	富	〃	〃	m	堅	
		B ₁	18	〃	7.5 YR ^{4/4}	〃	〃	CL	m	〃	
		B ₂	>20	〃	〃 ^{4/4}	〃	〃	〃	m	〃	
	19	A ₁	6	明判	5 YR ^{1/1}	頗る富	乏	L	gr, Cr	頗る鬆	B/c
		A ₂	14	漸判	5 YR ^{1-2/1}	富	〃	〃	Nu	軟堅	
		A—(B)	9	〃	7.5 YR ^{2/3}	〃	〃	〃	m	〃	
		A—B	19	〃	5 YR ^{2/4}	〃	〃	CL	m	〃	
		B	>20	〃	〃 ^{3/4}	〃	〃	〃	m	〃	

Table 3. 土 壌 の 理 学 性

Physical properties of soil

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	層 位 Horizon	容 積 組 成 Indication of the total volume							細 土 容 積 重 Volume weight g/100cc	透 水 量 Permea- bility cc/min
			細土 Fine soil	礫 Gra- vel	根 Root	採取時 水 分 Mois- ture	最大容水量 Max. water holding capacity	最小容気 量 Min. air capacity	全孔隙 Porosity		
秩 父 Chichibu	1	A	18	11	2	31	62	7	69	46	173
		B	22	9	2	33	63	4	67	55	84
	2	A	19	1	1	37	68	11	79	49	248
		A—B	23	1	1	35	71	4	75	55	80
	3	B	25	3	1	37	68	4	72	61	145
		A	12	10	1	58	79	—	78	29	119
氣 田 Keta	10	A	31	10	0	37	57	1	58	77	112
		B	30	7	1	34	57	5	62	75	245
	24	A ₁	11	23	2	31	49	15	64	28	125
		A ₂	18	21	1	41	53	7	60	46	97
	30	A ₁	11	19	2	42	51	17	68	27	220
		A ₂	24	12	3	30	37	25	62	59	115
天 城 Amagi	19	B	22	11	1	47	60	6	66	54	67
		A ₁	13	12	5	33	45	26	71	31	118
	20	A ₂	17	14	2	35	49	18	67	42	72
		A ₃	20	13	3	42	55	9	64	50	56
	25	A	14	1	1	51	66	19	85	35	160
		A—B	16	3	1	59	70	11	81	40	19
村 上 Mura- kami	9	B ₁	14	8	0	52	64	14	78	34	76
		A ₁	14	10	0	40	57	20	77	34	115
	10	A ₂	14	7	0	42	63	15	78	36	150
		B ₁	19	8	1	45	57	15	72	48	48
	11	A ₁	12	5	0	43	64	20	84	30	116
		A ₂	16	9	0	51	62	13	75	40	12
箱 根 Hakone	14	A—B	16	9	0	50	61	14	75	40	16
		A ₁	21	1	0	48	65	14	79	51	—
	19	A ₂	24	2	0	51	64	10	74	60	—
		H—A	14	0	0	42	71	15	86	35	—
	25	A	22	0	0	37	62	16	78	55	—
		B ₁	30	0	0	47	60	10	70	75	—
箱 根 Hakone	9	A ₁	25	2	0	52	67	8	75	63	—
		A ₂	33	3	0	55	65	2	67	82	—
	14	A ₃	28	6	0	53	63	9	72	71	—
		A ₁	14	3	0	35	51	32	83	36	736
	19	A ₂	16	2	0	42	62	20	82	39	690
		A—B	14	1	0	70	76	9	85	35	11
箱 根 Hakone	19	A ₁	13	1	1	35	66	19	85	32	—
		A ₂	18	1	0	56	76	5	81	45	—
	25	A—B	15	0	1	64	78	6	84	38	—

Table 4. 土 壤 の 化 学 的 性 質
Chemical properties of soil

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	層 位 Horizon	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	Y ₁	Total %				C/N	0.2N sol. ppm	
						C	N	P ₂ O ₅	K ₂ O		P ₂ O ₅	K ₂ O
秩 父 Chichibu	1	A B	5.1	—	13.8	10.0	0.65	0.14	0.48	15	—	—
			4.6	—	26.5	5.8	0.43	0.13	0.75	13	—	—
	2	A A—B B	5.2	—	6.6	11.8	0.93	0.17	0.29	13	—	—
			4.8	—	10.7	8.0	0.62	0.15	0.30	13	—	—
			5.2	—	11.0	0.9	0.15	0.07	0.84	6	—	—
	3	A A—B B	5.6	—	2.0	5.3	0.47	0.18	0.77	11	—	—
			4.8	—	27.3	2.3	0.25	0.17	0.86	9	—	—
			5.4	—	25.3	1.5	0.13	0.16	0.81	12	—	—
気 田 Keta	10	A ₁ A ₂	5.3	4.3	5.4	6.4	0.47	0.18	0.73	14	55	143
			4.9	4.3	14.5	4.5	0.44	0.23	0.57	10	27	132
	24	A ₂ B	4.8	3.9	35.2	6.4	0.58	0.14	0.44	11	25	148
			5.0	4.0	28.3	2.3	0.32	0.09	0.51	7	7	66
	30	A ₁	5.2	4.3	4.6	10.4	0.89	0.25	0.81	12	32	209
		A ₂	5.0	4.1	18.6	5.6	0.58	0.23	0.71	10	28	153
		A ₃	5.0	4.3	14.0	4.0	0.50	0.21	0.43	8	35	65
		B	5.1	4.4	10.7	2.6	0.39	0.21	0.28	7	2	61
天 城 Amagi	19	A A—B B	4.6	3.9	10.6	13.9	1.09	0.27	0.18	13	18	127
			4.9	4.2	1.4	6.5	0.58	0.21	0.13	11	5	77
			5.1	4.4	0.6	4.9	0.42	0.11	0.06	12	16	46
	20	A ₁ A ₂ B	5.0	4.1	9.5	9.2	0.78	0.27	0.29	12	2	148
			5.1	4.2	8.6	5.4	0.53	0.25	0.25	10	7	80
			5.2	4.2	7.0	3.3	0.50	0.21	0.23	7	7	62
	25	A ₁ A ₂ A—B	5.4	4.4	1.5	15.5	1.32	0.37	0.17	13	—	199
			5.4	4.3	2.1	8.3	0.80	0.34	0.17	10	2	108
			5.6	4.4	0.6	5.3	0.46	0.18	0.10	12	2	41
村 上 Mura- kami	9	A ₁ A ₂ B	5.7	4.3	4.3	6.9	0.52	0.09	0.46	13	14	—
			5.5	4.0	55.0	3.0	0.26	0.11	0.43	12	7	—
			5.5	3.9	55.0	1.5	0.14	0.10	0.56	11	9	—
	10	H—A	3.9	3.1	60.3	29.8	1.10	0.12	0.33	27	44	—
		A	4.5	3.9	53.3	7.6	0.33	0.08	0.64	23	5	—
		B ₁	5.0	4.4	27.3	3.0	0.17	0.06	0.55	18	7	—
		B ₂	5.1	4.0	38.3	0.8	—	0.04	0.87	—	2	—
	11	A ₁ A ₂ A ₃ B	5.5	4.3	5.9	5.9	0.36	0.13	0.40	16	12	—
			5.2	4.0	24.1	3.4	0.21	0.11	0.36	16	5	—
			5.3	4.0	24.0	3.7	0.23	0.12	0.46	16	5	—
			5.3	4.3	8.9	1.6	—	0.09	0.29	—	5	—
箱 根 Hakone	14	A ₁ A ₂ A—B	5.9	4.9	0.9	11.4	0.85	0.27	0.14	13	18	—
			5.7	4.7	1.3	11.5	0.85	0.25	0.14	13	25	—
			5.8	4.8	1.0	9.6	0.75	0.45	0.16	10	9	—
	19	A ₁ A ₂ A—B	5.7	4.8	1.9	12.8	0.95	0.23	0.15	13	14	—
			5.8	4.8	1.4	11.4	0.89	0.22	0.14	13	14	—
			5.8	5.0	0.3	8.5	0.78	0.27	0.15	11	11	—

C. E. C m. e.	Ex.-Ca m. e.	Ex.-Mg m. e.	Phosphorus absorption coefficient
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---
---	---	---	---
23.7	5.50	---	750
21.4	0.70	---	1,000
34.2	1.70	0.61	1,300
27.9	0.37	0.03	1,600
40.9	13.80	1.65	900
26.6	1.00	0.11	1,500
21.3	0.60	0.10	1,600
17.1	0.40	0.38	1,600
56.8	11.40	1.90	1,000
34.4	1.55	0.43	1,700
20.0	0.53	0.38	1,000
50.0	9.20	1.80	1,300
38.4	3.60	1.00	1,400
20.0	1.00	0.09	2,100
42.6	10.30	1.82	1,800
35.2	2.90	1.38	2,000
26.0	1.30	0.09	1,800
---	---	---	1,900
---	---	---	1,800
---	---	---	1,950
81.2	0.98	3.15	---
39.3	0.48	0.27	1,900
36.0	0.36	0.06	1,910
34.0	0.30	0.20	1,850
30.1	8.18	3.03	1,860
22.1	0.70	0.71	1,860
23.7	0.65	0.81	1,850
17.0	0.40	0.12	1,850
38.1	10.24	2.02	2,180
38.4	13.23	2.15	1,830
41.6	1.85	0.95	2,900
42.2	11.11	3.02	2,210
37.0	7.32	2.41	2,380
30.9	1.28	0.81	2,770

気田の土壤は、林分 24 では A 層の厚さは 15~20 cm 程度で薄い、林分 10 および林分 30 では厚く 50 cm 以上に達している。表層から角礫に富んでいる。一般に細土容積が小さく、最大容水量、全孔げきは比較的小さい。容積重は A 層では軽い、A₂ 層や B 層では比較的重い土壤である。化学性では Total-K₂O の濃度が高く Total-P₂O₅ や有効態の P₂O₅ も比較的高いが、置換容量はそれほど大きくはない。

天城の土壤は細土容積が小さく、全孔げき、最大容水量、最小容気量いずれも大きく、容積重の軽い土壤である。化学性では Total-N, Total-P₂O₅ の濃度が高いが、Total-K₂O および有効態の P₂O₅ の濃度は低く、置換容量は大きい。リン酸吸収力は強い。

村上の土壤は細土容積、全孔げきともに大であり、容積重は非常に重い土壤である。化学性では置換酸度が非常に大きく、N や K₂O の濃度は高いが、Total-P₂O₅ および有効態の P₂O₅ は低い。置換容量はそれほど大きくなく、置換性の CaO は非常に少ない。

箱根の土壤は火山灰に由来する黒色土壤で、細土容積が小さく、最大容水量、全孔げき量ともに大で容積重は軽い土壤である。化学性は置換酸度が非常に低く、Total-N の濃度は非常に高く Total-P₂O₅ も高いが、Total-K₂O や有効態の P₂O₅ は低い。置換性の CaO は多くリン酸吸収力も非常に強い。

結局栄養的にみれば、火山灰に由来する天城、箱根の土壤は Total-N, Total-P₂O₅ の濃度が高いが、有効態の P₂O₅ や Total-K₂O の濃度は低く、第三紀頁岩に由来する村上の土壤は Total-N, Total-K₂O の濃度は高いが、Total-P₂O₅ の濃度は低く、中古生層の秩父、気田の土壤は各養分とも比較的高濃度にふくまれ、とくに気田では、有効態の P₂O₅ が高い傾向がみられる。

Table 2~4 をもとにして、深さ 50 cm までの土壤の中にふくまれる養分量を計算すると Table 5 のようになる。

N についてみると、6.9~15.9 ton/ha の範囲で平均すると、ほぼ 10 ton/ha 前後ふくまれている。この中で秩父の林分 3 は 6.9 ton/ha で最もすくないが、これはこ

Table 5. 深さ 50 cm までの土壌中の養分含有量
Nutrient contents of soil to the depth of 50 cm (kg/ha)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	全 窒 素 Total-N	全 リ ン 酸 Total-P ₂ O ₅	全 カ リ Total-K ₂ O	有効リン酸 Available-P ₂ O ₅	置換性石灰 Exchange-Ca
秩 父 Chichibu	1	12,700	3,350	17,610	—	—
	2	13,890	3,410	14,960	—	—
	3	6,900	5,080	25,520	—	—
気 田 Keta	10	8,660	4,160	11,890	70	2,230
	24	11,170	2,930	13,500	35	890
	30	12,560	5,030	11,760	80	2,010
天 城 Amagi	19	11,040	3,190	1,970	20	3,420
	20	12,000	5,020	5,350	14	3,210
	25	14,150	5,170	2,604	4	4,070
村 上 Murakami	9	8,720	1,460	13,330	11	—
	10	8,480	2,220	18,240	12	760
	11	9,610	4,290	14,210	11	6,700
箱 根 Hakone	14	14,150	6,710	2,730	28	5,950
	19	15,870	4,890	2,840	26	4,540

この土壌のA層、A—B層にN濃度が低かったのが原因し、箱根14、19の林分では 14.1~15.8 ton/ha と非常に多い量を示しているが、これはこの土壌が黒色土壌で深くまでNが高濃度にふくまれていたためである。地域別にみると、村上では一般に少なく、箱根では多い傾向のようにみられる。

Total-P₂O₅ は村上9の 1.5 ton/ha から箱根14の 6.7 ton/ha の範囲であり、一般には 3~5 ton/ha の値を示す例が多い。Table 4 の Total-P₂O₅ の濃度は、天城や箱根の土壌で高かったが、Table 5 の Total-P₂O₅ の含有量とした場合あまり目立たないのは、これらの地域は火山灰母材で容積重が軽いためである。

Total-K₂O は、天城19の 1.97 ton/ha から秩父3の 25.52 ton/ha まで大きく変化しているが、地域別にみると天城や箱根地域のように、火山灰に由来する土壌では低い。

有効態の P₂O₅ は Total-P₂O₅ にくらべると 1/100~1/200 程度であり、地域別にみると気田では天城、村上、箱根地域にくらべて多い。

1 N 酢酸アンモンで置換される CaO の量は気田24、村上10林分のようにA層の pH が低い林分では非常に少ないが、その他の林分では 2~4 ton/ha 程度の量を持っている例が多い。

4-2. 有機物層の重量と養分含有量

有機物層の ha 当たり乾物重量と養分含有量は Table 6 のとおりである。

有機物層の乾物重量は 7.7~15.0 ton/ha の範囲で変動しているが、全体として林分の成長状態、林齢差、地域差などによる影響はみられないようである。

有機物層の養分濃度は地域により異なり、秩父では N, CaO, MgO に富んでいるが P₂O₅ 濃度は低く、K₂O もそれほど高くない。気田では N が低く K₂O が高い。また天城や箱根では N, P₂O₅ が高く、K₂O は低い傾向がみられる。

有機物層中の養分含有量は N では 73~127 kg/ha、P₂O₅ は 9~29 kg/ha、K₂O は 7~53 kg/ha、CaO は 136~214 kg/ha の範囲で変動しているが、この養分含有量は乾物重量と養分濃度に左右されるため、気田地域で K₂O の多いのが目だつ程度で養分濃度におけるほど明らかな地域差はみられない。

Table 6. 有機物層の乾物重量と養分含有量
Dry weight and nutrient content of organic layer

地 域 Area	林分番号 Stand No.	乾物重量 Dry weight ton/ha	養 分 濃 度 Nutrient concentration (%)					養 分 含 有 量 Nutrient contents (kg/ha)				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
秩 父 Chichibu	1	11.0	1.16	0.11	0.14	1.95	0.97	127	12	15	214	106
	2	9.7	1.06	0.09	0.10	1.72	0.90	103	9	10	167	88
	3	8.2	1.12	0.12	0.14	2.23	0.88	92	10	12	184	73
気 田 Keta	10	15.0	0.79	0.19	0.28	1.13	0.25	119	29	42	170	38
	24	10.9	0.67	0.08	0.49	1.25	0.30	73	9	53	136	33
	30	13.4	0.70	0.10	0.30	1.20	0.25	97	14	52	166	35
天 城 Amagi	19	7.7	1.07	0.17	0.09	1.40	—	83	13	7	162	—
	20	11.6	1.08	0.14	0.11	1.61	—	125	16	13	186	—
	25	11.5	0.96	0.11	0.07	1.55	—	111	13	8	179	—
箱 根 Hakone	14	9.6	1.21	0.17	0.07	3.02	0.21	116	16	7	290	20
	19	8.3	1.19	0.19	0.08	1.90	0.27	99	16	7	158	22

養分別にみると、いずれの地域も有機物層の中には CaO が最も多く、ついで N が多くふくまれている。

P₂O₅ と K₂O は地域で異なり、秩父地域では P₂O₅ と K₂O がほぼ同量ふくまれているが、気田地域では K₂O > P₂O₅ の傾向があり、天城や箱根地域では逆に P₂O₅ > K₂O の傾向になっている。

YOUNGBERG (1966)²¹⁾ はダグラス フェー林内の有機物層の重量や養分含有量を調査し、有機物層の養分濃度は地域により相当異なり、雨の多い地帯や塩基飽和度の低い土壌では養分濃度が低かったことを報告している。

有機物層の養分濃度と、表層土壌 (A₁ 層) の養分濃度との関係を図示すると Fig. 1 のようになる。これによると、有機物層中の N は気田地域ではその他の地域にくらべて低いが、全体として A₁ 層の N 濃度との関係は不明である。P₂O₅ については、有機物層中の P₂O₅ 濃度は、箱根地域で高く秩父地域で低い傾向があるが、全体として A₁ 層の P₂O₅ 濃度との関係は不明である。

K₂O については、有機物層中の K₂O 濃度は気田で高く箱根や天城で低いが、A₁ 層の K₂O 濃度も気田で高く箱根や天城で低いいため、全体として有機物層中の K₂O 濃度と A₁ 層の K₂O 濃度の間に多少関係がありそうに思われる。

4-3. 林床植生の乾物重量と養分含有量

林床植生についての調査は、天城地域の 3 林分および箱根地域の 2 林分で行なった。

天城の林分では、林床植生にシキミ、クロモジ、アブラチャン、ヤブニッケイなどが多く、箱根の林分ではハコネダケが優占していた。

これらの乾物重量を ha に換算すると Table 7 のよ

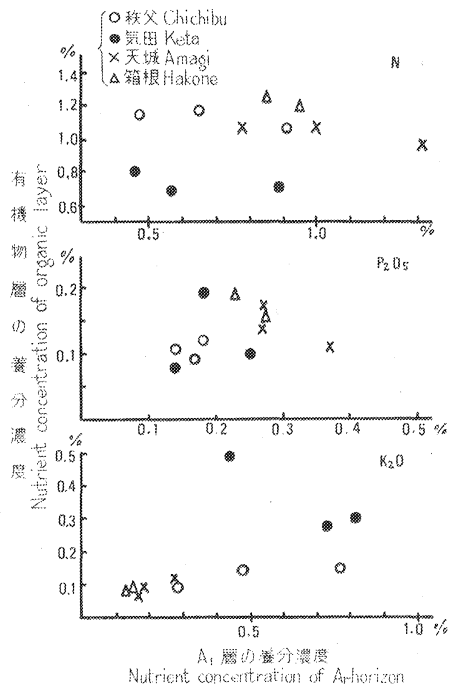


Fig. 1 A₁ 層の養分濃度と有機物層の養分濃度の関係

Relation of nutrient concentration between A₁-horizon and organic layer.

Table 7. 林床植生の乾物重量
Dry weight of floor plants (ton/ha)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	植 生 Floor plants	葉 Leaf	幹、枝 Stem and branches	計 Total
天 城 Amagi	19	シ キ ミ <i>Illicium anisatum</i> L.	0.55	1.83	2.38
		ク ロ モ ジ <i>Lindera umbellata</i> THUMB.	0.26	1.17	1.43
		アブラチャン <i>Parabenzoin praecox</i> NAKAI	0.06	0.45	0.51
		ヤマグワ <i>Morus bombycis</i> KOIDZ.	0.05	0.67	0.72
		カ マ ツ カ <i>Photinia villosa</i> DECNE	0.04	0.89	0.93
		そ の 他 Others	0.54	0.76	1.30
		計 Total	1.50	5.77	7.27
	20	ヤブニッケイ <i>Cinnamomum japonicum</i> SIEB.	2.51	6.88	9.39
		ア カ ガ シ <i>Cyclobalanopsis acuta</i> OERST	0.26	0.94	1.20
		アブラチャン <i>Parabenzoin praecox</i> NAKAI	0.24	1.10	1.34
		ケ ヤ キ <i>Zelkova serrata</i> MAKINO	0.10	1.18	1.28
		そ の 他 Others	0.10	1.06	1.16
		計 Total	3.21	11.16	14.37
	25	アブラチャン <i>Parabenzoin praecox</i> NAKAI	1.76	4.12	5.88
		カ ゴ ノ キ <i>Iozoste lancifolia</i> BLUME	0.13	1.21	1.34
		ヤブニッケイ <i>Cinnamomum japonicum</i> SIEB.	0.11	0.35	0.46
		ヤマグワ <i>Morus bombycis</i> KOIDZ.	0.03	0.62	0.65
		計 Total	2.03	6.30	8.33
箱 根 Hakone	14	ハコネダケ <i>Pleioblastus vaginatus</i> NAKAI	0.11	0.23	0.34
		そ の 他 Others	—	—	0.14
		計 Total	0.11	0.23	0.48
	19	ハコネダケ <i>Pleioblastus vaginatus</i> NAKAI	2.16	6.58	8.74
		計 Total	2.16	6.58	8.74

うになる。

すなわち、天城では林分20で植生量が多く、林分19、25では林分20の約1/2であった。

箱根地域では林分19で植生量が多かったが、林分14は植生量は非常にすくなかった。

林床植生の養分濃度は Table 8 のとおりである。これによると、アブラチャン、クロモジなどの葉の N、K₂O 濃度が非常に高いのが目だつ。ハコネダケも葉の N や K₂O 濃度は高いが、林分19のハコネダケは林分14のものにくらべて N がやや低く、K₂O の濃度は半減していた。

林床植生の養分含有量を ha 換算すると、Table 9 のようになる。

これによると天城の林分20で最も養分量が多いが、これは養分濃度の高いヤブニッケイを主とする植生が多量に繁茂していたためである。林分25でも養分量は相当多くなっているが、これは植生量としては、それほど多くなかったが、養分濃度の比較的高いアブラチャンが多かったことが原因している。

養分別にみると、天城では N と CaO が多く、ついで K₂O、P₂O₅ の順に少なくなっているが、箱根では N と K₂O が多く、ついで CaO、P₂O₅ の順になっている。これは両地域の植生の種類の違いによるものであろう。

Table 8. 林床植生の養分濃度
Nutrient concentration of floor plants (%)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	植 生 Floor plants		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
天 城 Amagi		シ キ ミ <i>Illicium anisatum</i> L.	{Leaf	1.97	0.29	0.86	1.06
			{Stem	0.37	0.07	0.42	0.24
		ク ロ モ ジ <i>Lindera umbellata</i> THUMB.	{Leaf	2.64	0.30	1.64	1.90
			{Stem	0.27	0.07	0.25	0.49
		アブラチャン <i>Parabenzoïn praecox</i> NAKAI	{Leaf	3.52	0.31	2.44	2.07
			{Stem	0.37	0.09	0.25	0.46
		ヤブニツケイ <i>Cinnamomum japonicum</i> SIEB.	{Leaf	1.84	0.25	1.00	1.47
			{Stem	0.46	0.09	0.37	1.04
箱 根 Hakone	14	ハコネダケ <i>Pleiblastus vaginatus</i> NAKAI	{Leaf	1.83	0.28	1.81	0.30
			{Stem	0.49	0.09	0.94	0.18
	19	" "	{Leaf	1.62	0.26	0.96	0.54
			{Stem	0.38	0.06	0.33	0.22

Table 9. 林床植生の養分含有量
Nutrient contents of floor plants (kg/ha)

地 域 Area	林 分 番 号 Stand No.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
天 城 Amagi	19	32	5	22	24
	20	90	14	59	119
	25	81	10	56	61
箱 根 Hakone	14	7	1	10	4
	19	60	10	42	26

4-4. 伐倒供試木の成長

伐倒供試木の成長状態は Table 10 のとおりである。

伐倒調査林分は、各地域で意識的に成長の良い林分、悪い林分を選定し、また供試木は各林分で胸高直径階に応じて種々の大きさの木を伐倒しているので、個体により成長状態が非常に異なり、この表だけから地域ごとあるいは林分ごとの成長差をうんぬんすることはできないが、いま林齢40年時の推定樹高の欄をみると、秩父の林分 3、気田の林分10、天城の林分25、村上の林分11などは成長が良く、40年時の樹高で20m 前後のものが多いが、最近の年平均樹高成長でみると天城の林分 25、村上の林分11 にくらべて秩父の林分 3、気田の林分10では少ない傾向になっている。

気田の林分30、村上の林分 9、箱根の林分14などは申程度の成長であって、40年時の樹高は15m 前後のものが多い。最近の年平均樹高成長は村上、箱根で大で、気田で小である。

また村上の林分10、箱根の林分19は極端に成長が悪く、40年時の樹高は10m 未満であり、最近の年平均樹高成長も10 cm 前後のものが多い。

すなわち、現在樹高や40年時の推定樹高がほぼ同じ個体であっても、最近の年平均成長には相当のばらつきが認められる。

4-5. 林木の乾物重量

各林分の林木個体の部位ごとの乾物重量は Table 11 のとおりである。枝と葉は2m 階層ごとに秤量しているが、Table 11 は1本当たりの合計量でのみ表示した。

Table 10. 伐倒供試木の成長
Growth of sample trees

地 域 Area	林分番号 (林齢) Stand No. (Age)	林木番号 Tree No.	樹 高 Height (m)	枝下高 Clear length (m)	胸高直径 Diam- eter breast high (cm)	材 積 Stem volume (m³)	最近5年間の連年成長 Annual growth in the latest 5 years			40年時 の樹高 Tree height at 40 years old (m)
							樹 高 Height (m)	胸高直径 D.B.H. (cm)	材 積 Stem volume (m³)	
秩 父 Chichibu	1 (55)	5	13.7	6.8	17.4	0.1860	0.20	0.26	0.0065	10.4
		18	13.2	7.6	14.8	0.1345	0.20	0.18	0.0047	11.6
		19	11.8	8.2	12.0	0.0785	0.17	0.09	0.0021	10.0
		28	12.5	6.5	15.8	0.1371	0.21	0.16	0.0041	10.5
		29	14.9	9.2	21.1	0.2946	0.21	0.32	0.0103	12.5
		37	12.2	8.3	12.2	0.0786	0.20	0.06	0.0016	8.9
		38	12.7	8.6	14.3	0.1182	0.25	0.25	0.0057	8.5
		39	16.0	8.2	19.4	0.2589	0.13	0.24	0.0074	14.5
	2 (55)	1	14.1	9.8	15.0	0.1441	0.34	0.23	0.0068	9.6
		7	14.1	8.1	17.0	0.1602	0.28	0.24	0.0065	10.7
		14	13.9	7.4	16.3	0.1644	0.27	0.34	0.0065	10.5
		27	16.4	8.9	19.8	0.2729	0.32	0.47	0.0165	11.9
		36	13.3	9.2	11.7	0.0755	0.22	0.12	0.0026	10.0
		39	13.8	10.3	13.7	0.1133	0.22	0.26	0.0037	10.8
		45	16.4	10.0	21.7	0.2976	0.24	0.45	0.0150	12.8
		57	18.4	8.3	26.5	0.5040	0.32	0.43	0.0189	13.9
	3 (55)	2	20.5	16.7	21.3	0.4047	0.16	0.06	0.0048	18.9
		9	21.8	14.6	25.7	0.5386	0.16	0.09	0.0066	20.8
		10	22.5	14.4	35.4	1.0460	0.11	0.28	0.0197	20.9
		14	18.5	11.3	21.8	0.3344	0.14	0.10	0.0044	16.7
		21	21.9	12.5	30.3	0.6858	0.19	0.26	0.0173	20.0
		26	22.8	14.3	31.5	0.8530	0.22	0.26	0.0198	21.3
		31	20.4	12.0	23.6	0.4249	0.10	0.14	0.0072	18.9
		41	19.1	13.4	21.0	0.3355	0.18	0.08	0.0046	18.3
気 田 Keta	10 (48)	10	20.5	14.7	23.1	0.3731	0.14	0.10	0.0067	19.0
		13	16.1	10.1	19.5	0.2396	0.12	0.14	0.0041	15.0
		21	20.6	11.5	27.5	0.5803	0.22	0.18	0.0135	18.6
		22	16.8	12.0	16.9	0.1970	0.14	0.06	0.0016	15.6
		33	23.9	10.7	29.9	0.8086	0.20	0.38	0.0253	21.8
		35	26.0	9.0	41.7	1.6109	0.16	0.46	0.0482	23.5
		36	21.8	14.5	32.6	0.7172	0.24	0.30	—	20.0
		47	20.8	12.0	39.3	0.6323	0.16	0.26	0.0166	18.6
	24 (49)	7	13.1	4.6	21.1	0.2388	0.14	0.14	0.0055	11.5
		10	16.6	2.2	30.8	0.5406	0.12	0.22	0.0168	14.8
		13	15.3	6.1	26.2	0.4000	0.16	0.16	0.0116	13.2
		16	15.5	5.5	26.5	0.4161	0.12	0.26	0.0100	13.4
		20	8.7	2.5	13.3	0.0599	0.06	0.08	0.0009	7.9
		23	12.9	4.5	19.6	0.1883	0.16	0.18	0.0053	10.7
		24	11.9	4.5	17.1	0.1297	0.16	0.20	0.0049	9.5
		28	11.6	5.2	20.0	0.1876	0.12	0.10	0.0036	10.1
	30 (48)	5	14.3	9.5	17.4	0.1838	0.12	0.10	0.0026	13.1
		7	17.6	10.2	19.9	0.2685	0.12	0.18	0.0051	16.1
		9	16.5	8.5	24.4	0.3765	0.18	0.24	0.0118	14.4
		11	19.6	9.5	28.2	0.6061	0.14	0.30	0.0175	18.0
		22	18.8	9.2	26.7	0.4670	0.22	0.36	—	16.6
		24	18.3	11.0	22.4	0.3705	0.16	0.40	0.0123	17.0
		29	18.4	13.0	24.8	0.4010	0.12	0.20	0.0083	16.5
		44	21.1	11.0	33.8	0.8429	0.28	0.50	0.0341	18.2

地 域 Area	林分番号 (林齢) Stand No. (Age)	林木番号 Tree No.	樹 高 Height (m)	枝下高 Clear length (m)	胸高直径 Diameter breast high (cm)	材 積 Stem volume (m³)	最近5年間の連年成長 Annual growth in the latest 5 years			40年時の樹高 Tree height at 40 years old(m)
							樹 高 Height (m)	胸高直径 D.B.H. (cm)	材 積 Stem volume (m³)	
天 城 Amagi	19 (35)	1	9.4	3.1	9.7	0.0375	0.05	0.28	0.0004	9.7
		11	11.9	6.1	19.0	0.1800	0.15	0.54	0.0068	12.7
		17	12.7	5.5	20.7	0.2358	0.20	0.58	0.0103	13.7
		20	11.7	7.1	13.1	0.0957	0.18	0.37	0.0048	12.6
		22	9.4	5.3	10.3	0.0442	0.05	0.29	0.0003	9.6
		30	11.6	7.9	14.7	0.1123	0.10	0.42	0.0041	12.1
		38	11.8	6.8	15.5	0.1229	0.15	0.44	0.0047	12.6
		49	12.7	8.8	15.5	0.1249	0.15	0.44	0.0049	13.4
	20 (38)	5	12.4	9.2	14.4	0.1205	0.10	0.38	0.0015	12.6
		8	11.9	6.9	11.9	0.0714	0.05	0.31	0.0009	12.0
		13	14.3	8.6	19.0	0.2225	0.05	0.50	0.0092	14.4
		18	13.6	9.1	17.5	0.1887	0.10	0.46	0.0048	13.8
		30	14.3	10.2	16.2	0.1579	0.05	0.43	0.0030	14.4
		33	16.9	9.6	23.2	0.4118	0.20	0.60	0.0142	17.3
		35	13.1	10.9	12.1	0.0777	0.10	0.32	0.0012	13.3
		47	15.3	9.7	21.0	0.3027	0.15	0.55	0.0093	15.6
	25 (38)	5	17.2	10.2	17.0	0.2239	0.15	0.45	0.0036	17.5
		8	15.1	10.7	15.3	0.1360	0.20	0.40	0.0021	15.5
		12	18.7	11.1	26.9	0.5798	0.35	0.65	0.0309	19.4
		18	20.9	11.7	28.7	0.6274	0.35	0.70	0.0271	21.6
		26	19.2	10.4	20.8	0.3136	0.25	0.55	0.0072	19.7
		33	17.4	11.5	20.1	0.2612	0.25	0.53	0.0052	17.9
		38	19.4	12.6	30.5	0.7316	0.20	0.80	0.0252	19.8
		44	18.5	12.6	24.1	0.4692	0.25	0.63	0.0183	19.0
村 上 Mura- kami	9 (59)	1	18.7	10.1	22.7	0.4090	0.18	0.38	0.0084	15.8
		2	20.2	8.6	31.2	0.7439	0.36	0.53	0.0161	16.0
		9	27.6	11.6	38.2	1.4609	0.43	0.65	0.0599	20.7
		12	21.2	11.7	25.5	0.5426	0.31	0.43	0.0112	17.2
		18	23.8	13.6	33.1	0.9786	0.34	0.56	0.0666	18.0
		22	13.6	4.1	16.5	0.1415	0.13	0.28	0.0014	11.9
		25	23.7	13.6	35.6	1.0669	0.36	0.61	0.0424	17.7
		28	25.2	11.9	41.1	1.3446	0.35	0.65	0.0446	19.2
	10 (59)	1	12.0	2.3	20.7	0.1904	0.39	0.35	0.0094	7.5
		5	9.7	4.0	13.5	0.0967	0.11	0.23	0.0044	7.9
		14	11.0	5.1	16.8	0.1391	0.17	0.28	0.0049	9.0
		17	4.4	0.5	5.7	0.0083	0.05	0.10	0.0003	3.4
		19	6.0	3.5	9.0	0.0231	0.11	0.15	0.0011	4.2
		23	2.9	0.8	5.0	0.0060	0.03	0.09	0.0001	2.5
		28	5.1	1.5	7.5	0.0137	0.08	0.13	0.0003	4.2
		32	8.9	2.5	12.5	0.0590	0.14	0.21	0.0026	6.4
	11 (59)	4	20.4	6.9	24.8	0.4747	0.27	0.42	0.0106	15.7
		10	28.4	6.7	43.6	1.7486	0.40	0.74	0.0445	21.9
		13	29.4	10.2	44.5	1.8505	0.25	0.75	0.0519	23.7
		16	25.2	13.2	34.4	1.1405	0.32	0.58	0.0486	18.4
		17	23.8	8.2	37.5	1.1320	0.24	0.60	0.0276	18.6
箱 根 Hakone	14 (28)	3	12.2	5.0	18.2	0.1573	0.28	0.40	0.0091	15.6
		7	12.2	5.2	22.2	0.1863	0.22	0.50	0.0145	14.8
		10	11.2	5.8	12.2	0.0613	0.32	0.16	0.0032	15.0
		14	12.5	6.2	20.8	0.1955	0.28	0.40	0.0097	15.9
		17	11.9	6.0	18.7	0.1696	0.40	0.44	0.0118	15.9
		20	11.5	6.9	14.9	0.0993	0.30	0.18	0.0038	15.1
		23	11.2	3.5	19.4	0.1323	0.34	0.40	0.0078	15.0
		27	11.6	3.5	17.7	0.1332	0.32	0.43	0.0080	15.4
	19 (28)	1	6.5	2.2	13.7	0.0457	0.10	0.21	0.0020	7.7
		9	5.2	2.2	8.4	0.0195	0.10	0.14	0.0012	6.4
		12	5.9	3.0	9.8	0.0240	0.08	0.06	0.0005	6.8
		15	6.6	2.4	12.0	0.0399	0.19	0.25	0.0029	8.9
		17	6.8	2.9	10.7	0.0337	0.12	0.15	0.0016	8.2

Table 11. 伐倒供試木の乾物重量
Dry weight of sample trees

地 域 Area	林分 番号 (林齢) Stand No. (Age)	林木 番号 Tree No.	D^2H	乾 物 重 量 Dry weight (kg)								根 Root	合 計 Whole tree
				葉 Leaves	緑枝 Gre- enish twig	枝 Bran- ches	幹 Stem	球果 Corn	地上部計 Total of above ground				
秩 父 Chichibu	1 (55)	5	4.150	11.17	1.07	6.47	63.81	—	82.52	—	—	—	
		18	2.890	7.17	1.02	4.97	46.30	—	59.46	17.09	—	76.55	
		19	1.700	3.36	0.41	1.05	31.50	—	36.32	—	—	—	
		28	3.120	5.75	0.75	4.20	51.51	—	62.21	—	—	—	
		29	6.630	15.57	2.29	8.74	94.62	—	121.22	—	—	—	
		37	1.820	3.01	0.36	1.69	31.91	—	36.97	—	—	—	
		38	2.600	5.11	0.90	2.90	37.60	—	46.51	15.24	—	61.75	
		39	6.020	16.76	2.43	11.35	98.81	—	129.35	—	—	—	
	2 (55)	1	3.170	6.87	0.77	3.12	51.60	—	62.36	—	—	—	
		7	4.070	9.03	1.06	4.54	56.20	—	70.83	—	—	—	
		14	3.690	7.97	1.34	6.43	55.19	—	70.93	—	—	—	
		27	6.430	17.72	2.77	9.29	84.90	—	114.68	—	—	—	
		36	1.820	3.83	0.40	1.68	29.42	—	35.33	—	—	—	
		39	2.590	4.61	0.61	2.19	39.21	—	46.62	—	—	—	
		45	7.720	11.38	1.50	6.09	94.00	—	112.97	—	—	—	
		57	12.920	29.06	3.18	25.15	187.00	—	244.39	—	—	—	
	3 (55)	2	9.300	9.40	1.08	5.73	145.25	—	161.46	—	—	—	
		9	14.400	13.41	1.51	8.11	192.27	—	215.30	75.74	—	291.04	
		10	28.200	29.48	2.79	17.00	315.90	—	365.17	—	—	—	
		14	8.790	7.64	0.80	6.85	109.30	—	124.59	—	—	—	
		21	20.110	26.44	3.48	11.40	217.40	—	258.72	86.57	—	345.29	
		26	22.620	29.10	2.75	17.43	277.30	—	326.58	—	—	—	
		31	11.360	12.77	1.29	7.71	158.90	—	180.67	—	—	—	
		41	8.420	6.97	1.06	9.06	109.70	—	126.79	—	—	—	
氣 田 Keta	10 (48)	10	10.940	7.41	1.54	6.96	116.48	0.09	132.48	55.79	—	188.27	
		13	6.120	6.05	1.36	9.78	77.14	0.64	94.97	—	—	—	
		21	15.580	15.61	3.51	17.60	161.36	0.13	198.21	—	—	—	
		22	4.800	1.66	0.23	2.26	60.04	1.02	65.21	—	—	—	
		33	21.370	30.72	5.89	29.37	288.91	0.78	355.67	65.67	—	421.34	
		35	45.210	33.14	7.55	44.39	438.29	1.28	524.65	—	—	—	
		36	23.170	26.27	5.01	31.90	238.96	0.17	302.31	—	—	—	
		47	32.130	21.26	4.47	24.42	188.35	0.56	239.06	—	—	—	
	24 (49)	7	5.830	10.53	3.94	20.54	86.96	0.62	122.59	24.79	—	147.38	
		10	15.750	32.77	7.06	54.28	170.23	0.39	264.73	—	—	—	
		13	10.500	15.88	3.61	26.05	130.06	0.20	175.80	—	—	—	
		16	10.880	15.65	4.11	11.82	120.78	0.27	152.63	—	—	—	
		20	1.540	5.24	0.40	4.25	17.99	—	27.88	—	—	—	
		23	4.960	10.81	2.48	15.89	70.85	1.07	101.10	29.21	—	130.31	
		24	3.480	7.97	1.59	4.30	43.68	0.07	57.61	—	—	—	
		28	4.640	10.84	2.61	11.46	66.03	0.78	91.72	—	—	—	
	30 (48)	5	4.330	8.83	1.34	6.78	57.25	0.25	74.45	—	—	—	
		7	6.970	5.93	2.47	11.51	100.58	0.11	120.60	—	—	—	
		9	9.820	11.65	1.27	16.61	118.41	0.23	148.17	—	—	—	
		11	15.590	18.89	4.25	21.29	170.00	0.89	215.32	—	—	—	
		22	13.400	12.84	3.00	12.57	139.46	0.44	168.31	—	—	—	
		24	9.182	12.44	2.61	12.71	131.39	1.18	160.33	—	—	—	
		29	11.320	11.22	2.46	12.20	129.97	1.75	157.60	—	—	—	
		44	24.110	28.18	6.87	30.52	255.13	0.33	321.03	—	—	—	

地 域	Area	林分 番号 (林齢)	Stand No. (Age)	樹木 番号 Tree No.	D ² H	葉 Gre- enish twig	枝 Bran- ches	幹 Stem	球果 Corn	地上部計 Total of above ground	根 Root	合計 Whole tree
天 城 Amagi		19	(35)	1	4,300	6.06	1.24	10.32	63.19	14.64	17.84	22.60
				11	5,440	14.08	2.80	21.81	89.11	80.81	25.09	152.89
				20	2,010	5.14	1.03	6.43	34.92	47.52	—	—
				22	1,000	1.18	0.23	2.77	15.95	20.13	9.58	68.48
				30	2,510	5.37	1.08	7.07	45.38	58.90	11.81	60.60
				38	2,840	3.18	0.63	5.05	39.93	48.79	—	—
				49	3,050	4.60	0.94	5.29	47.22	58.05	—	—
				5	2,570	2.12	0.42	4.04	47.36	53.94	—	—
				8	1,690	0.85	0.17	1.30	28.49	30.81	—	—
				13	5,160	6.88	1.24	9.03	73.42	90.57	20.98	106.28
村 上 Mura- kami		9	(59)	1	9,640	8.92	2.62	8.25	137.64	157.43	—	—
				2	19,660	18.15	5.21	30.14	240.83	294.33	—	—
				9	40,280	34.66	8.62	28.51	517.55	589.34	—	—
				12	13,790	15.26	4.61	13.62	183.87	217.36	—	—
				18	26,080	24.25	6.94	23.93	332.18	387.30	—	—
				22	3,700	3.90	1.15	4.67	44.28	54.00	—	—
				25	30,040	29.80	8.26	31.03	357.54	426.66	—	—
				28	42,570	36.26	9.50	49.92	488.05	583.76	—	—
				32	1,390	5.07	1.33	4.00	28.49	38.89	13.63	52.52
				28	290	1.62	0.46	1.15	6.21	9.44	—	—
精 根 Hakone		14	(28)	3	4,040	10.39	2.52	10.05	57.95	80.91	16.18	97.09
				7	6,010	10.64	2.62	10.52	94.25	118.03	—	—
				10	1,670	2.71	0.64	2.84	25.16	31.35	—	—
				14	5,410	8.44	2.02	8.41	67.07	85.94	—	—
				17	4,160	9.81	2.28	9.69	60.55	82.33	—	—
				20	2,550	3.67	0.89	3.11	38.31	45.98	—	—
				23	4,220	9.62	2.23	8.50	62.96	83.31	18.98	102.29
				27	3,630	8.99	2.12	6.63	48.68	66.42	—	—
				1	1,220	7.17	1.26	9.05	19.48	36.96	—	—
				9	370	2.50	0.46	1.99	7.78	12.73	—	—
		19	(28)	15	950	6.17	1.03	5.41	16.52	29.13	—	—
				12	570	1.72	0.30	2.29	10.15	14.46	—	—
				17	1	7.17	1.26	9.05	19.48	36.96	—	—
				1	4,040	10.39	2.52	10.05	57.95	80.91	16.18	97.09
				7	6,010	10.64	2.62	10.52	94.25	118.03	—	—
				10	1,670	2.71	0.64	2.84	25.16	31.35	—	—
				14	5,410	8.44	2.02	8.41	67.07	85.94	—	—
				17	4,160	9.81	2.28	9.69	60.55	82.33	—	—
				20	2,550	3.67	0.89	3.11	38.31	45.98	—	—
				23	4,220	9.62	2.23	8.50	62.96	83.31	18.98	102.29

乾 物 重 量 Dry weight (kg)

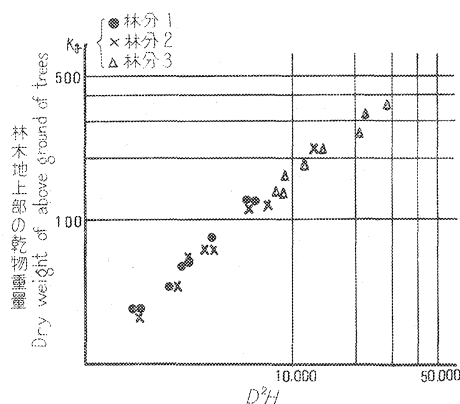


Fig. 2 林木地上部の乾物重量と D^2H の関係 (秩父)

Relation between dry weight of above ground of trees and D^2H (Chichibu).

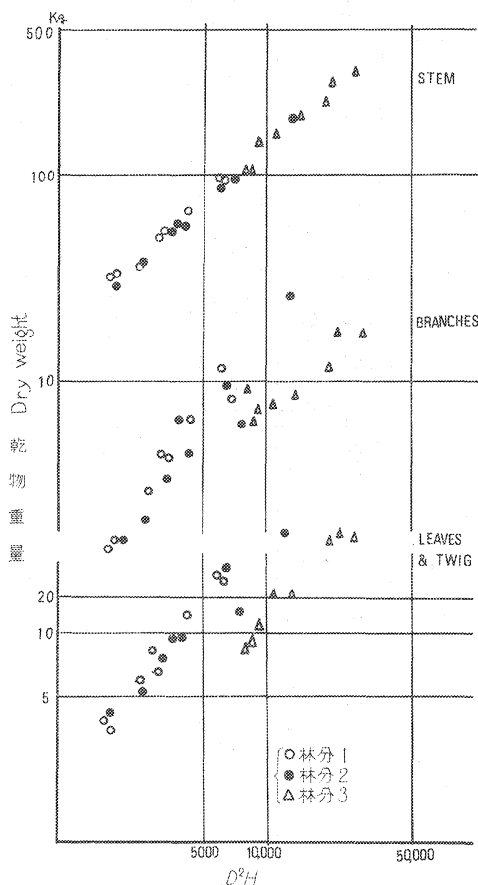


Fig. 3 部位別の乾物重量と D^2H (秩父)
Relation between dry weight of each part of trees and D^2H (Chichibu).

Table 12. 地上部乾重を y とした時の対数
一次式 $\log y = a \log D^2H + \log b$ の定数
Constant values of the equation of
 $\log y = a \log D^2H + \log b$
(y = Dry weight of above ground of trees)

地域 Area	林分 Stand No.	a	$\log b$
秩父 Chichibu	1	0.969	-1.587
	2	0.903	-1.401
	3	0.876	-1.331
気田 Keta	10	0.933	-1.593
	24	0.945	-1.538
	30	0.839	-1.187
天城 Amagi	19	1.043	-1.835
	20	1.076	-2.005
	25	1.015	-1.857
村上 Murakami	9	0.895	-1.371
	10	0.915	-1.294
	11	0.908	-1.450
箱根 Hakone	14	0.976	-1.649
	19	0.885	-1.209

林木の1本当たりの乾物重量は樹高や胸高直径の違いで大きく変化し、林木地上部の乾物重量でみると、秩父地域では 35~326 kg、気田地域では 27~355 kg、天城地域では 20~268 kg、村上地域では 4~755 kg というように大きく変動している。

地上部の重量と D^2H の関係を秩父を例にとって図示すると Fig. 2 のようになり、地上部の重量を y とすると

$$\log y = a \log D^2H + \log b$$

の対数一次式であらわされる線上に比較的よくまとまって図示される。

この対数一次式の a と $\log b$ の定数を各林分について計算すると Table 12 のようになる。

これによると、天城地域の3林分は一般に他の地域の林分にくらべると a の値が大で、地域により分離する傾向がみられる。しかし、同一地域の中でも林分により分離する傾向が多少みられる。

幹、枝、葉の部位ごとの重量と D^2H の関係を秩父の林分を例にとって図示すると Fig. 3 のようになる。

これによると、幹の乾物重量は地上部の乾物重量

Table 13. 部位別の乾物重量を y とした時の対数一次式 $\log y = a \log D^2 H + \log b$ の定数Constant values of the equation of $\log y = a \log D^2 H + \log b$ (y =Dry weight of each part of trees)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	幹 Stem weight		枝 Branches weight		葉と緑枝重 Leaves and greenish twig weight	
		a	$\log b$	a	$\log b$	a	$\log b$
秩 父 Chichibu	1	0.803	-1.093	1.528	-4.743	1.271	-3.563
	2	0.825	-1.218	1.437	-4.507	1.073	-2.879
	3	0.879	-1.382	0.848	-2.518	1.252	-3.984
気 田 Keta	10	0.871	-1.430	1.093	-3.420	0.900	-2.566
	24	0.863	-1.347	1.091	-2.832	0.684	-1.451
	30	0.861	-1.365	0.875	-2.356	0.790	-1.988
天 城 Amagi	19	0.867	-1.322	0.988	-2.517	1.521	-4.484
	20	0.898	-1.415	1.222	-3.587	1.587	-5.063
	25	0.787	-0.999	1.138	-3.480	1.310	-4.193
村 上 Murakami	9	0.904	-1.470	1.008	-3.013	0.919	-2.594
	10	0.967	-1.623	0.851	-2.042	0.725	-1.492
	11	1.014	-1.959	1.252	-4.105	0.788	-2.022
箱 根 Hakone	14	0.956	-1.694	1.096	-3.062	1.018	-2.732
	19	0.763	-1.071	1.022	-2.318	0.838	-1.800

の場合と同じように、対数一次式であらわされる線上によくまとまって図示される。しかし枝や葉の部分の重量は相当のばらつきがあり、また林分によって大きく分離する傾向がみられる。

地上部各部位の重量を y としたときの対数一次式の定数を、各林分について求めると Table 13 のようになる。

これによると、幹の場合の定数のばらつきにくらべて、枝や葉の定数のばらつきが大きく、枝や葉の重量は明らかに林分により分離する傾向をみせている。

林木各部位の乾物重量を ha 当たりに換算すると Table 14 のようになる。

この結果からみると、葉量は 10~22 ton/ha、枝の量は 9~26 ton/ha、幹の量は 27~268 ton/ha の範囲であり、地上部全体の重量でみると、62~318 ton/ha となっている。

また各部位の乾物構成割合をみると、葉は 5~18%、緑枝は 1~4%、枝は 4~19%、幹は 60~87% であり、これらの構成比率の変化は地上部の乾物重量と関係があり、Fig. 4 によると、幹の乾物構成比率と地上部の乾物重量の間には正の相関関係 ($r=0.788$)、枝や葉の乾物構成比率と地上部の乾物重量の間には、負の相関関係 ($r=-0.655$, $r=-0.795$) が認められる。このことは、枝や葉の乾物の一部は枯死して落下するが、幹の乾物は年々蓄積されていく点を考えると当然の結果ではあるが、閉鎖林分の地上部の重量増加が主として幹の重量増加にもとづいていることがわかる。

ha 当たりの地上部乾物重とその林分の胸高断面積合計の関係を図示すると Fig. 5 のようになる。

すなわち、各地域とも点数は少ないが、地域ごとにほぼ直線関係があるように見られる。また地域別にみると、同じ断面積合計でも乾物重は地域により異なり、たとえば村上のスギは重く箱根のスギは軽いような傾向にあらわれている。これは地域あるいは林分によって樹高と胸高直径の比率 (H/D) や幹の完満度が異なるからであり、Table 1 の数値から H/D を計算して地域ごとに平均値を求めると、秩父=83、気田=69、天城=80、村上=69、箱根=61 という数値が得られる。なお村上では H/D が 69 で小さいのに、

Table 14. ha 当たり林木の乾物重量および各部位への乾物分布
Dry weight of and dry matter distribution to each parts of trees

(ton/ha)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	葉 Leaves	緑 枝 Greenish twig	枝 Branches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Whole of above ground	根 Root	合 計 Whole tree
秩 父 Chichibu	1	16(12)	2(1)	10(8)	—	112(79)	140(100)	32	172
	2	22(12)	3(2)	14(7)	—	144(79)	183(100)	—	—
	3	15(8)	2(1)	9(4)	—	170(87)	196(100)	75	271
気 田 Keta	10	17(7)	4(2)	20(9)	0.5	183(82)	225(100)	81	306
	24	18(11)	4(3)	24(15)	0.6	115(71)	162(100)	54	216
	30	15(8)	3(2)	17(9)	0.7	152(81)	188(100)	—	—
天 城 Amagi	19	12(9)	2(1)	18(14)	—	103(76)	135(100)	32	167
	20	10(5)	2(1)	16(9)	—	155(85)	183(100)	49	232
	25	14(7)	3(1)	15(7)	—	175(85)	207(100)	45	252
村 上 Murakami	9	18(6)	5(2)	19(7)	0.005	240(85)	282(100)	—	—
	10	14(13)	4(4)	14(13)	0.003	73(70)	105(100)	27	132
	11	20(6)	4(1)	26(8)	0.09	268(85)	318(100)	—	—
箱 根 Hakone	14	14(11)	3(3)	13(10)	—	98(77)	128(100)	30	158
	19	11(18)	2(3)	12(19)	—	37(60)	62(100)	—	—

() Shows distribution ratio

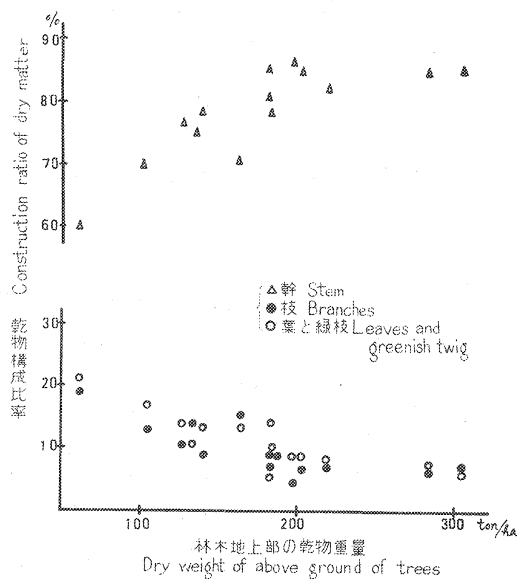


Fig. 4 林木地上部の乾物重量と各部位の乾物構成比率

Relation between dry weight of above ground of trees and construction ratio of dry matter in each part of trees.

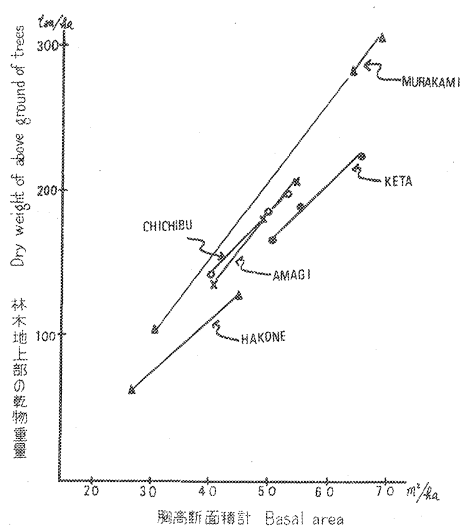


Fig. 5 林木地上部の乾物重量と胸高断面積合計の関係

Relation between dry weight of above ground of trees and basal area.

重い傾向にあるのは幹の上部まで十分に肥大し、完満な幹になっているか材の比重が大きいなどの理由が考えられるが、さらにくわしい調査をしなければ断定できない。

つぎに根の調査を行なった 9 林分について、地上部乾物重量と根の乾物重量の比率すなわち林木の T/R

Table 15. 林木の $T-R$ 比
 $T-R$ ratio of forest trees

地 域 Area	林分番号 Stand No.	T/R
秩父 Chichibu	1	4.4
	3	2.6
気田 Keta	10	2.8
	24	3.0
天城 Amagi	19	4.3
	20	3.7
	25	4.6
村上 Murakami	10	3.9
箱根 Hakone	14	4.3
平均 範囲 Average Range		$\frac{3.4}{2.6 \sim 4.6}$

比を計算してみると Table 15 のようになり、2.6~4.6 の範囲で平均値 3.4 という値が計算された。安藤ら (1968)¹⁾ はスギ林の T/R 比に 3.5 という推定値を使用しているが、適正な推定値と思われる。

4-6. 林木各部位の養分濃度

葉：葉の養分濃度は林分によってももちろん異なるが、それ以上に葉の着生位置や葉齢によっても非常に大きく変化する。葉の養分濃度は Appendix 2 のとおりである。

この調査では葉齢別のサンプリングは行なっていないが、2m 階層ごとに、平均的試料を採取し分析しているの
で、Appendix 2 はその層における各葉齢のものを含んだ平均化された分析値とみなされる。Appendix 2 の 2m 階層ごとの葉の養分濃度を、Appendix 1 の 2m 階層ごとの

葉の乾物重量とともに図化すると Fig. 6 のようになる。

原田ら (1964)⁴⁾ はスギの幼齡木で樹冠の上、中、下別に当年生葉を採取し、養分分析をした結果 N 、 P_2O_5 、 K_2O 濃度は上位葉で高く、下位葉で低く、 CaO 濃度はこれとは逆に上位葉で低く下位葉で高くなる傾向を指摘した。

Fig. 6 でみると秩父 1、秩父 3 の林分のようにこの傾向と多少違っている林分もあるが、村上、箱根の各林分のように N 、 K_2O 、 CaO ではこの傾向が明りょうにあらわれている林分もある。 P_2O_5 と MgO は濃度の変化範囲が小さいため傾向はつかめなかった。

秩父 1 や秩父 3 のように、上位葉と下位葉の養分濃度の傾向が幼齡林における傾向と異なってくるのは、壯齡林木では周囲木の状態によって日当たり面が不均一に分布しやすく、そのため葉の生理的な活力も比較的不均一に分布しやすいこと、階層により各葉齢、葉の構成割合が変化していること、最下位葉には萌芽枝葉が含まれる可能性が高いことなどが原因しているのではないと思われる。

葉の階層別の乾物重量と養分濃度との間にはとくに関係はみられない。

養分別にみると、いずれの林分も CaO 濃度が最も高く、ついで N 、 K_2O の順に低下し P_2O_5 と MgO は最も低かった。

地域別にみると、気田地域では他地域にくらべて CaO 濃度が低い傾向がみられる。

緑枝・枝・球果：緑枝や枝の養分濃度も葉と同じように 2m 階層ごとに分析を行ない、傾向としては、 N や K_2O 濃度は上位の緑枝で高く、 CaO 濃度は下位の緑枝で高い傾向がみられるが、濃度の範囲のみを表示すると Table 16 のようになる。

緑枝の養分濃度は、葉の養分濃度と枝の養分濃度の中間にあり、養分別にみると CaO 濃度が最も高く、ついで N 、 K_2O 、 P_2O_5 の順に低下する。同一地域内でも林分間で濃度変化があり、地域差を明りょうに把握することはできない。 MgO 濃度については明りょうな傾向はみられない。

枝についても緑枝とはほぼ同様の傾向がみられ、地域差より林分間の差が大きくあらわれている。

球果については気田と箱根の林分で分析したにすぎないが、 N 、 P_2O_5 、 K_2O の濃度は枝や緑枝にくらべると非常に高く、葉に匹敵する濃度を示している。これに反して CaO の濃度は非常に低いことが特徴で

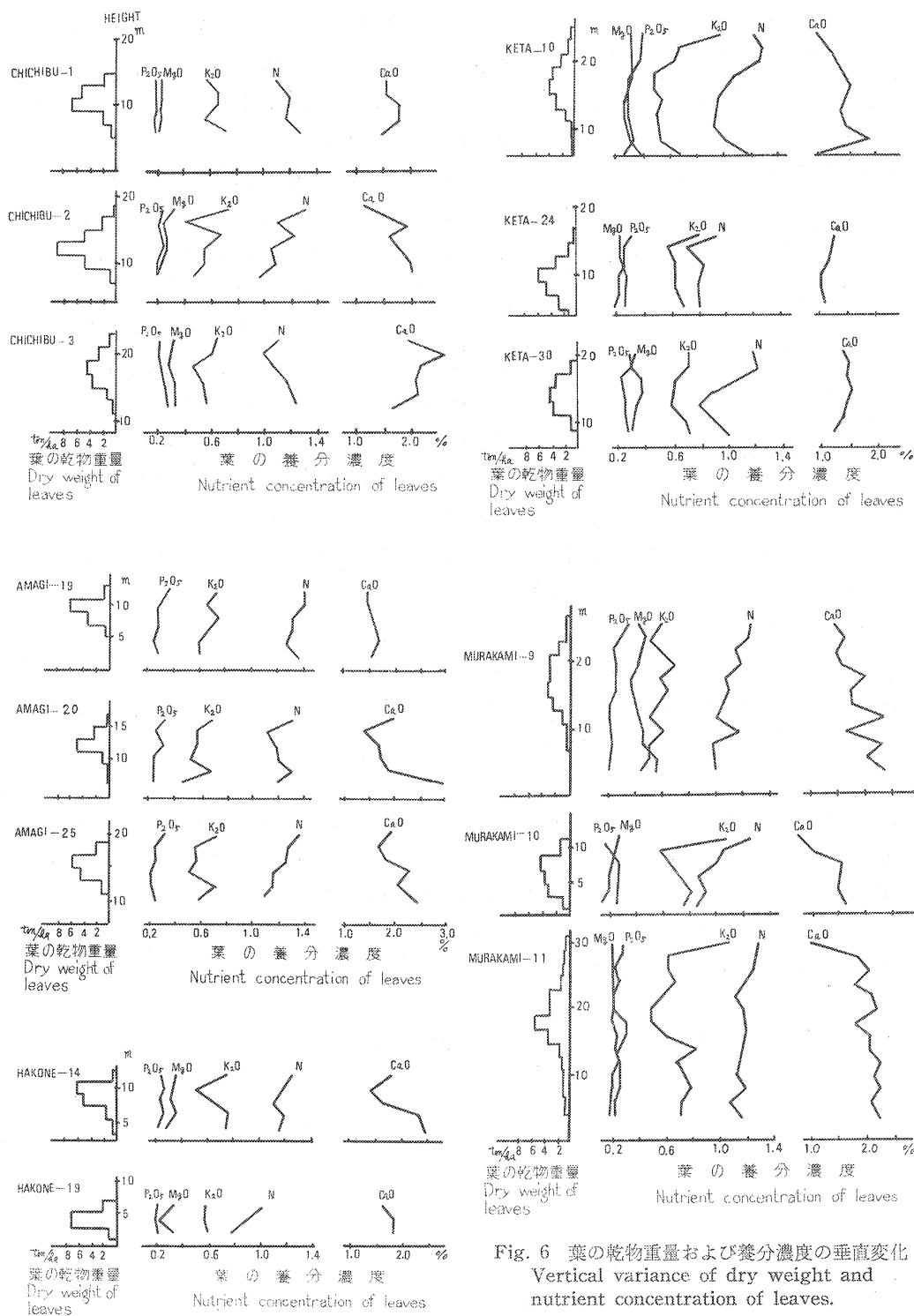


Fig. 6 葉の乾物重量および養分濃度の垂直変化
Vertical variance of dry weight and nutrient concentration of leaves.

Table 16. 林木の枝、球果の養分濃度
Range of nutrient concentration of twig, branches and cone

部 位 Part	地 域 Area	林分番号 Stand No.	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
緑 枝 Greenish twig	秩 父 Chichibu	1	0.60~0.82	0.15~0.30	0.42~0.61	1.27~2.45	0.14~0.44
		2	0.46~0.93	0.11~0.20	0.27~0.60	1.21~2.05	0.10~0.29
		3	0.41~0.77	0.11~0.18	0.23~0.47	1.42~2.50	0.09~0.29
	気 田 Keta	10	0.59~0.80	0.20~0.37	0.33~0.76	0.50~1.43	0.16~0.26
		24	0.56~0.73	0.17~0.26	0.49~0.69	0.79~1.36	0.10~0.39
		30	0.53~0.80	0.11~0.34	0.37~0.66	1.06~1.81	0.10~0.31
	天 城 Amagi	19	0.81~1.13	0.15~0.20	0.43~0.55	1.10~1.72	—
		20	0.52~0.84	0.17~0.22	0.44~0.67	1.47~2.00	—
		25	0.61~0.74	0.13~0.18	0.39~0.60	1.33~1.70	—
	村 上 Murakami	9	0.63~0.87	0.12~0.24	0.37~0.58	1.23~1.72	0.28~0.50
		10	0.57~0.84	0.11~0.20	0.52~0.77	0.99~1.43	0.15~0.21
		11	0.64~0.84	0.13~0.25	0.43~0.76	1.19~1.70	0.11~0.28
	箱 根 Hakone	14	0.33~0.83	0.15~0.18	0.47~0.75	1.35~1.84	0.15~0.27
		19	0.62~0.65	0.16~0.17	0.51~0.54	1.70~1.78	0.17~0.27
枝 Branches	秩 父 Chichibu	1	0.12~0.36	0.05~0.16	0.10~0.55	0.94~1.35	0.02~0.14
		2	0.20~0.51	0.05~0.11	0.08~0.23	0.91~1.51	0.01~0.10
		3	0.29~0.39	0.07~0.13	0.08~0.16	0.85~1.81	0.05~0.23
	気 田 Keta	10	0.22~0.38	0.06~0.21	0.10~0.17	0.59~0.90	0.02~0.11
		24	0.12~0.38	0.07~0.23	0.09~0.24	0.59~1.20	0.01~0.13
		30	0.22~0.52	0.07~0.32	0.09~0.29	0.77~1.10	0.01~0.05
	天 城 Amagi	19	0.29~0.52	0.08~0.12	0.07~0.20	0.67~1.36	—
		20	0.17~0.41	0.07~0.13	0.08~0.19	0.63~1.35	—
		25	0.21~0.36	0.09~0.15	0.08~0.16	0.73~1.17	—
	村 上 Murakami	9	0.16~0.37	0.05~0.13	0.11~0.22	0.59~1.39	0.04~0.26
		10	0.17~0.31	0.07~0.11	0.13~0.19	0.69~1.02	0.05~0.06
		11	0.13~0.27	0.06~0.13	0.13~0.20	0.69~1.15	0.03~0.17
	箱 根 Hakone	14	0.28~0.39	0.07~0.11	0.13~0.25	0.71~1.92	0.12~0.25
		19	0.28~0.37	0.08~0.11	0.14~0.19	1.11~1.60	0.05~0.11
球 果 Cone	気 田 Keta	10	0.85~1.02	0.30~0.45	1.05~1.10	0.30~0.38	0.25
		24	0.66~0.92	0.27~0.40	0.97~1.18	0.26~0.47	0.07~0.08
		30	0.65~1.12	0.35~0.52	1.00~1.07	0.30~0.68	0.14~0.22
	箱 根 Hakone		1.25	0.37	0.76	0.49	0.15

ある。

幹：林木の幹を心材，辺材，樹皮にわけて養分濃度を表示すると，Table 17 のとおりである。

Nの濃度は樹皮で最も高く，辺材部や心材部の濃度の 4~5 倍になっている。辺材のN濃度は心材とはほぼ同等か，あるいはこれより濃度が多少高くなっている。地域別にみると，天城や箱根の樹皮部のN濃度は，他地域の樹皮部のN濃度よりやや高い傾向がみられる。

P₂O₅の濃度は林分によって樹皮部，辺材部，心材部で同等かあるいは樹皮部で多少高い傾向がみられるが，その差は僅少である。

地域別にみると，天城の樹皮部の P₂O₅ 濃度は，他地域の樹皮部の P₂O₅ 濃度より高い傾向がみられる。

K₂O 濃度は樹皮と心材部で高く辺材部で低い傾向がある。天城，箱根地域では K₂O 濃度は樹皮>心材

の傾向があるが、村上地域では心材＞樹皮の傾向があり、その他の地域では心材部と樹皮部で K_2O 濃度がほぼ同等である。

スギの心材部は辺材部に比べて K_2O 濃度が高いという現象は、原田ら(1966)⁹⁾がすでに報告してい

Table 17. 林木の養分濃度

Range of nutrient concentrations of stem

部 位	地 域	林分番号	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CaO (%)	MgO (%)
心 材	Heartwood	秩父	1 0.04~0.07	0.03~0.06	0.14~0.28	0.25~0.34	0.01~0.04
		Chichibu	2 0.05~0.11	0.02~0.04	0.13~0.28	0.22~0.34	0.02~0.06
		天城	19 0.04~0.05	0.03~0.05	0.14~0.16	0.19~0.22	—
		Amagi	20 0.05~0.06	0.04~0.06	0.17~0.21	0.18~0.19	—
	Keta	田	10 0.06~0.07	0.05~0.06	0.25~0.28	0.15~0.21	0.01
		24	0.04~0.08	0.06~0.11	0.19~0.21	0.16~0.18	0.01
		30	0.04~0.04	0.02~0.04	0.19~0.22	0.13~0.15	0.01
		30	0.04~0.08	0.06~0.11	0.19~0.21	0.16~0.18	0.01
	秩父	1	0.07~0.13	0.03~0.14	0.08~0.11	0.22~0.38	0.01~0.08
		2	0.06~0.12	0.03~0.16	0.08~0.10	0.19~0.42	0.01~0.06
		3	0.05~0.17	0.03~0.06	0.07~0.12	0.25~0.37	0.02~0.07
		10	0.05~0.05	0.03~0.05	0.05~0.06	0.15~0.19	0.01~0.03
辺 材	Sapwood	天城	19 0.10~0.10	0.03~0.16	0.07~0.25	0.21~0.21	—
		20	0.05~0.06	0.02~0.13	0.06~0.08	0.14~0.15	—
		25	0.06~0.08	0.02~0.02	0.07~0.07	0.19~0.22	—
		村上	9 0.07	0.05	0.11	0.25	0.15
	Murakami	10	0.08	0.07	0.10	0.24	0.09
		11	0.08	0.05	0.11	0.23	0.14
	箱根	14	0.09	0.03	0.11	0.32	0.18
		19	0.07	0.03	0.11	0.42	0.06
樹 皮	Bark	秩父	1 0.43	0.11	0.32	1.62	0.11
		2	0.46	0.08	0.23	1.33	0.11
		3	0.46	0.08	0.18	1.38	0.15
		氣田	10 0.36~0.43	0.09~0.11	0.20~0.21	1.41~1.86	0.03~0.06
	Keta	24	0.34~0.38	0.10~0.11	0.21~0.22	1.46~1.73	0.05~0.10
		30	0.37~0.42	0.09~0.11	0.19~0.20	1.52~1.88	0.06~0.09
	天城	19 0.50~0.67	0.45~0.49	0.15~0.20	0.25~0.26	2.02~2.43	—
		20	0.45~0.49	0.18~0.19	0.21~0.22	1.87~2.81	—
		25	0.38~0.59	0.11~0.19	0.19~0.23	1.92~2.19	—
		村上	9 0.35	0.12	0.17	1.13	0.05
	Murakami	10	0.34	0.11	0.18	1.84	0.08
		11	0.33	0.09	0.16	1.27	0.04
	箱根	14	0.63	0.10	0.24	3.18	0.13
		19	0.45	0.09	0.27	3.23	0.12

るように、心材部の生理的働きを考えていく上に興味ある現象である。

CaO 濃度は樹皮部で非常に高く、心材部や辺材部の 5~10 倍にたっている。心材部と辺材部の間では濃度差がみられない。地域的にみると、天城、箱根の林分は他地域のものにくらべて樹皮部の CaO 濃度が高い傾向がみられる。

MgO 濃度については、明りょうな傾向はみられない。

根：土壌層位別に掘りとった根を、太さ別に養分分析した結果は Table 18 のとおりである。

これによると、一般に CaO 濃度が最も高く、ついで N, K₂O, MgO, P₂O₅ の順に低下する。根の分布する土壌層位が同一であれば細い根ほど各養分の濃度が高く、また同じ太さであれば A 層に分布するものは B 層に分布するものより養分濃度が高い傾向がみられる。地域別にみると、箱根のスギ林の根の CaO 濃度は他の地域のものより高濃度の傾向にあるが、その他の養分では差がみられない。

Table 18. 深さ別・太さ別の根の養分濃度
Nutrient concentration of root developed in each soil horizon

地 域 Area	林分番号 Stand No.	土壌層位 Soil horizon	根の太さ Root thickness (cm)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
秩 父 Chichibu	1	A	~0.2	0.60	0.11	0.28	0.89	0.12
			0.2~2	0.40	0.06	0.23	0.56	0.19
			2~	0.26	0.05	0.19	0.51	0.09
		B ₁	~0.2	0.50	0.06	0.23	0.49	0.12
			0.2~2	0.32	0.05	0.22	0.47	0.12
			2~	0.22	0.05	0.14	0.48	0.11
	3	B ₂	~0.2	0.33	0.06	0.19	0.81	0.10
			0.2~2	0.24	0.05	0.18	0.46	0.10
			2~	0.16	0.06	0.13	0.40	0.10
		A	~0.2	0.96	0.22	0.52	1.07	0.43
			0.2~2	0.43	0.07	0.27	0.95	0.23
			2~	0.14	0.05	0.10	0.47	0.10
		A~B	~0.2	0.59	0.14	0.38	0.74	0.31
			0.2~2	0.49	0.10	0.21	0.60	0.28
			2~	0.16	0.06	0.11	0.46	0.19
気 田 Keta	10	B ₁	~0.2	0.44	0.10	0.23	0.61	0.22
			0.2~2	0.27	0.08	0.26	0.74	0.15
			2~	0.11	0.09	0.08	0.31	0.11
		B ₂	~0.2	0.44	0.10	0.30	0.78	0.30
			0.2~2	0.28	0.06	0.21	0.58	0.09
			2~	0.13	0.06	0.14	0.37	0.11
	24	A ₁	~0.2	0.65	0.17	0.31	0.94	0.09
			0.2~2	0.32	0.12	0.24	0.18	0.16
			2~	0.16	0.15	0.17	0.42	0.05
		A ₂	~0.2	0.35	0.10	0.24	0.51	0.09
			0.2~2	0.19	0.10	0.17	0.19	0.16
			2~	0.05	0.07	0.10	0.15	0.05

Table 18. (つづき) (Continued)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	土壌層位 Soil horizon	根の太さ Root thickness (cm)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
気 田 Keta	24	A ₂	~0.2 0.2~2 2~	0.33 0.23 0.07	0.15 0.11 0.08	0.27 0.25 0.11	0.22 0.34 0.35	0.10 0.08 0.04
		B	~0.2 0.2~2 2~	— 0.15 0.07	— 0.10 0.16	— 0.25 0.11	— 0.30 0.31	— 0.08 0.04
天 城 Amagi	19	A	~0.2 0.2~2 2~	0.90 0.48 0.21	0.17 0.13 0.09	0.25 0.16 0.08	0.63 0.44 0.28	— — —
		A~B	~0.2 0.2~2 2~	0.74 0.34 0.19	— 0.17 0.07	— 0.13 0.08	— 0.41 0.30	— — —
		B ₁	~0.2 0.2~2 2~	0.67 0.38 0.19	0.10 0.11 0.14	0.16 0.25 0.19	0.52 0.62 0.49	— — —
	20	A ₁	~0.2 0.2~2 2~	1.00 0.51 0.21	0.21 0.04 0.12	0.30 0.28 0.14	1.09 0.61 0.39	— — —
		A ₂	~0.2 0.2~2 2~	0.75 0.39 0.15	0.18 0.17 0.16	0.25 0.22 0.08	0.94 0.79 0.40	— — —
		B ₁	~0.2 0.2~2 2~	0.59 0.28 0.18	0.10 0.05 0.04	0.13 0.15 0.09	0.74 0.59 0.46	— — —
	25	A ₁	~0.2 0.2~2 2~	— 0.48 0.25	0.15 0.11 0.09	0.29 0.24 0.15	1.02 0.78 0.46	— — —
		A ₂	~0.2 0.2~2 2~	0.82 0.31 0.20	0.31 0.04 0.03	0.26 0.22 0.11	0.90 0.56 0.41	— — —
		A~B	~0.2 0.2~2 2~	0.61 0.42 0.11	0.09 0.08 0.05	0.21 0.19 0.11	0.67 0.71 0.25	— — —
村 上 Murakami	10	A	~0.2 0.2~2 2~	0.47 0.21 0.09	0.10 0.07 0.05	0.32 0.31 0.15	0.60 0.95 0.59	0.25 0.17 0.11
		B	~0.2 0.2~2 2~	0.29 0.06 0.05	0.07 0.06 0.05	0.30 0.25 0.19	0.61 0.65 0.59	0.16 0.11 0.14
箱 根 Hakone	14	A ₁	~0.2 0.2~2 2~	0.42 0.43 0.18	0.10 0.07 0.04	0.19 0.22 0.21	1.07 1.34 1.03	0.17 0.12 0.13
		A ₂	~0.2 0.2~2 2~	0.71 0.46 0.30	0.11 0.06 0.05	0.21 0.24 0.30	1.21 1.31 1.25	0.19 0.10 0.21
		A~B	~0.2 0.2~2 2~	0.64 0.38 0.28	0.09 0.06 0.05	0.23 0.22 0.18	1.38 1.06 0.78	0.30 0.21 0.21

Table 19. 地上部の養分の平均濃度
Average nutrient concentrations in above ground part of trees

地 域 Area	林分番号 Stand No.	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
秩 父 Chichibu	1	0.25	0.07	0.21	0.60	0.07
	2	0.25	0.08	0.19	0.57	0.07
	3	0.19	0.07	0.20	0.54	0.08
気 田 Keta	10	0.18	0.07	0.18	0.38	0.05
	24	0.20	0.09	0.21	0.49	0.05
	30	0.17	0.08	0.18	0.45	0.04
天 城 Amagi	19	0.27	0.09	0.18	0.54	—
	20	0.16	0.09	0.15	0.42	—
	25	0.20	0.07	0.15	0.58	—
村 上 Murakami	9	0.17	0.07	0.24	0.45	0.11
	10	0.24	0.08	0.25	0.64	0.09
	11	0.18	0.07	0.21	0.49	0.11
箱 根 Hakone	14	0.27	0.07	0.21	0.72	0.19
	19	0.30	0.08	0.23	1.02	0.12
平均 Average 範囲 Range		0.22 0.16~0.30	0.08 0.07~0.09	0.20 0.15~0.25	0.56 0.38~1.02	0.09 0.04~0.19

地上部全体：地上部の養分含有量を地上部重量で割って、地上部全体の養分の平均濃度を計算すると、Table 19 のようになる。

これによると N, K₂O, CaO, MgO 濃度は林分によって変動が大きく、地域別にみると箱根の林分は他地域のものよりやや濃度の高い傾向にみられるが、これは林齢が若いということが相当影響しているであろう。P₂O₅ は地域や林分の違いによる変化が非常にすくない。

4-7. 当年葉の養分濃度と成長

原田ら(1964)⁹⁾ はさきに4年生スギの上位葉の N, P₂O₅, K₂O 濃度と樹高との間に正の相関関係の傾向があることを認めている。また MADGWICK (1964)¹⁰⁾ は、10年生のレジノーザ松で葉の養分濃度と樹高が密接な関係にあることを報告している。

しかし、壮齡木になると、現在樹高には過去の成長経歴が加算されてくるため、現在樹高が必ずしも現在成長の良否、いいかえれば現在の生理的な活力度をあらわす尺度とはならないので、葉の養分濃度と現在樹高の相関関係は不明りようになると考えられる。

そこで壮齡木の成長の尺度として、現在樹高、最近5年間の年平均樹高成長量、最近5年間の年平均材積成長量、葉の幹生産能率(最近5年間の年平均材積成長量を葉の生重量で割った値を仮称)をそれぞれ個体ごとに求め、樹冠上位の当年生葉の養分濃度との相関係数を計算すると Table 20 のようになる。

すなわち、成長の尺度を何にとるかによって相関度が異なり、正負逆の相関となつてあらわれることもある。また同じ成長尺度を使っても、地域によって相関係数に高低があり、ある場合には正負逆の相関関係であらわれてくる。

石塚・田中(1963)⁹⁾ は、N, P, Kの吸収は植物の代謝と密接な関係があるが、Ca や Mg は代謝とは無関係に吸収される養分である、とのべている。この意見とさらに前述⁹⁾ の4年生スギの成長と葉の養分濃度の関係から逆にN, P, K濃度と相関関係の高いものが、その成長状態を最も適正に表現する尺度で

Table 20. 葉の養分濃度と成長の間の相関係数

Coefficient of correlation between nutrient concentration of leaves and tree growth

因子 Factor	地域 Area	葉の養分 Nutrient elements				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
樹高 Tree height	秩父 Chichibu	-0.563	-0.049	-0.579	+0.664	+0.401
	気田 Keta	+0.252	+0.541	+0.404	-0.154	+0.278
	天城 Amagi	-0.036	-0.151	+0.133	+0.187	—
	村上 Murakami	+0.696	+0.803	+0.515	-0.360	+0.362
	箱根 Hakone	-0.522	-0.459	-0.403	-0.293	-0.336
最近5年間の樹高年成長量との関係 Annual volume increment in the latest 5 years	秩父 Chichibu	+0.698	+0.467	+0.618	-0.706	+0.182
	気田 Keta	+0.158	+0.275	+0.164	-0.076	+0.355
	天城 Amagi	+0.298	+0.014	+0.220	-0.138	—
	村上 Murakami	+0.755	+0.596	+0.256	-0.302	+0.288
	箱根 Hakone	+0.685	+0.686	+0.678	-0.671	+0.184
最近5年間の材積年成長量との関係 Annual volume increment in the latest 5 years	秩父 Chichibu	-0.136	-0.005	-0.341	+0.172	-0.085
	気田 Keta	-0.003	+0.614	+0.591	-0.399	+0.311
	天城 Amagi	+0.171	-0.155	+0.300	-0.144	—
	村上 Murakami	+0.368	+0.592	+0.313	-0.379	+0.216
	箱根 Hakone	+0.831	+0.089	+0.487	-0.165	+0.149
単位葉の幹生産能率との関係 Annual bole wood production per unit weight of leaves	秩父 Chichibu	+0.381	+0.341	+0.519	-0.266	-0.050
	気田 Keta	+0.161	+0.575	+0.323	-0.135	+0.324
	天城 Amagi	+0.222	+0.041	-0.073	+0.137	—
	村上 Murakami	+0.438	+0.447	+0.213	-0.420	+0.259
	箱根 Hakone	+0.971	+0.488	+0.513	-0.261	+0.066

あとと仮定するなら、Table 20 の相関係数からみて、最近の年平均樹高成長量が壮齢木の成長の良否を最も適切に表現する尺度と考えられる。

しかし、この年平均樹高成長量の場合でも地域により相関度が異なり、秩父や箱根では比較的相関係数が高いが、気田や天城では相関係数が非常に低く、また村上地域では N との相関は高いが、K₂O との相関は低くなっている。

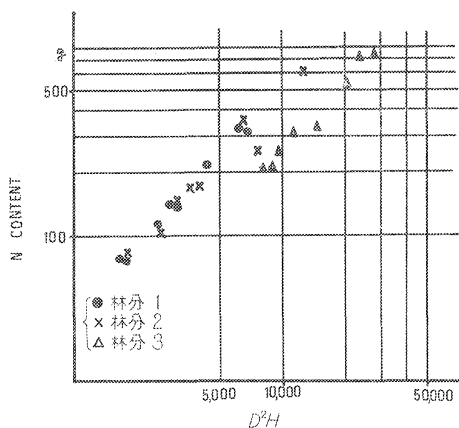


Fig. 7 D^2H と林木のN含有量の関係 (秩父)
Relation between D^2H and N contents of trees (Chichibu).

4-8. 林木の養分含有量

各調査地における供試木の1本当たりの養分含有量は Appendix 3~7 に示した。この値は、Table 11 の1本当たり乾物重量に、Table 16~18 および Appendix 2 の林分ごとに集約した養分濃度をそれぞれ掛けただけのものであって、個体ごとに養分分析したものではない。

林木地上部の養分含有量は、秩父スギを例にとると単木では N で76~765g, P₂O₅ で27~209g, K₂O で60~1,107 g, CaO で204~1,994g, MgO で22~313g であり、乾物重量の場合と同じように D^2H との間に相関関係があり、たとえば秩父スギの D^2H と N 含有量の関係は Fig. 7 のようになる。

Table 21. 地上部の養分含有量を y とした時の対数一次式 $\log y = a \log D^2H + \log b$ の定数
 Constant value of the equation of $\log y = a \log D^2H + \log b$
 (y = Nutrient contents of above ground part of trees)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
		a	$\log b$	a	$\log b$	a	$\log b$	a	$\log b$	a	$\log b$
秩 父 Chichibu	1	1.103	-1.696	1.180	-2.457	1.123	-1.844	1.019	-1.005	0.811	-1.192
	2	1.033	-1.466	1.071	-2.102	0.973	-1.381	0.975	-0.846	1.048	-2.065
	3	1.139	-2.162	0.833	-1.323	0.855	-1.088	0.992	-1.085	0.916	-1.576
気 田 Keta	10	1.008	-1.735	0.963	-1.876	0.937	-1.381	0.950	-1.134	1.023	-2.407
	24	0.779	-0.688	0.875	-1.297	0.972	-1.315	1.010	-1.071	0.706	-0.875
	30	0.856	-0.876	0.853	-1.321	0.805	-0.782	0.937	-0.919	1.049	-2.463
天 城 Amagi	19	1.188	-1.920	1.111	-2.157	1.081	-1.733	1.088	-1.273	—	—
	20	1.357	-2.857	1.278	-2.809	1.139	-2.042	1.284	-2.166	—	—
	25	1.217	-2.361	1.096	-2.334	1.141	-2.163	1.084	-1.381	—	—
村 上 Murakami	9	0.905	-1.183	0.920	-1.627	0.888	-0.956	0.887	-0.702	0.935	-1.508
	10	0.822	-0.600	0.919	-1.376	0.837	-0.633	0.885	-0.305	0.857	-1.101
	11	0.884	-1.076	0.886	-1.521	0.871	-0.941	0.907	-0.743	0.856	-1.153
箱 根 Hakone	14	1.164	-1.914	1.073	-2.198	1.034	-1.544	1.035	-0.988	0.976	-1.649
	19	1.037	-1.157	0.888	-1.301	0.876	-0.835	0.913	-0.266	0.885	-1.209

これによると、同じ秩父地域でも林分によって分離した形を示しているが、同一林分内では、両対数直線式であらわされる線上によくまとまって図示されている。このことは、前述のように林分ごとに養分分析しているので、林分ごとに D^2H と乾物重の間に両対数一次式があてはまれば、養分含有量との間にも当然対数一次式は成立することになる。

林木地上部の養分含有量を y とした時の対数一次式、 $\log y = a \log D^2H + \log b$ の定数の値は Table 21 のように計算された。この表の a の値は四大学合同調査班²⁰⁾の計算した値より、一般に高い例が多くみられる。またこの定数の値は林分ごとに変化しているが、地域別にみると、村上の林分の a の値は他地域のものにくらべて多少小さい傾向がみられる。

各林分における地上部の養分含有量を、断面積比推定法で ha 当たりに換算すると Table 22 のようになる。

これによると、N は林木地上部に約 187~558 kg/ha ふくまれ、そのうちの 40~56% は葉に分布し、20~46% が幹に分布している。林木は幼齡時代は幹より葉の乾物構成割合が多いが、林齡増加にともなうて、しだいに幹の乾物構成割合が多くなり、それにともなうて養分の分布割合も幹で多くなるはずである。

今回の調査林分の林齡は、箱根の28年生から村上の59年生にいたる林分であるが、N 分布割合は幹より葉で多い例が多い。幹への分布割合の大きい林分は、天城25、村上 9、村上11の3林分にすぎず、これらの林齡はいずれも B_B~B_D 土壤に生育する成長の良い林分であった。しかし気田 10、気田 30 の林分などは比較的成長は良いにもかかわらず、N の分布は幹より葉で多くなっていた。

P₂O₅ の林木地上部に約 48~207 kg/ha ふくまれ、そのうちの 19~47% が葉に、26~71% が幹に分布している。28年生の箱根の2林分以外は、幹への分布割合は葉への分布割合より大となっている。

K₂O は林木地上部に約 145~676 kg/ha ふくまれ、そのうちの 15~45% が葉に、35~77% が幹に分布している。箱根の林分19以外は葉より幹への分布割合の方が大である。

CaO は林木地上部に約 633~155 kg/ha ふくまれ、そのうちの 22~39% が葉に、39~63% が幹に分布

Table 22. ha 当たり林木の養分含有量

Nutrient contents of trees per unit area

(kg/ha)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	葉 Leaves	緑 枝 Greenish twig	枝 Branches	幹 Stem	球 果 Cone	地上部計 Whole of above ground	根 Root	合 計 Whole tree
N									
秩 父 Chichibu	1	195.2(56)	16.0 (5)	31.4 (9)	104.9(30)	—	347.5(100)	75.5	423.0
	2	239.2(52)	21.3 (5)	49.8(11)	151.6(33)	—	461.9(100)	—	—
	3	169.9(46)	10.4 (3)	30.2 (8)	160.7(43)	—	371.2(100)	112.5	483.7
気 田 Keta	10	172.5(43)	26.6 (7)	48.5(12)	148.7(37)	5.3(1)	401.6(100)	63.5	465.1
	24	141.5(43)	27.3 (8)	52.5(16)	102.1(31)	5.0(2)	328.4(100)	62.4	390.8
	30	143.0(44)	22.8 (7)	43.8(14)	110.3(34)	5.0(2)	324.9(100)	—	—
天 城 Amagi	19	161.7(45)	19.9 (6)	66.4(18)	113.3(31)	—	361.3(100)	73.0	434.3
	20	120.0(42)	13.3 (5)	34.9(12)	120.2(42)	—	288.4(100)	104.0	392.4
	25	172.1(41)	16.1 (4)	37.4 (9)	194.4(46)	—	420.0(100)	90.0	510.0
村 上 Murakami	9	190.7(40)	35.3 (7)	40.1 (8)	208.6(44)	—	474.7(100)	—	—
	10	133.9(53)	24.1(10)	27.9(11)	66.5(26)	—	252.4(100)	31.9	284.3
	11	230.2(41)	27.4 (5)	48.0 (9)	249.3(45)	2.8(1)	557.7(100)	—	—
箱 根 Hakone	14	162.0(47)	21.4(18)	41.4(12)	120.5(34)	—	345.3(100)	95.9	441.2
	19	102.0(55)	12.1 (7)	35.6(19)	37.4(20)	—	187.1(100)	—	—
P ₂ O ₅									
秩 父 Chichibu	1	34.9(33)	3.9 (4)	7.0 (7)	58.7(56)	—	104.5(100)	18.7	123.2
	2	49.6(33)	4.4 (3)	10.8 (7)	84.2(57)	—	149.0(100)	—	—
	3	34.7(27)	2.5 (2)	7.4 (6)	82.5(65)	—	127.1(100)	50.8	177.9
気 田 Keta	10	42.8(26)	8.2 (5)	19.0(12)	92.7(56)	2.1(1)	164.8(100)	55.8	220.6
	24	38.0(25)	8.9 (6)	22.1(15)	79.5(53)	2.0(1)	150.5(100)	52.2	202.7
	30	50.5(33)	7.9 (5)	19.3(13)	70.6(47)	2.9(2)	151.2(100)	—	—
天 城 Amagi	19	34.3(29)	3.9 (3)	16.3(14)	63.4(54)	—	117.9(100)	35.0	152.9
	20	29.9(19)	3.4 (2)	13.7 (9)	114.1(71)	—	161.1(100)	40.0	201.1
	25	33.7(23)	3.7 (3)	17.4(12)	94.6(63)	—	149.4(100)	22.0	171.4
村 上 Murakami	9	39.1(20)	6.7 (3)	13.9 (7)	139.8(70)	—	199.5(100)	—	—
	10	28.2(32)	4.7 (5)	11.6(13)	42.5(49)	—	87.0(100)	14.5	101.5
	11	46.6(23)	6.1 (3)	21.7(11)	132.0(64)	0.9(1)	207.3(100)	—	—
箱 根 Hakone	14	34.9(42)	5.8 (7)	11.0(13)	32.0(38)	—	83.7(100)	16.3	100.0
	19	22.5(47)	3.0 (6)	9.9(21)	12.4(26)	—	47.8(100)	—	—
K ₂ O									
秩 父 Chichibu	1	107.9(37)	11.0 (4)	12.6 (4)	157.8(55)	—	289.3(100)	50.8	340.1
	2	114.8(32)	13.5 (4)	17.3 (5)	211.0(59)	—	356.6(100)	—	—
	3	83.3(21)	6.4 (2)	10.4 (3)	302.3(75)	—	402.4(100)	100.6	503.0
気 田 Keta	10	83.3(20)	18.3 (4)	27.6 (7)	276.1(67)	6.0(2)	411.3(100)	91.4	502.7
	24	118.2(35)	22.8 (7)	33.5(10)	159.6(47)	5.9(2)	340.0(100)	79.9	419.9
	30	91.7(27)	16.6 (5)	18.8 (6)	201.1(60)	7.4(2)	335.6(100)	—	—
天 城 Amagi	19	80.2(33)	12.9 (5)	21.8 (9)	129.2(53)	—	244.1(100)	43.0	287.1
	20	58.1(21)	11.9 (4)	16.2 (6)	194.1(69)	—	280.3(100)	53.0	333.3
	25	78.3(25)	11.0 (3)	15.9 (5)	215.0(67)	—	320.2(100)	54.0	374.2
村 上 Murakami	9	101.0(15)	22.9 (3)	27.0 (4)	517.4(77)	—	668.3(100)	—	—
	10	102.6(40)	26.3(10)	19.4 (8)	110.3(43)	—	258.6(100)	56.2	314.8
	11	116.7(17)	20.5 (3)	37.2 (6)	500.6(74)	1.0(0.1)	676.0(100)	—	—
箱 根 Hakone	14	82.9(32)	19.6 (8)	21.4 (8)	139.0(53)	—	262.9(100)	61.2	324.1
	19	65.3(45)	10.0 (7)	19.7(14)	50.0(35)	—	145.0(100)	—	—

地 域 Area	林分 番号 Stand No	葉 Leaves	緑 枝 Greenish twig	枝 Branches	幹 Stem	球 果 Cone	地上部計 Whole of above ground	根 Root	合 計 Whole tree
CaO									
秩 父 Chichibu	1	285.7(34)	34.3 (4)	112.7(14)	405.0(46)	—	837.7(100)	149.6	987.3
	2	406.5(39)	45.8 (4)	165.6(16)	422.3(41)	—	1040.2(100)	—	—
	3	320.3(30)	31.3 (3)	115.2(11)	589.7(56)	—	1056.5(100)	301.8	1378.3
気 田 Keta	10	247.8(29)	42.0 (5)	82.3(10)	477.9(57)	1.8(0.2)	851.8(100)	150.8	1002.6
	24	202.8(26)	43.5 (6)	198.2(25)	345.1(44)	1.6(0.2)	791.2(100)	174.0	965.2
	30	228.2(27)	48.1 (6)	162.0(19)	406.1(48)	4.2(1)	848.6(100)	—	—
天 城 Amagi	19	180.1(25)	35.6 (5)	171.3(24)	343.0(47)	—	730.0(100)	122.0	852.0
	20	169.4(22)	33.0 (4)	126.1(16)	444.0(58)	—	772.5(100)	221.0	993.5
	25	276.4(23)	38.1 (3)	130.8(11)	755.6(63)	—	1200.9(100)	175.0	1375.9
村 上 Murakami	9	305.9(25)	64.3 (5)	146.2(12)	691.9(57)	—	1208.3(100)	—	—
	10	213.7(32)	52.9 (8)	121.6(18)	286.5(43)	—	674.7(100)	165.2	839.9
	11	393.8(25)	61.5 (4)	213.8(14)	879.1(57)	2.6(0.2)	1550.8(100)	—	—
箱 根 Hakone	14	229.0(25)	47.1 (5)	124.8(14)	523.9(57)	—	924.8(100)	274.3	1199.1
	19	200.4(32)	53.8 (5)	148.9(24)	249.4(39)	—	632.5(100)	—	—
MgO									
秩 父 Chichibu	1	43.3(46)	4.7 (5)	3.9 (4)	42.2(45)	—	94.1(100)	32.4	126.5
	2	52.0(43)	5.5 (5)	4.5 (4)	60.2(49)	—	122.2(100)	—	—
	3	46.3(28)	3.0 (2)	9.2 (6)	104.8(64)	—	163.3(100)	43.2	206.5
気 田 Keta	10	47.8(47)	7.4 (7)	11.2(11)	34.3(34)	1.4(1)	102.1(100)	43.3	145.4
	24	48.1(54)	9.5(11)	6.7 (8)	24.1(27)	0.4(1)	88.8(100)	28.7	117.5
	30	37.6(51)	7.5(10)	4.8 (7)	22.5(31)	1.1(2)	73.5(100)	—	—
村 上 Murakami	9	66.9(22)	16.1 (5)	23.2 (8)	200.6(65)	—	306.8(100)	—	—
	10	34.2(35)	6.7 (7)	7.3 (9)	50.8(51)	—	99.0(100)	32.7	131.7
	11	54.6(16)	6.3 (2)	15.7 (5)	272.9(78)	0.4(0.1)	349.9(100)	—	—
箱 根 Hakone	14	45.0(18)	5.6 (2)	18.6 (7)	181.2(72)	—	250.4(100)	57.0	307.4
	19	29.6(41)	4.4 (6)	12.0(17)	25.9(36)	—	71.9(100)	—	—

し、いずれの林分も葉より幹への分布割合が大である。また枝には10~25% が分布しているが、これは他の養分の分布にくらべると比較的多い値である。

MgO は林木地上部に約 72~350 kg/ha ふくまれ、そのうちの16~54% が葉に、27~78% が幹に分布しているが、幹より葉に多く分布する例が5例、幹に多く分布する例が6例となっている。

これらの養分含有状態は、その林分の乾物現存量に影響されるはずで、Fig. 5 では林木地上部の乾物現存量は胸高断面積と密接な関係のあることが図示されているので、ここでは胸高断面積合計と地上部の養分含有量の関係を図示したところ、Fig. 8 のようになった。

これによると、各養分とも全体的には胸高断面積計の大きい林分ほど含有量が大きい傾向がみられるが、Fig. 5 の乾物重量と胸高断面積計の関係にみられるような、地域ごとに一直線にならぶ傾向は薄れて、たとえば秩父、天城のN含有量にみられるように多少凹凸が生じてくる。

これは林分によって、養分濃度や養分の部位別分布割合などが異なってくることが原因している。

Fig. 8 からほぼ同じ胸高断面積合計の場合、地域により養分含有量が異なるか否かを検討してみると、Nでは不明であるが、P₂O₅は箱根のスギ林で少なく、K₂Oは村上のスギ林で多く、CaOは気田のスギ林で少ない傾向がみられる。

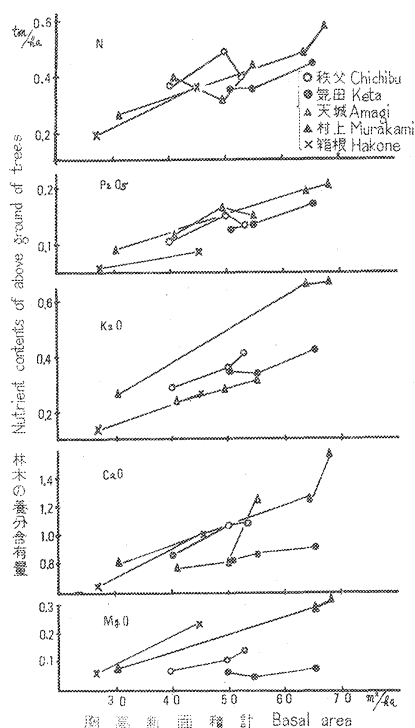


Fig. 8 林木地上部の養分含有量と胸高断面積計

Relation between nutrient contents of above ground of trees and basal area.

が、平均値でみると、N, P_2O_5 , K_2O , CaO の T/R は 4.4~4.9 の範囲であり、Table 15 の乾物重量の T/R 平均 3.4 にくらべると、いずれも大である。このことは、これら養分は地下部に含有されるより地上部に含有される割合が大きいことを示している。しかし、 MgO の T/R は平均 2.9 で、乾物の T/R より小さく、 MgO の場合は地上部より地下部に含有される割合が大きいという傾向を知ることができる。

4-9. 土壌の化学性と林木の養分含有量・含有率・乾物生産量

WELLS (1965)¹⁹⁾ は 5 年生のテーダ松の葉の養分濃度と土壌の化学性の関係をしらべ、葉の N, P_2O_5 , K_2O 濃度と土壌中の無機化された N 量、有効態の P_2O_5 量、K 飽和度との間に、それぞれ相関関係があることをのべている。

また、土壌の A 層の養分濃度、A 層の厚さなどと広葉樹二次林の直径成長指数との間に相当高い正の相関関係が認められた例¹⁰⁾がある。そこで、土壌の化学的性質とスギ林の養分含有量、含有率、林木の成長をしらべるため、A 層あるいは、A₁ 層の養分含有率、深さ 50 cm までの土壌中の養分含有量と葉の養分含有率、含有量、最近の年間乾物生産量との関係を図示すると Fig. 9~12 のようになる。最近の年間乾物生産量との関係をみたのは、過去の成長経歴を除いたほうが、現在の土壌の化学性との関係がよりよくわかると考えたからである。これらの図をみると、相関関係は明らかでない。

このことは、林木の成長や養分吸収は、土壌の単一因子よりは、環境の各種因子の総合されたものの影響をうけるためと考えられるので、今回の調査地のように、地形、土壌型、母材、気候などいろいろな立

Table 23. 養分の $T-R$ 比
 $T-R$ ratio of nutrient content

地 域 Area	林分番号 Stand No.	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
秩 父 Chichibu	1	4.6	5.6	5.7	5.6	2.9
	3	3.3	2.5	4.0	3.5	1.7
気 田 Keta	10	6.3	3.0	4.5	5.6	2.4
	24	5.3	2.9	4.3	4.5	3.1
天 城 Amagi	19	5.0	3.3	5.7	6.0	—
	20	2.8	4.0	5.3	3.5	—
	25	4.7	6.9	6.0	6.9	—
村 上 Murakami	10	7.9	6.0	4.6	4.6	3.0
箱 根 Hakone	14	3.6	5.0	4.3	3.4	4.4
平均 Average		4.8	4.4	4.9	4.9	2.9
範囲 Range		2.8~ 7.9	2.5~ 6.9	4.0~ 6.0	3.4~ 6.9	1.7~ 4.4

根系調査を行った林分について、地上部の養分含有量と根の養分含有量の比、すなわち養分についての T/R 比を計算すると Table 23 のようになる。

これによると、林分によって、あるいは同じ林分でも養分の種類によって変化が大きい地域差、林分差、あるいは養分の種類による違いなどに一定の傾向は得られない

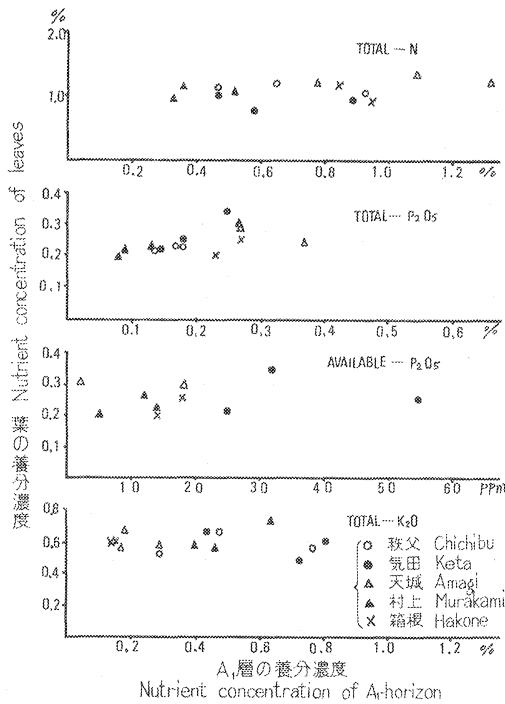


Fig. 9 A₁層の養分濃度と葉の養分濃度の関係
Relation between nutrient concentration of A₁-horizon and nutrient concentration of leaves.

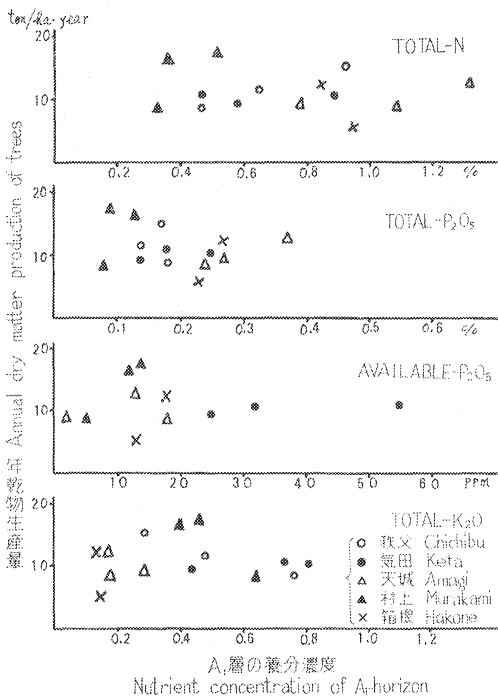


Fig. 11 A₁層の養分濃度と林木の年乾物生産量
Relation between nutrient concentration of A₁-horizon and annual dry matter production of trees.

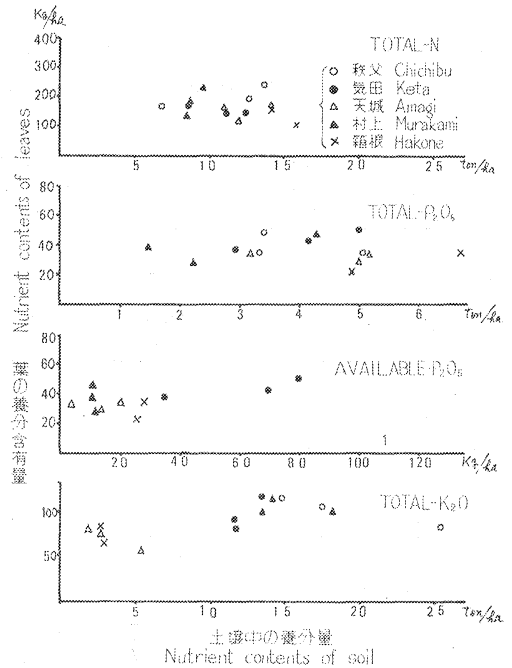


Fig. 10 葉の養分含有量と土壌中の養分量の関係
Relation between nutrient contents of soil and nutrient contents of leaves.

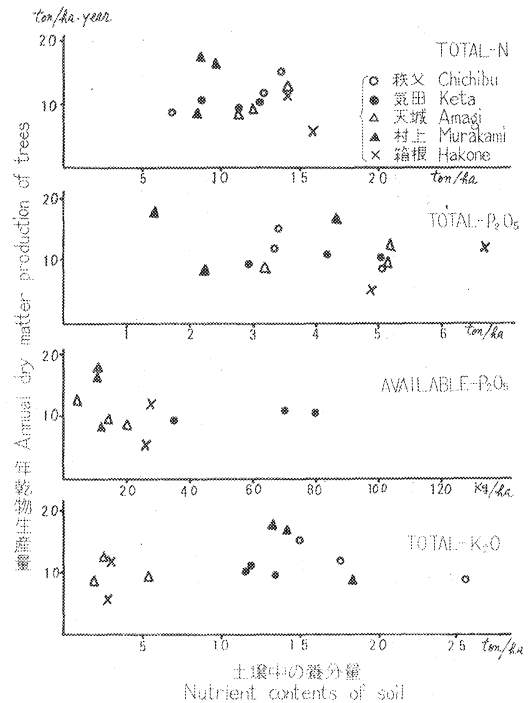


Fig. 12 土壌中の養分量と林木の年乾物生産量の関係
Relation between nutrient contents of soil and annual dry matter production of trees.

Table 24. 森林生態系における養分の分布
Nutrient distribution in each part of forest ecosystems

(kg/ha)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	土 壌* Soil	有機物層 Organic layer	林床植生 Floor plant	林木地上部 Tree of above ground	林 木 根 Tree root	合 計 Total
Total-N							
秩 父 Chichibu	1	12,700(95)	127(1)	—	348 (3)	76(1)	13,251
	2	13,890(96)	103(1)	—	462 (3)	—	14,455
	3	6,900(92)	92(1)	—	371 (5)	113(2)	7,476
気 田 Keta	10	8,660(94)	119(1)	—	402 (4)	64(1)	9,245
	24	11,170(96)	73(1)	—	328 (3)	62(1)	11,633
	30	12,560(97)	97(1)	—	325 (3)	—	12,982
天 城 Amagi	19	11,040(95)	83(1)	32(0.3)	361 (3)	73(1)	11,589
	20	12,000(95)	125(1)	90 (1)	288 (2)	104(1)	12,607
	25	14,150(95)	111(1)	81 (1)	419 (3)	90(1)	14,821
村 上 Murakami	9	8,720(95)	—	—	475 (5)	—	9,195
	10	8,480(97)	—	—	252 (3)	32(0.4)	8,764
	11	9,610(95)	—	—	558 (6)	—	10,168
箱 根 Hakone	14	14,150(97)	116(1)	7(0.1)	345 (2)	96 (1)	14,714
	19	15,870(97)	99(1)	60(0.4)	187 (1)	52(0.3)	16,268
Total-P ₂ O ₅							
秩 父 Chichibu	1	3,350(96)	12(0.4)	—	105 (3)	19(0.5)	3,486
	2	3,410(96)	9(0.3)	—	149 (4)	—	3,568
	3	5,080(96)	10(0.2)	—	127 (2)	51 (1)	5,268
気 田 Keta	10	4,160(94)	29 (1)	—	165 (4)	56 (1)	4,410
	24	2,930(93)	9(0.2)	—	151 (5)	52 (2)	3,142
	30	5,030(97)	14(0.3)	—	151 (3)	—	5,195
天 城 Amagi	19	3,190(95)	13(0.4)	5(0.2)	117 (4)	35 (1)	3,360
	20	5,020(96)	16(0.3)	4(0.1)	161 (3)	40 (1)	5,240
	25	5,170(96)	13(0.2)	10(0.2)	150 (3)	22(0.4)	5,365
村 上 Murakami	9	1,460(88)	—	—	200(12)	—	1,660
	10	2,220(96)	—	—	87 (4)	15 (1)	2,322
	11	4,290(95)	—	—	207 (5)	—	4,497
箱 根 Hakone	14	6,710(98)	16(0.2)	1(0.01)	84 (1)	16(0.2)	6,827
	19	4,890(98)	16(0.3)	10(0.2)	48 (1)	10(0.2)	4,974
Available-P ₂ O ₅							
気 田 Keta	10	70(22)	29(9)	—	165(52)	56(18)	320
	24	35(14)	9(4)	—	151(61)	52(21)	247
	30	80(33)	14(6)	—	151(62)	—	245
天 城 Amagi	19	20(11)	13(7)	5 (2)	117(62)	35(18)	190
	20	14 (6)	16(7)	4 (6)	161(66)	40(16)	245
	25	4 (2)	13(7)	10 (5)	150(75)	22(11)	199
村 上 Murakami	9	11 (5)	—	—	200(95)	—	211
	10	12(11)	—	—	87(76)	15(13)	114
	11	11 (5)	—	—	207(95)	—	218
箱 根 Hakone	14	28(19)	16(11)	—	84(58)	16(11)	145
	19	26(24)	16(15)	—	48(44)	10 (9)	110

地 域 Area	林分番号 Stand No.	土 壌* Soil	有機物層 Organic layer	林床植生 Floor plant	林木地上部 Tree of above ground	林 木 根 Tree root	合 計 Total
Total-K ₂ O							
秩 父 Chichibu	1	17,610(98)	15(0.1)	—	289 (2)	51(0.3)	17,965
	2	14,960(98)	10(0.1)	—	357 (2)	—	15,327
	3	25,520(98)	12(0.1)	—	402 (2)	101(0.4)	26,035
気 田 Keta	10	11,890(96)	42(0.4)	—	411 (3)	91 (1)	12,434
	24	13,500(97)	53(0.4)	—	340 (2)	80 (1)	13,973
	30	11,760(97)	52(0.4)	—	336 (3)	—	12,148
天 城 Amagi	19	1,970(86)	7(0.2)	22 (1)	244(11)	43 (2)	2,286
	20	5,350(93)	13(0.2)	59 (1)	280 (5)	53 (1)	5,755
	25	2,604(86)	8(0.3)	56 (2)	320(11)	54 (2)	3,042
村 上 Murakami	9	13,330(95)	—	—	668 (5)	—	13,998
	10	18,240(98)	—	—	259 (2)	56(0.3)	18,555
	11	14,210(96)	—	—	676 (5)	—	14,886
箱 根 Hakone	14	2,730(89)	7(0.2)	10(0.3)	263 (9)	61(2.0)	3,071
	19	2,840(93)	7(0.2)	42 (1)	145 (5)	34 (1)	3,068
Exchangeable-CaO							
気 田 Keta	10	2,230(66)	170(5)	—	852(25)	151 (5)	3,403
	24	890(45)	136(7)	—	791(40)	174 (9)	1,991
	30	2,010(66)	166(6)	—	849(28)	—	3,025
天 城 Amagi	19	3,420(77)	162(4)	24 (1)	730(16)	122 (3)	4,458
	20	3,210(71)	186(4)	119 (3)	773(17)	221 (5)	4,509
	25	4,070(72)	179(3)	61 (1)	1,201(21)	175 (3)	5,686
村 上 Murakami	9	—	—	—	—	—	—
	10	760(48)	—	—	675(42)	165(10)	1,600
	11	6,700(81)	—	—	1,551(19)	—	8,251
箱 根 Hakone	14	5,950(80)	290(4)	4(0.1)	925(12)	274 (4)	7,443
	19	4,540(85)	158(3)	26 (1)	633(12)	—	5,357

* 深さ 50 cm までの養分量 Nutrient contents of soil to the depth of 50 cm.

地条件の異なるものを比較するのは困難と思われる。また今回の調査地はいずれも一般に化学性は良好であるので、養分吸収は表層土の養分濃度や養分含有量よりは、土壌の理化学性などに影響されたり、あるいは気候環境に影響される割合が大きかったためではないかと考える。

4-10. 森林生態系における養分の分布

土壌、有機物層、林床植生、林木中にふくまれる養分量は Table 24 のとおりである。

これによると、N は土壌中に 6.9~15.9 ton/ha、有機物層に 73~127 kg/ha、林木地上部に 187~558 kg/ha ふくまれ、いずれの林分も森林生態系内の N の 90% 以上が土壌中に分布し、林木には根をふくめても数%以下、有機物層にあっては 1% 前後の N が分布しているにすぎない。すなわち、これらの調査地はいずれも生態系内の N の大部分は土壌中に分布していることになる。

N の大部分が土壌中に分布するということは、四大学合同調査班²⁰⁾のスギ林の調査結果からも認められ、また Voigt ら (1969)¹⁸⁾ のハンノキ林の調査結果からも認めることができる。

P₂O₅ は土壌中に Total-P₂O₅ の形態で 1.5~6.7 ton/ha、有機物層に 9~29 kg/ha、林木地上部に 48~207 kg/ha ふくまれている。分布率でみると土壌中に 88% 以上が分布し、林木には村上の林分 9 のように 12% という値を示すものもあるが、大部分は根をふくめても数%以下である。有機物層への分布は、

N の場合より少なく、0.5% 前後である。

しかし有効態の P_2O_5 になると、土壤中の含量は少なく、4~80 kg/ha であって、林木地上部にふくまれる P_2O_5 量の 48~207 kg/ha とくらべても非常に少ない。分布率でみると土壌への分布は、天城、村上地域で 5~10%，箱根、気田地域で 14~33% 程度になっている。また、林木地上部には箱根スギで 44~58%，気田スギで 52~62%，村上スギでは 76~95% が分布する計算結果になる。

ただし村上の場合には、有機物層への P_2O_5 分布が計算されていないので、有機物層を計算にいれたとすると、この値より 5~10% 程度少なくなる。

K_2O は秩父、気田、村上地区では、土壤中に約 12~26 ton/ha ふくまれているが、天城や箱根のような火山灰母材の所では約 2~5 ton/ha 程度である。有機物層には 7~53 kg/ha の K_2O がふくまれているが、土壌の場合と同じように、天城、箱根の地域では少ない。林木地上部には 145~676 kg/ha ふくまれている。分布率でみると土壌中に 86~98%，林木には根をふくめて約 2~12% が分布し、有機物層には非常にわずかしかな分布していない。

CaO についてみると、土壤中の置換性の CaO の量は林分により非常に異なり、気田 24、村上 10 の土壌では 1 ton/ha 以下しかふくまれていないが、その他の林分の土壌には約 2~7 ton/ha ふくまれている。

林木の CaO 含有量は 630~1,550 kg/ha であるので、分布割合をみると土壌中の置換性石灰の量は生態系内での CaO 量の約 45~85% に相当する。

すなわち、いずれの調査地にあっても、有効態 P_2O_5 以外の養分は、大部分が土壌中に分布することになり、養分の有効化が阻害されない限り、これらの林分では養分不足が成長の制限因子になることはないのではないかと考えられる。

4-11. スギ壮齢林の最近 1 年間の乾物生産量・養分吸収量および落葉による還元率の試算

スギ林の物質生産量を試算する場合、幹は直接測定が可能であるが、葉は当年葉、旧年葉の区分が困難であること、枝や根の生産についても直接成長測定が困難なために、多くの推定法が行なわれるのが普通である。

たとえば安藤ら(1968)¹⁾は、幹の 1 年間の生産量は、樹幹解析から得られた幹材積増加量に容積密度数を掛けて求め、枝の生産量は枝解析または相対成長関係から求め、葉は現存量の 25% が当年に生産された葉であると仮定し、根はスギ林の T/R 比を平均 3.5 として地上部重から求めている。

筆者らは安藤らの方法に準じて、次のようにして試算をおこなった。

最近 1 年間の乾物生産量の試算

A. 林木地上部乾物重の年増加量

幹の 1 年間の増加量は、樹幹解析と断面積比推定より求めた幹材積増加量に容積密度数を掛けて求めた。枝の増加量は次のようにして求めた。安藤 貴ら(1968)¹⁾の資料によると、国有林の林齢 29~53 年生 4 林分の幹と枝の、年増加量の比率は 0.20, 0.20, 0.18, 0.18 となるので、これらの平均値 0.19 を幹の増加量に掛けて枝の増加量を求めた。葉は葉量一定で増加しないものと仮定した。

B. 林木地下部乾物重の年増加量

地上部乾物増加量を Table 15 の林木の T/R 比で割って各林分の根の年乾物増加量とした。ただし、 T/R 比の測定をしていない秩父 2 の林分は、秩父 1 と秩父 3 の林分の平均値を、気田 30 の林分では気田 10、気田 24 の林分の平均値を使用し、村上の各林分は村上 10 の林分の値を、箱根 19 の林分は箱根 14 の

林分の値をそれぞれ使用した。

C. 乾物として生産はされたが、枯死、脱落した量

乾物生産量を求めるとき、現存量の増加だけでなく、生産はされたが枯死、脱落などにより現存量にはいってないもの、および葉などのように、みかけ上そうなるものを加える必要がある。これらの量は本調査林分のように、ほぼ閉鎖していると考えられる林分においては枯死、脱落量と年間の生産量、とみなしてもよいと考えられる。

しかし、本報告の調査方法により枝、根、樹皮等の枯死、脱落量を推定するのは困難であるので、ここでは落葉量のみ次のように推定し、乾物生産に加えた。

只木ら (1965)¹⁰⁾ は、スギの葉の現存量の 25% が当年に生産された葉と仮定している。ここでも、閉鎖林分では葉量に年変動がなく、葉齢 4 年まで着葉していると仮定して、葉量現存量の 25% を落葉量あるいは、当年生産された葉とみなした。

D. 乾物の年生産量

以上より、年間の乾物生産量は、現存量の増加に落葉量を加えたもの、すなわち $D = A + B + C$ として計算した。

最近 1 年間の養分吸収量の試算

E. 地上部の養分増加量

A で求めた幹、枝の増加量にそれぞれの養分含有率を掛けて求めた。

F. 地下部の養分増加量

E の地上部の養分増加量の値を Table 23 の養分の T/R 比で割って求めた。ただし、秩父 2 の林分には秩父 1、秩父 3 の林分の平均値を気田 30 の林分には気田 10、気田 24 の林分の平均値を、村上の各林分は村上 10 の林分の値を、箱根 19 の林分は箱根 14 の林分の値を使用した。

G. 吸収はされたが溶脱あるいは脱落した養分量

乾物生産量と同様に養分吸収量を計算をする場合でも葉、枝、根、樹皮などの枯死、脱落による養分の脱落

Table 25. スギ落葉の養分濃度推定値 (%)
Estimated nutrient concentration in fallen leaves of *Cryptomeria*

地 域 Area	林分番号 Stand No.	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
秩 父 Chichibu	1	0.77	0.12	0.39	1.68
	2	0.68	0.13	0.34	1.77
	3	0.69	0.15	0.33	2.14
気 田 Keta	10	0.65	0.19	0.36	1.37
	24	0.51	0.15	0.41	1.19
	30	0.64	0.19	0.40	1.41
天 城 Amagi	19	0.80	0.17	0.40	1.56
	20	0.73	0.16	0.35	1.95
	25	0.72	0.15	0.36	2.01
村 上 Murakami	9	0.65	0.13	0.33	1.84
	10	0.60	0.13	0.46	1.33
	11	0.71	0.15	0.43	2.01
箱 根 Hakone	14	0.71	0.15	0.41	1.38
	19	0.55	0.13	0.35	1.79

および、雨水などによる溶脱も加えなければならないが、推定が困難なため落葉中の養分のみ推定した。

計算方法は、Cの落葉量に Table 25 の落葉の養分濃度推定値を掛けて求めた。

落葉の養分濃度について、塘 (1962)¹⁶⁾ は生葉の養分濃度の 0.6 掛けとしているが、原田 (1964)⁵⁾ は落葉期におけるカラマツの葉の養分の動きをしらべて、落葉の養分濃度は生葉にくらべて N は 53~74%, P_2O_5 は 41~59%, K_2O は 47~65%, CaO は 91~114% と計算しているので N, P_2O_5 , K_2O に関しては、生葉の 0.6 掛けという値は適正な推定値と考えられる。各林分の葉の平均養分濃度は Appendix 2 から再計算し、落葉の養分濃度は N, P_2O_5 , K_2O はその 0.6 掛け, CaO は落葉に際して体内に移動しないものとみなして、Table 25 の推定値を採用した。

H. 年間の養分吸収量

ここでは落葉の養分濃度の低下が雨水などによる溶脱によるのではなく、落葉期に養分が樹体内に移動することによってと考えて、養分吸収量

$$H = E + F + G$$

として計算した。

I. 養分の還元量

養分の還元量としては落葉のみでなく、枝、樹皮、根などの枯死脱落および雨水による還元も計算しなければならないが、Gで述べたように、ここでは推定を行っていないので、落葉による養分還元量として計算した。

このような計算手順にしたがって、1年間の乾物生産量、養分吸収量および落葉による養分還元量を計算すると Table 26, 27 のようになる。また還元量を吸収量で割って落葉による養分の還元率とした。

これによると、乾物生産量は 5.6~17.6 ton/ha・yr の範囲で平均 11.2 ton/ha・yr であり、地域別にみ

Table 26. スギ林分の年乾物生産量の推定
Estimation of annual dry matter production by *Cryptomeria* forest

地 域 Area	林分番号 Stand No.	胸高断面 年増加量 Annual increase of basal area m ² /ha・year	幹 乾 物 年増加量 Annual increase of dry weight of stem ton/ha・year	枝 乾 物 年増加量 Annual increase of dry weight of branch ton/ha・year	根 乾 物 年増加量 Annual increase of dry weight of root ton/ha・year	落 葉 量 Amount of fallen leaves ton/ha・year	年 乾 物 生 産 量 Annual dry matter production of tree ton/ha・year
秩 父 Chichibu	1	1.00	5.45	1.04	1.48	4.00	11.97
	2	1.76	6.35	1.21	2.16	5.50	15.22
	3	0.65	3.12	0.59	1.43	3.75	8.89
気 田 Keta	10	1.10	4.15	0.79	1.76	4.25	10.95
	24	0.82	3.10	0.59	1.23	4.50	9.42
	30	1.26	3.94	0.75	1.62	3.75	10.06
天 城 Amagi	19	2.27	3.93	0.75	1.09	3.00	8.77
	20	2.46	4.39	0.83	1.41	2.50	9.13
	25	2.56	6.26	1.19	1.62	3.50	12.57
村 上 Murakami	9	2.03	8.79	1.67	2.68	4.50	17.64
	10	1.01	3.24	0.62	0.99	3.50	8.35
	11	2.17	7.74	1.47	2.36	5.00	16.57
箱 根 Hakone	14	1.77	5.87	1.12	1.63	3.50	12.12
	19	0.76	1.91	0.36	0.53	2.75	5.55
平 均 Average		1.54	4.87	0.93	1.57	3.86	11.23

ると秩父の林分 2, 村上の林分 9, 林分 11 では高いが, 気田の林分は一般に低い傾向がみられる。安藤ら (1968)¹⁾ は閉鎖林分の純生産量は 15~20 ton/ha・yr, 平均して 17 ton/ha・yr ぐらいと考え, 15 年生ヤナセスギの林分では 20 ton/ha・yr と計算し²⁾, また四大学合同調査班が吉野, 秋田, 大分のスギ林で 15.7~28.3 ton/ha・yr と計算した³⁾のにくらべると, Table 26 の値は多少低く計算されたことになる。

養分吸収量は N は 19.8~52.7 kg/ha・yr で平均すると 35.6 kg/ha・yr, P_2O_5 は 4.8~14.0 kg/ha・yr で平均すると 10.2 kg/ha・yr, K_2O は 14.0~43.1 kg/ha・yr で平均すると 26.0 kg/ha・yr であり, これらの値を四大学合同調査班の計算値³⁾と比較すると, N で低いが P_2O_5 や K_2O はほぼ近似している。

また安藤ら (1970)²⁾ が 15 年生ヤナセスギの林分で測定した値にくらべると, 半分にすぎないが, これは乾物生産量が安藤らの林分は 20 ton/ha・yr であり, 筆者らの乾物生産の平均値が 11 ton/ha・yr と計算されたためであろう。しかし, CaO は 70.6~152.4 kg/ha・yr で平均すると, 97.5 ton/ha・yr となり, これは四大学合同調査班の計算値より高く, 安藤らの数値²⁾と比較するとその 60% 程度の値を示している。

落葉の養分量は, N で 15.1~37.3 kg/ha・yr, 平均すると 25.8 kg/ha・yr で, これは SWITZER ら (1968)¹⁴⁾ が 20 年生 Loblolly pine で試算した N 還元量 30 kg/ha・yr, 安藤ら (1970)²⁾ が 15 年生ヤナセスギで計算した落葉落枝中の N 量 33 kg/ha・yr とほぼ近似し, P_2O_5 の量も安藤らの計算値と近似している。しかし K_2O については, 安藤らは非常に小さく計算し, 筆者らの計算値の 1/3 程度にすぎない。

養分の還元率は N で 73%, P_2O_5 で 57%, K_2O で 56%, CaO で 66% という値が計算された。

原田 (1959)³⁾ は, スギが植栽されてから 40 年間の林木の養分吸収量と落葉による養分の還元量から, 40 年間の養分の還元率は N で 67%, P_2O_5 で 81%, K_2O で 45% と推定したが, この値と比較すると Table 27 はとくに P_2O_5 の還元率が低くなっている。一方, 安藤らが 15 年生ヤナセスギ林で計算した値は乾物で 30%, N で 29%, P_2O_5 で 16%, K_2O で 5%, CaO で 67% であり, これと比較すると Table 27

Table 27. スギ林分の養分の吸収量, 落葉による還元量および還元率試算

Estimation of nutrient uptake by *Cryptomeria* forest and nutrient return by its fallen-leaves

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	年 養 分 吸 収 量 Annual nutrient uptake by forest tree (kg/ha・year)				落 落 による養分の還元量 Amount of nutrient return by fallen-leaves (kg/ha・year)				落 葉 による養分還元率 Rates of nutrient return by fallen-leaves (%)			
		N	P_2O_5	K_2O	CaO	N	P_2O_5	K_2O	CaO	N	P_2O_5	K_2O	CaO
秩 父 Chichibu	1	42.8	9.1	26.9	105.7	30.9	4.8	15.5	67.2	72.2	52.7	57.6	63.6
	2	52.7	13.1	32.9	139.7	37.3	7.1	18.9	97.5	70.8	54.2	57.4	69.8
	3	32.9	8.5	20.7	101.5	25.8	5.5	12.5	77.3	78.4	64.7	60.4	76.2
気 田 Keta	10	34.4	12.2	24.8	75.5	27.7	8.1	15.4	58.2	80.5	66.4	62.1	77.1
	24	28.4	10.8	25.4	71.5	22.8	7.0	18.5	53.6	80.3	64.8	72.8	74.8
	30	30.3	11.1	22.9	74.8	23.8	7.0	14.8	52.9	78.5	63.1	64.6	70.7
天 城 Amagi	19	33.6	9.5	19.1	71.0	24.0	5.2	11.8	46.8	71.4	54.7	61.8	65.9
	20	26.4	9.2	16.6	74.4	18.3	4.1	8.8	48.8	69.3	44.6	53.0	65.6
	25	38.4	10.8	23.5	113.9	25.2	5.2	12.6	70.4	65.6	48.1	53.6	61.8
村 上 Murakami	9	43.6	13.5	41.8	137.4	29.3	5.8	14.7	82.8	67.2	43.0	35.2	60.3
	10	26.4	7.4	24.1	70.6	21.0	4.5	16.2	46.6	79.5	60.8	67.2	66.0
	11	48.1	14.0	43.1	152.4	35.5	7.7	21.4	100.5	73.8	55.0	49.7	65.9
箱 根 Hakone	14	41.0	9.0	28.0	104.9	25.0	5.2	14.4	48.3	61.0	57.8	51.4	46.0
	19	19.8	4.8	14.0	71.3	15.1	3.5	9.7	49.2	76.3	72.9	69.3	69.0
平 均 Average		35.6	10.2	26.0	97.5	25.8	5.8	14.7	64.3	72.5	56.5	56.4	65.9

の数値は、とくに N , P_2O_5 , K_2O で高くなっている。

しかしこれは、原田 (1959)²¹ や 塘 (1962)¹⁶⁾ の計算例からみても、Table 27 の値が高いのではなく、逆に安藤ら²⁾ の値が低すぎるとみた方がよいのではないかと考える。

5. 総 括

埼玉県秩父 (古生層)、静岡県気田 (中, 古生層)、静岡県天城 (火山灰)、新潟県村上 (第三紀)、静岡県箱根 (火山灰) の各地域のスギ壮齡林分 (林齡 28~59) で土壤、有機物層、林床植生、林木にふくまれる養分量を調査し、2~3 の検討を加えるとともに、森林生態系における養分分布、スギ壮齡林分の最近の年間乾物生産量、養分吸収量および落葉による乾物や養分の還元率を試算した。

1) 調査地の土壤の諸性質は、地形、母材の違いを反映して地域や林分ごとにそれぞれ異なり、深さ 50 cm までの土の中にふくまれる養分量を計算すると、Total-N で 6.9~15.9 ton/ha, Total- P_2O_5 で 1.5~6.7 ton/ha, Total- K_2O で 2.0~25.5 ton/ha であり、有効態の P_2O_5 は Total- P_2O_5 の 1/100~1/200 程度であった。

2) 有機物層の乾物重量は 7.7~15.0 ton/ha であった。養分濃度は地域により異なった傾向を示した。養分含有量は N で 73~127 kg/ha, P_2O_5 で 9~29 kg/ha, K_2O で 7~53 kg/ha, CaO で 136~214 kg/ha であった。

3) 林床植生の調査は天城と箱根の 2 地域で行なったにすぎないが、乾物重量は 7~14 ton/ha であった。アブラチャンやクロモジなどの葉の N , K_2O 濃度は非常に高かった。林床植生の養分含有量は天城では N で 32~90 kg/ha, P_2O_5 で 5~14 kg/ha, K_2O で 22~59 kg/ha, CaO で 24~119 kg/ha, また箱根では N で 7~60 kg/ha, P_2O_5 で 1~10 kg/ha, K_2O で 10~42 kg/ha, CaO で 4~26 kg/ha であった。

4) この調査は、各地域で意識的に成長の良い林分、悪い林分を選定し、また各林分で胸高直径階に応じて種々の大きさの木を伐倒しているので、供試木の成長状態は個体間で変動が大きい。林木の乾物重量も個体間で変動が大きい、 D^2H との間に対数一次式が成立する。しかし、葉や枝の重量は地上部重量や幹の重量にくらべて、個体間のばらつきが大きく、また林分によって大きく分離する傾向がみられた。

ha 当たり乾物重量は葉で 10~22 ton/ha, 枝で 9~26 ton/ha, 幹で 27~268 ton/ha であり、地上部全体を合計すると 62~318 ton/ha となった。

この地上部の乾物重量と林分の胸高断面積合計の間には、地域ごとに直線関係が成立するように見られた。

各林分の T/R 比を計算すると 2.6~4.6 の範囲で平均 3.4 であった。

5) 樹冠の位置別の葉の養分濃度は幼齡木におけるほど明りょうな傾向はみられないが、村上や箱根の林分では N , K_2O は上位葉で高く下位葉で低く、 CaO はこれとは逆に上位葉で低く下位葉で高い傾向がみられた。緑枝や枝の場合でも同様の傾向が認められるが、この報告では濃度の範囲を表示したにとどめた。

球果は枝や緑枝にくらべると N , P_2O_5 , K_2O 濃度が高いが、 CaO 濃度は非常に低い。

幹は心材、辺材、樹皮にわけて養分分析を行なったが、 N は樹皮で、 K_2O は樹皮と心材で、 CaO は樹皮で高い傾向がみられた。

根の養分濃度は、同じ土壌層位に分布するものであれば細い根ほど高く、また同じ太さであればA層に分布するものはB層に分布するものより養分濃度が高い傾向がみられた。

葉の養分濃度と現在樹高、最近の年平均樹高成長量、最近の年平均材積成長量、葉の幹生産能率などとの関係をしらべた結果、最近の年平均樹高成長量との間の相関係数が高く、葉の N, P_2O_5 , K_2O 濃度との間に正の相関、CaO 濃度との間に負の相関関係の傾向がみられる。

6) 林木の地上部の養分含有量は秩父スギを例にとると、Nで76~765 g, P_2O_5 で27~209 g, K_2O で60~1,107 g, CaOで204~1,994 g, MgOで22~313 gであり、個々の林木の養分含有量と D^2H との間に対数一次式が成立する。林木地上部の ha 当たり養分含有量はNで187~558 kg/ha, P_2O_5 で48~207 kg/ha, K_2O で145~676 kg/ha, CaOで633~1,551 kg/ha, MgOで72~350 kg/haであった。これら養分の幹、枝、葉への分布割合について考察を加え、さらに林分ごとに各養分の T/R 比を Table 23 のように計算した。

土壌の化学性と林木の乾物生産、養分含有量、養分含有率などとの関係についても検討を加えたが、明りょうな傾向は認められなかった。

7) 森林生態系における養分の分布は Table 24 のようになった。各林分とも有効態の P_2O_5 以外の養分は、いずれも大部分が土壌中に分布することになり、養分の有効化が阻害されない限り、これらの林分では養分不足が成長の制限因子になることはないと考えた。

8) 各林分の最近1年間の乾物生産量は 5.6~17.6 ton/ha・yr の範囲で、平均すると 11.2 ton/ha・yr であり、養分吸収量は N は 19.8~52.7 kg/ha・yr の範囲で平均すると 35.6 kg/ha・yr, P_2O_5 は 4.8~14.0 kg/ha・yr の範囲で平均すると 10.2 kg/ha・yr, K_2O は 14~43.1 kg/ha・yr の範囲で平均すると 26.0 kg/ha・yr, CaO は 70.6~152.4 kg/ha・yr の範囲で平均すると 97.5 kg/ha・yr と計算された。

また1年間の落葉による林地への還元率は平均すると、Nで73%, P_2O_5 で57%, K_2O で56%, CaOで67%と計算された。

Appendix 1. 樹冠の高さ別枝葉の乾物重量 (ton/ha)
Dry weight of leaves and branches in each height of crown

地 域 Area	林分番号 Stand No.	樹冠の高さ別 Height of crown (m)	葉 Leaves	緑 枝 Greenish twig	枝 Branches	球 果 Cone	計 Total
秩 父 Chichibu	1	13.2~	1.81	0.22	0.25	—	2.28
		11.2~13.2	5.35	0.84	2.39	—	8.58
		9.2~11.2	6.95	0.91	5.07	—	12.93
		7.2~ 9.2	1.85	0.23	2.08	—	4.16
		5.2~ 7.2	0.43	0.03	0.33	—	0.79
		Total	16.39	2.23	10.12	—	28.74
	2	17.2~	0.23	0.01	0.02	—	0.26
		15.2~17.2	2.17	0.20	0.21	—	2.58
		13.2~15.2	4.86	0.55	1.78	—	7.19
		11.2~13.2	9.10	1.34	6.07	—	16.51
		9.2~11.2	4.79	0.62	4.56	—	9.97
		7.2~ 9.2	0.70	0.08	1.44	—	2.22
		Total	21.85	2.80	14.08	—	38.73
	3	21.2~	1.30	0.13	0.68	—	2.11
		19.2~21.2	2.76	0.28	1.08	—	4.12
		17.2~19.2	4.72	0.54	2.64	—	7.90
		15.2~17.2	3.98	0.42	2.20	—	6.60
		13.2~15.2	1.61	0.19	1.81	—	3.61
		11.2~13.2	0.48	0.05	0.73	—	1.26
気 田 Keta	10	9.2~11.2	0.29	0.03	0.10	—	0.42
		Total	15.14	1.64	9.24	—	26.02
	24	23.2~	0.32	0.06	0.10	0.04	0.52
		21.2~23.2	1.02	0.16	0.53	0.16	1.87
		19.2~21.2	2.15	0.61	1.46	0.11	4.33
		17.2~19.2	3.81	0.68	3.32	0.01	7.82
		15.2~17.2	3.87	0.78	3.95	0.18	8.78
		13.2~15.2	3.00	0.81	4.62	0.03	8.46
		11.2~13.2	1.50	0.26	3.08	0.01	4.85
		9.2~11.2	0.73	0.06	1.51	—	2.30
		5.2~ 9.2	0.23	0.03	0.88	—	1.14
		Total	16.63	3.45	19.45	0.54	40.07
	30	15.2~	0.26	0.06	0.05	—	0.37
		13.2~15.2	0.95	0.36	0.76	0.06	2.13
		11.2~13.2	3.07	0.95	2.76	0.18	6.96
		9.2~11.2	5.76	1.09	4.40	0.19	11.44
		7.2~ 9.2	4.19	0.80	7.15	0.07	12.21
		5.2~ 7.2	2.29	0.73	5.03	0.05	8.10
天 城 Amagi	19	1.2~ 5.2	1.23	0.19	4.05	—	5.47
		Total	17.75	4.18	24.20	0.55	46.68
	24	19.2~	0.16	0.04	0.02	0.02	0.24
		17.2~19.2	1.33	0.44	0.57	0.17	2.51
		15.2~17.2	3.75	1.05	2.53	0.38	7.71
		13.2~15.2	4.52	0.94	5.40	0.11	10.97
		11.2~13.2	4.14	0.69	5.47	0.03	10.33
		9.2~11.2	1.18	0.19	3.10	—	4.47
	30	5.2~ 9.2	0.08	—	0.05	—	0.13
		Total	15.16	3.35	17.14	0.71	36.36
	19	11.2~	1.17	0.24	0.42	—	1.83
		9.2~11.2	6.21	1.20	6.32	—	13.73
		7.2~ 9.2	3.85	0.85	8.66	—	13.36
		5.2~ 7.2	0.65	0.09	2.45	—	3.19
		3.2~ 5.2	0.03	0.01	0.07	—	0.11
		1.2~ 3.2	0.02	—	0.07	—	0.09
		Total	11.93	2.39	17.99	—	32.31

Appendix 1. (つづき) (Continued)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	樹冠の高さ別 Height of crown (m)	葉 Leaves	緑 枝 Greenish twig	枝 Branches	球 果 Cone	計 Total
天 城 Amagi	20	15.2~	0.40	0.10	0.13	—	0.63
		13.2~15.2	2.59	0.62	1.94	—	5.15
		11.2~13.2	5.52	0.88	6.78	—	13.18
		9.2~11.2	1.76	0.38	6.23	—	8.37
		7.2~ 9.2	0.07	0.01	0.43	—	0.51
		5.2~ 7.2	0.01	—	0.03	—	0.04
		Total	10.35	1.99	15.54	—	27.88
	25	19.2~	0.33	0.06	0.07	—	0.46
		17.2~19.2	2.18	0.40	1.12	—	3.70
		15.2~17.2	5.91	0.97	4.84	—	11.72
		13.2~15.2	4.37	0.75	4.92	—	10.04
		11.2~13.2	1.10	0.31	3.62	—	5.03
		9.2~11.2	0.25	0.04	0.71	—	1.00
		Total	14.14	2.53	15.28	—	31.95
村 上 Murakami	9	25.2~	0.11	0.03	0.02	—	0.16
		23.2~25.2	0.65	0.10	0.16	—	0.91
		21.2~23.2	1.98	0.41	0.70	—	3.09
		19.2~21.2	3.24	0.92	2.18	—	6.34
		17.2~19.2	3.20	1.15	3.16	—	7.51
		15.2~17.2	3.42	0.99	4.80	—	9.21
		13.2~15.2	2.83	0.58	4.84	—	8.25
		11.2~13.2	1.21	0.33	2.02	—	3.56
		9.2~11.2	0.45	0.18	0.71	—	1.34
		7.2~ 9.2	0.22	0.05	0.50	—	0.77
		5.2~ 7.2	0.08	0.02	0.07	—	0.17
		3.2~ 5.2	0.09	0.03	0.24	—	0.36
		Total	17.48	4.79	19.40	—	41.67
	10	11.2~	—	0.01	—	—	0.01
		9.2~11.2	1.34	0.35	0.38	—	2.07
		7.2~ 9.2	4.24	1.23	3.20	—	8.67
		5.2~ 7.2	3.87	0.93	4.75	—	9.55
		3.2~ 5.2	3.77	0.97	4.27	—	9.01
		1.2~ 3.2	0.93	0.29	0.90	—	2.12
		0.2~ 1.2	0.07	0.02	0.14	—	0.23
		Total	14.22	3.80	13.64	—	31.66
	11	27.2~29.2	0.22	0.05	0.05	—	0.32
		25.2~27.2	0.62	0.13	0.41	—	1.16
		23.2~25.2	1.09	0.17	0.70	—	1.96
		21.2~23.2	3.13	0.53	1.94	—	5.60
		19.2~21.2	3.09	0.60	2.90	—	6.59
		17.2~19.2	5.34	1.05	5.90	—	12.29
		15.2~17.2	3.16	0.68	6.38	—	10.22
		13.2~15.2	1.18	0.27	2.84	—	4.29
		11.2~13.2	0.67	0.20	2.44	—	3.31
		9.2~11.2	0.39	0.10	0.90	—	1.39
		7.2~ 9.2	0.35	0.07	0.82	—	1.24
		5.2~ 7.2	0.27	0.06	0.52	—	0.85
		3.2~ 5.2	0.08	0.02	0.06	—	0.16
		Total	19.59	3.93	25.86	—	49.38
箱 根 Hakone	14	11.2~	0.37	0.10	0.05	0.05	0.57
		9.2~11.2	6.11	1.60	3.15	0.04	10.90
		7.2~ 9.2	5.79	1.28	6.24	0.02	13.33
		5.2~ 7.2	1.49	0.31	3.03	—	4.83
		3.2~ 5.2	0.13	0.02	0.45	—	0.60
		Total	13.89	3.31	12.92	0.11	30.23
	19	5.2~ 7.2	2.49	0.41	0.80	—	3.70
		3.2~ 5.2	7.14	1.24	7.33	—	15.71
		1.2~ 3.2	1.41	0.27	3.53	—	5.21
		Total	11.04	1.92	11.66	—	24.62

Appendix 2. 樹冠の高さ別の葉の養分濃度 (%)
Nutrient concentration of leaves in each height of crown

地 域 Area	林分番号 Stand No.	樹冠の高さ別 Height of crown (m)	養 分 濃 度 (%) Nutrient concentration				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
秩 父 Chichibu	1	13.2~	1.11	0.20	0.58	1.60	0.25
		11.2~13.2	1.22	0.21	0.67	1.61	0.25
		9.2~11.2	1.19	0.21	0.66	1.87	0.24
		7.2~ 9.2	1.18	0.20	0.58	1.84	0.25
		5.2~ 7.2	1.30	0.20	0.77	1.50	0.23
	2	17.2~	1.31	0.24	0.75	1.19	0.34
		15.2~17.2	1.09	0.21	0.38	1.97	0.22
		13.2~15.2	1.23	0.23	0.70	1.65	0.27
		11.2~13.2	1.05	0.25	0.56	1.79	0.27
		9.2~11.2	1.08	0.22	0.56	1.98	0.23
		7.2~ 9.2	0.99	0.19	0.48	2.05	0.20
	3	21.2~	1.12	0.22	0.64	1.99	0.32
		19.2~21.2	0.98	0.21	0.60	2.70	0.30
		17.2~19.2	1.08	0.22	0.46	2.20	0.30
		15.2~17.2	1.17	0.24	0.54	2.10	0.32
		13.2~15.2	1.22	0.26	0.56	2.15	0.33
気 田 Keta	10	25.2~	1.23	0.40	1.00	0.93	0.31
		23.2~25.2	1.29	0.39	0.65	1.16	0.31
		21.2~23.2	1.27	0.38	0.64	1.15	0.31
		19.2~21.2	1.13	0.29	0.50	1.48	0.30
		17.2~19.2	1.04	0.28	0.48	1.56	0.29
		15.2~17.2	0.95	0.29	0.56	1.47	0.27
		13.2~15.2	0.93	0.29	0.50	1.39	0.27
		11.2~13.2	0.92	0.31	0.52	1.49	0.29
		9.2~11.2	1.02	0.33	0.52	1.89	0.33
		5.2~ 9.2	1.12	0.25	0.68	1.16	0.36
	24	15.2~	0.98	0.31	0.84	1.33	0.24
		13.2~15.2	0.72	0.25	0.58	1.26	0.23
		11.2~13.2	0.87	0.28	0.64	1.21	0.25
		9.2~11.2	0.83	0.23	0.65	1.08	0.28
		7.2~ 9.2	0.81	0.23	0.64	1.06	0.28
		1.2~ 7.2	0.84	0.22	0.72	1.19	0.28
	30	19.2~	1.20	0.29	0.72	1.41	0.32
		17.2~19.2	1.23	0.30	0.72	1.48	0.29
		15.2~17.2	1.07	0.36	0.62	1.49	0.21
		13.2~15.2	0.98	0.38	0.60	1.53	0.24
		11.2~13.2	0.88	0.31	0.58	1.40	0.24
		9.2~11.2	0.98	0.30	0.65	1.37	0.24
		5.2~ 9.2	1.00	0.28	0.72	1.20	0.29
天 城 Amagi	19	11.2~	1.39	0.34	0.71	1.48	—
		9.2~11.2	1.39	0.29	0.63	1.47	—
		7.2~ 9.2	1.30	0.27	0.73	1.56	—
		5.2~ 7.2	1.29	0.27	0.66	1.62	—
		3.2~ 5.2	1.28	0.23	0.57	1.66	—
		1.2~ 3.2	1.35	0.27	0.59	1.56	—
	20	15.2~	1.30	0.33	0.69	1.99	—
		13.2~15.2	1.10	0.25	0.56	1.40	—
		11.2~13.2	1.16	0.32	0.56	1.68	—
		9.2~11.2	1.20	0.24	0.53	1.74	—
		7.2~ 9.2	1.30	0.23	0.69	1.93	—
		5.2~ 7.2	1.21	0.23	0.43	2.98	—

Appendix 2. (つづき) (Continued)

地 域 Area	林分番号 Stand No.	樹冠の高さ別 Height of crown (m)	養 分 濃 度 (%) Nutrient concentration				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
村 上 Murakami	25	19.2~	1.35	0.31	0.74	1.88	—
		17.2~19.2	1.27	0.25	0.54	1.63	—
		15.2~17.2	1.26	0.25	0.56	1.82	—
		13.2~15.2	1.15	0.22	0.50	2.25	—
		11.2~13.2	1.14	0.21	0.70	2.06	—
		9.2~11.2	1.07	0.23	0.58	2.42	—
	9	25.2~	1.26	0.31	0.56	1.48	0.40
		23.2~25.2	1.24	0.24	0.48	1.62	0.45
		21.2~23.2	1.13	0.21	0.55	1.47	0.39
		19.2~21.2	1.17	0.23	0.68	1.56	0.39
		17.2~19.2	1.06	0.24	0.55	1.92	0.35
		15.2~17.2	1.08	0.24	0.62	1.73	0.35
		13.2~15.2	1.03	0.20	0.54	1.75	0.40
		11.2~13.2	0.99	0.19	0.48	2.33	0.40
		9.2~11.2	1.15	0.20	0.58	1.58	0.43
		7.2~ 9.2	0.97	0.21	0.50	2.26	0.43
		5.2~ 7.2	0.97	0.20	0.48	2.02	0.55
		3.2~ 5.2	0.98	0.19	0.43	2.35	0.54
	10	11.2~	1.27	0.28	1.08	0.78	0.31
		9.2~11.2	1.06	0.24	0.56	1.07	0.21
		7.2~ 9.2	0.99	0.21	0.66	1.57	0.21
		5.2~ 7.2	0.88	0.19	0.74	1.54	0.26
		3.2~ 5.2	0.92	0.19	0.81	1.51	0.26
		1.2~ 3.2	0.86	0.15	0.77	1.64	0.26
	11	0.2~	0.99	0.20	0.78	1.23	0.23
		29.2~	1.13	0.38	1.17	1.01	0.23
		27.2~29.2	1.26	0.29	0.65	1.89	0.23
		25.2~27.2	1.28	0.23	0.68	2.09	0.23
		23.2~25.2	1.20	0.26	0.67	1.78	0.23
		21.2~23.2	1.14	0.24	0.58	2.13	0.23
		19.2~21.2	1.19	0.24	0.50	2.20	0.23
		17.2~19.2	1.19	0.23	0.51	1.80	0.33
		15.2~17.2	1.22	0.26	0.66	2.07	0.33
		13.2~15.2	1.19	0.25	0.85	2.09	0.28
		11.2~13.2	1.18	0.28	0.69	2.26	0.28
		9.2~11.2	1.17	0.25	0.77	2.18	0.28
		7.2~ 9.2	1.21	0.24	0.81	2.27	0.28
		5.2~ 7.2	1.10	0.22	0.74	2.14	0.26
		3.2~ 5.2	1.20	0.21	0.67	2.27	0.26
箱 根 Hakone	14	11.2~	1.25	0.24	0.75	1.76	0.36
		9.2~11.2	1.19	0.27	0.51	1.41	0.33
		7.2~ 9.2	1.13	0.23	0.63	1.69	0.31
		5.2~ 7.2	1.19	0.26	0.77	2.37	0.35
		3.2~ 5.2	1.17	0.21	0.74	2.45	0.27
	19	5.2~	1.04	0.21	0.59	1.70	0.33
		3.2~ 5.2	0.91	0.20	0.59	1.85	0.23
		1.2~ 3.2	0.79	0.21	0.60	1.84	0.35

Appendix 3. 林木 1 本当たりの N 含有量
N contents of individual trees (g)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of tree						地上部計 Total of above ground	根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem				
秩 父 Chichibu	1	5	128	8	19	—	59	214	—	—	
		18	82	8	15	—	43	148	20	168	
		19	41	3	4	—	31	79	—	—	
		28	66	6	12	—	47	131	—	—	
		29	182	15	28	—	89	314	—	—	
		37	37	2	6	—	31	76	—	—	
		38	59	7	9	—	35	110	18	128	
		39	190	16	35	—	93	334	—	—	
	2	1	73	5	9	—	56	143	—	—	
		7	96	7	13	—	61	177	—	—	
		14	85	9	18	—	60	172	—	—	
		27	200	22	36	—	85	353	—	—	
		36	37	3	6	—	37	83	—	—	
		39	45	5	7	—	48	105	—	—	
		45	128	12	23	—	94	257	—	—	
	57	327	25	96	—	187	635	—	—		
	3	2	109	7	19	—	109	244	—	—	
		9	156	10	28	—	144	338	57	395	
		10	314	15	54	—	382	765	—	—	
		14	88	6	22	—	94	210	—	—	
		21	307	23	39	—	163	532	65	597	
		26	310	15	55	—	335	715	—	—	
		31	149	9	26	—	119	303	—	—	
41		80	8	29	—	95	212	—	—		
気 田 Keta	10	10	74	11	19	1	95	200	—	—	
		13	52	12	27	6	63	160	—	—	
		21	155	26	48	1	131	361	56	417	
		22	14	2	6	10	49	81	—	—	
		33	327	45	71	8	234	685	96	781	
		35	353	59	108	13	356	889	—	—	
		36	279	39	77	2	194	591	—	—	
		47	226	36	59	6	153	480	—	—	
	24	7	91	26	50	5	78	250	55	305	
		10	243	46	111	6	152	558	—	—	
		13	118	24	53	3	116	314	—	—	
		16	116	27	24	4	108	279	—	—	
		20	46	3	9	—	16	74	—	—	
		23	94	16	39	8	63	220	41	261	
		24	70	10	9	5	39	133	—	—	
		28	94	11	28	6	59	204	—	—	
	30	5	90	10	19	2	42	163	—	—	
		7	61	9	32	1	73	176	—	—	
		9	119	16	39	2	86	262	—	—	
		11	166	29	56	7	123	381	—	—	
		22	113	21	33	3	101	271	—	—	
		24	126	17	30	8	95	276	—	—	
		29	114	16	29	12	94	265	—	—	
		44	248	47	80	2	185	562	—	—	
天 城	19	1	11	1	8	—	18	38	14	52	
		11	82	10	37	—	70	199	—	—	
		17	190	23	82	—	97	392	53	445	
		20	70	9	23	—	39	141	—	—	

Appendix 3. (つづき) (Continued)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	樹高 No. Tree No.	樹 木 各 部 位 Parts of tree							樹 木 全 体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground	根 Root of tree	
Amagi	25	44	214	19	30	—	167	430	68	498
		38	232	21	46	—	251	550	59	236
		33	54	6	20	—	97	177	—	—
	20	26	100	9	27	—	123	259	—	—
		18	162	15	52	—	230	459	—	—
		12	265	25	48	—	236	574	—	—
		8	26	3	7	—	54	90	—	—
Murakami	9	5	60	6	12	—	84	162	—	—
		47	100	12	28	—	81	221	86	307
		35	11	1	2	—	22	36	22	61
	10	32	14	3	2	—	6	17	8	54
		28	9	2	4	—	5	46	—	—
		23	31	6	1	—	4	171	—	—
		19	10	15	19	—	54	97	—	—
Hakone	14	3	122	17	33	—	71	243	52	295
		17	124	17	34	—	116	291	—	—
		14	99	13	27	—	82	223	—	—
	19	1	65	8	27	—	20	120	—	—
		9	23	3	7	—	8	35	—	—
		15	57	7	17	—	17	98	—	—
		17	27	4	21	—	60	300	—	—
Amagi	25	44	214	19	30	—	167	430	68	498
		38	232	21	46	—	251	550	59	236
		33	54	6	20	—	97	177	—	—
	20	26	100	9	27	—	123	259	—	—
		18	162	15	52	—	230	459	—	—
		12	265	25	48	—	236	574	—	—
		8	26	3	7	—	54	90	—	—
Murakami	9	5	60	6	12	—	84	162	—	—
		47	100	12	28	—	81	221	86	307
		35	11	1	2	—	22	36	22	61
	10	32	14	3	2	—	6	17	8	54
		28	9	2	4	—	5	46	—	—
		23	31	6	1	—	4	171	—	—
		19	10	15	19	—	54	97	—	—
Hakone	14	3	122	17	33	—	71	243	52	295
		17	124	17	34	—	116	291	—	—
		14	99	13	27	—	82	223	—	—
	19	1	65	8	27	—	20	120	—	—
		9	23	3	7	—	8	35	—	—
		15	57	7	17	—	17	98	—	—
		17	27	4	21	—	60	300	—	—

Appendix 4. 林木 1 本当たりの P_2O_5 含有量
 P_2O_5 contents of individual trees (g)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of tree							根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground			
秩 父 Chichibu	1	5	21	2	4	—	30	57	—	—	
		18	13	2	3	—	22	40	5	45	
		19	7	1	1	—	19	28	—	—	
		28	11	1	2	—	24	38	—	—	
		29	35	4	7	—	57	103	—	—	
		37	7	1	1	—	20	29	—	—	
		38	10	1	2	—	18	31	4	35	
		39	37	4	9	—	59	109	—	—	
	2	1	18	1	2	—	23	44	—	—	
		7	24	1	3	—	25	53	—	—	
		14	21	2	5	—	24	52	—	—	
		27	37	5	7	—	55	104	—	—	
		36	9	1	1	—	16	27	—	—	
		39	11	1	2	—	22	36	—	—	
		45	24	3	5	—	61	93	—	—	
		57	61	5	20	—	122	208	—	—	
	3	2	22	2	5	—	89	118	—	—	
		9	31	2	7	—	117	157	26	183	
		10	65	4	14	—	118	201	—	—	
		14	19	1	5	—	42	67	—	—	
		21	61	6	9	—	133	209	29	238	
		26	64	4	14	—	104	186	—	—	
		31	29	2	6	—	97	134	—	—	
		41	18	2	7	—	42	69	—	—	
気 田 Keta	10	10	22	4	6	1	59	92	—	—	
		13	19	4	14	2	39	78	—	—	
		21	46	8	15	1	82	152	51	203	
		22	5	1	3	4	30	43	—	—	
		33	76	14	29	3	146	268	79	347	
		35	82	18	43	5	219	367	—	—	
		36	65	12	31	1	121	230	—	—	
		47	52	11	24	2	95	184	—	—	
	24	7	25	10	22	2	36	95	41	136	
		10	64	14	44	1	129	252	—	—	
		13	31	7	21	1	98	158	—	—	
		16	30	8	10	1	91	140	—	—	
		20	13	1	5	—	14	33	—	—	
		23	26	6	17	4	54	107	39	146	
		24	19	3	5	2	33	62	—	—	
		28	26	6	13	2	50	97	—	—	
	30	5	28	3	8	1	27	67	—	—	
		7	19	3	14	1	47	84	—	—	
		9	43	6	17	1	55	122	—	—	
		11	60	10	25	4	79	178	—	—	
		22	41	7	15	2	65	130	—	—	
		24	46	7	13	5	61	132	—	—	
		29	41	6	13	7	60	127	—	—	
		44	89	16	36	2	119	262	—	—	
天 城	19	1	2	0	2	—	12	16	5	21	
		11	17	2	9	—	39	67	—	—	
		17	40	5	20	—	52	117	28	145	
		20	15	2	6	—	23	46	—	—	

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位						Parts of tree		根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground				
Amagi		22	3	0	2	—	8	13	—	—		
		30	15	2	6	—	26	49	10	59		
		38	9	1	5	—	24	39	13	52		
		49	14	2	5	—	25	46	—	—		
	20	5	6	1	4	—	32	43	—	—		
		8	2	0	1	—	19	22	—	—		
		13	20	2	8	—	53	83	—	—		
		18	15	2	8	—	52	77	18	95		
		30	9	1	2	—	41	53	—	—		
		33	32	5	16	—	129	182	—	—		
		35	3	0	1	—	20	24	9	33		
		47	25	3	11	—	80	119	32	151		
	25	5	12	1	6	—	39	58	—	—		
		8	5	1	3	—	27	36	—	—		
		12	51	6	22	—	116	195	—	—		
		18	33	4	24	—	112	173	—	—		
		26	20	2	13	—	56	91	—	—		
		33	10	1	9	—	48	68	15	83		
		38	46	5	22	—	123	196	—	—		
		44	42	4	15	—	84	145	16	161		
村 上 Murakami	9	1	20	4	5	—	82	111	—	—		
		2	40	7	19	—	143	209	—	—		
		9	78	10	22	—	308	418	—	—		
		12	35	8	9	—	109	161	—	—		
		18	56	12	17	—	198	283	—	—		
		22	8	2	3	—	26	39	—	—		
		25	67	12	23	—	213	315	—	—		
		28	81	14	37	—	290	422	—	—		
	10	1	36	6	19	—	47	108	—	—		
		5	9	2	3	—	24	38	—	—		
		14	19	3	8	—	34	64	—	—		
		17	2	0	0	—	2	4	—	—		
		19	6	1	1	—	2	10	4	14		
		23	2	0	1	—	2	5	—	—		
		28	3	1	1	—	4	9	7	16		
		32	10	2	4	—	16	32	—	—		
	11	4	34	5	9	0	79	127	—	—		
		10	134	17	64	1	301	517	—	—		
		13	87	14	59	3	311	474	—	—		
		16	62	7	26	0	203	298	—	—		
		17	73	9	25	3	191	301	—	—		
箱 根 Hakone	14	3	26	4	9	—	19	58	9	67		
		7	27	5	9	—	31	72	—	—		
		10	7	1	2	—	8	18	—	—		
		14	22	4	8	—	22	56</				

Appendix 5. 林木 1 本当たりの K_2O 含有量
 K_2O contents of individual trees (g)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of trees							根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground			
秩 父 Chichibu	1	5	68	5	7	—	90	170	—	—	
		18	43	5	6	—	65	119	13	132	
		19	24	2	2	—	39	67	—	—	
		28	35	4	5	—	73	116	—	—	
		29	104	12	11	—	138	265	—	—	
		37	21	1	2	—	39	63	—	—	
		38	31	4	3	—	53	91	12	103	
		39	108	12	15	—	144	279	—	—	
	2	1	38	3	4	—	92	137	—	—	
		7	50	4	6	—	100	160	—	—	
		14	44	6	9	—	98	157	—	—	
		27	88	14	11	—	118	231	—	—	
		36	24	2	3	—	31	60	—	—	
		39	28	3	3	—	41	75	—	—	
		45	57	8	7	—	131	203	—	—	
		57	145	16	29	—	260	450	—	—	
	3	2	49	5	7	—	149	210	—	—	
		9	70	7	10	—	196	283	50	333	
		10	172	9	18	—	908	1,107	—	—	
		14	41	3	7	—	133	184	—	—	
		21	137	15	14	—	222	388	58	446	
		26	170	9	18	—	798	995	—	—	
		31	66	6	9	—	162	243	—	—	
		41	38	4	10	—	134	186	—	—	
気 田 Keta	10	10	38	7	10	1	176	232	—	—	
		13	30	8	14	6	116	174	—	—	
		21	80	15	25	2	243	365	86	454	
		22	8	1	3	12	90	114	—	—	
		33	154	31	42	9	436	672	126	798	
		35	166	41	63	14	661	945	—	—	
		36	131	28	45	2	360	566	—	—	
		47	106	25	35	6	284	456	—	—	
	24	7	70	21	26	6	121	244	62	306	
		10	221	39	80	5	237	582	—	—	
		13	107	20	39	2	181	349	—	—	
		16	105	23	18	3	168	317	—	—	
		20	30	2	4	—	25	61	—	—	
		23	72	13	20	11	98	214	60	274	
		24	50	8	4	6	61	129	—	—	
		28	72	14	15	8	92	201	—	—	
	30	5	50	7	10	2	76	145	—	—	
		7	34	7	17	1	133	192	—	—	
		9	79	13	18	2	157	269	—	—	
		11	108	21	21	9	225	384	—	—	
		22	74	15	13	5	184	291	—	—	
		24	84	13	14	13	174	298	—	—	
		29	76	12	14	19	172	293	—	—	
		44	162	33	30	3	338	566	—	—	
天 城	19	1	6	1	2	—	23	32	6	38	
		11	41	7	12	—	78	138	—	—	
		17	96	15	25	—	105	241	36	277	
		20	34	6	8	—	44	92	—	—	

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of trees							
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground	根 Root	林木全体 Whole of tree
Amagi		22	8	1	3	—	17	29	—	—
		30	35	6	9	—	53	103	12	115
		38	21	3	6	—	34	64	16	80
		49	31	5	7	—	52	95	—	—
	20	5	11	2	4	—	62	79	—	—
		8	5	1	1	—	40	47	—	—
		13	38	6	9	—	93	146	—	—
		18	28	4	9	—	88	129	25	154
		30	17	3	2	—	74	96	—	—
		33	64	13	20	—	198	295	—	—
		35	5	1	1	—	40	46	12	58
		47	49	9	3	—	136	207	51	258
	25	5	28	4	5	—	91	128	—	—
		8	13	2	3	—	62	80	—	—
		12	121	17	21	—	267	426	—	—
		18	74	11	22	—	257	364	—	—
		26	45	7	11	—	132	195	—	—
		33	27	4	9	—	110	150	35	185
		38	102	14	19	—	282	417	—	—
		44	95	13	13	—	192	313	41	354
村 上 Murakami	9	1	57	13	11	—	303	384	—	—
		2	104	24	39	—	530	697	—	—
		9	196	32	41	—	1,140	1,409	—	—
		12	89	27	19	—	405	540	—	—
		18	147	37	34	—	731	949	—	—
		22	20	5	6	—	97	128	—	—
		25	179	40	44	—	787	1,050	—	—
		28	218	46	70	—	1,075	1,409	—	—
	10	1	128	35	31	—	123	317	—	—
		5	32	10	4	—	62	108	—	—
		14	64	17	13	—	88	182	—	—
		17	8	2	1	—	4	15	—	—
		19	26	5	3	—	9	43	14	57
		23	9	2	1	—	6	18	—	—
		28	12	3	2	—	9	26	—	—
		32	38	10	6	—	43	97	38	135
	11	4	93	17	15	0	299	424	—	—
		10	331	57	110	2	1,142	1,642	—	—
		13	221	44	102	3	1,178	1,546	—	—
		16	149	26	45	0	770	990	—	—
17		176	30	44	3	724	977	—	—	
箱 根 Hakone	14	3	61	14	17	—	82	174	33	207
		7	62	15	18	—	133	228	—	—
		10	16	4	4	—	36	60	—	—
		14	49	11	15	—	95	170	—	—
		17	61	14	15	—	86	176	—	—
		20	21	5	5	—	54	85	—	—
		23	60	14	13	—	89	176	38	214
		27	54	13	11	—	69	147	—	—
	19	1	42	7	15	—	26	90	—	—
		9	15	2	3	—	11	31	—	—
		12	10	2	4	—	14	30	—	—
		15	36	5	9	—	22	72	—	—
		17	16	2	5	—	19	42	—	—

Appendix 6. 林木 1 本当たりの CaO 含有量
CaO contents of individual trees (g)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of tree							根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground			
秩 父 Chichibu	1	5	195	16	77	—	219	507	—	—	
		18	125	15	59	—	159	358	39	397	
		19	62	7	13	—	122	204	—	—	
		28	100	11	50	—	176	337	—	—	
		29	256	34	89	—	351	730	—	—	
		37	55	6	21	—	124	206	—	—	
		38	89	13	35	—	129	266	35	301	
		39	266	35	113	—	367	781	—	—	
	2	1	119	14	37	—	216	386	—	—	
		7	157	20	54	—	235	466	—	—	
		14	138	25	76	—	231	470	—	—	
		27	335	43	105	—	265	748	—	—	
		36	76	7	27	—	106	216	—	—	
		39	92	10	35	—	140	277	—	—	
		45	215	23	69	—	293	600	—	—	
	57	550	49	283	—	583	1,465	—	—		
	3	2	194	20	77	—	504	795	—	—	
		9	276	28	109	—	667	1,080	152	1,232	
		10	639	56	218	—	1,081	1,994	—	—	
		14	162	14	68	—	388	632	—	—	
		21	543	65	154	—	754	1,516	174	1,690	
		26	630	55	220	—	948	1,853	—	—	
		31	263	24	104	—	551	942	—	—	
		41	148	18	89	—	392	647	—	—	
気 田 Keta	10	10	112	18	53	1	304	488	—	—	
		13	92	11	67	2	201	373	—	—	
		21	236	40	133	1	421	831	150	981	
		22	25	2	15	3	157	202	—	—	
		33	458	73	99	3	754	1,387	198	1,585	
		35	494	96	149	5	1,144	1,888	—	—	
		36	391	64	107	1	624	1,187	—	—	
		47	317	59	82	2	492	952	—	—	
	24	7	122	41	211	2	262	638	135	773	
		10	376	75	389	2	512	1,724	—	—	
		13	182	38	187	1	391	799	—	—	
		16	179	44	85	1	364	673	—	—	
		20	55	4	34	—	54	147	—	—	
		23	126	26	163	3	213	531	131	662	
		24	83	14	35	2	131	265	—	—	
		28	126	27	118	2	198	491	—	—	
	30	5	103	19	62	1	153	338	—	—	
		7	69	18	105	1	269	462	—	—	
		9	165	34	144	1	316	660	—	—	
		11	310	62	215	5	454	1,046	—	—	
		22	210	44	127	3	373	357	—	—	
		24	176	36	110	7	351	680	—	—	
		29	159	34	106	10	347	656	—	—	
		44	463	101	308	2	682	1,556	—	—	
天 城	19	1	13	2	17	—	53	85	16	101	
		11	92	18	96	—	209	415	—	—	
		17	214	42	212	—	290	758	99	857	
		20	77	15	61	—	117	270	—	—	

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of tree							根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Bran- ches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground			
Amagi		22	19	3	23	—	50	95	—	—	
		30	80	16	69	—	147	312	31	343	
		38	48	9	49	—	131	237	45	282	
		49	68	15	54	—	151	288	—	—	
	20	5	36	7	33	—	118	194	—	—	
		8	15	3	10	—	75	103	—	—	
		13	115	21	73	—	195	404	—	—	
		18	85	15	73	—	190	363	96	459	
		30	50	9	16	—	150	225	—	—	
		33	179	38	159	—	461	837	—	—	
		35	16	2	7	—	75	100	45	145	
		47	139	28	101	—	293	561	182	743	
	25	5	104	14	43	—	321	482	—	—	
		8	51	7	27	—	215	300	—	—	
		12	446	59	172	—	928	1,605	—	—	
		18	230	24	175	—	897	1,326	—	—	
		26	155	22	92	—	467	736	—	—	
		33	100	14	76	—	383	573	114	687	
		38	289	49	156	—	983	1,477	—	—	
		44	353	46	106	—	665	1,170	133	1,303	
村 上 Murakami	9	1	157	37	57	—	405	666	—	—	
		2	335	69	212	—	709	1,325	—	—	
		9	593	91	226	—	1,524	2,434	—	—	
		12	273	75	96	—	541	985	—	—	
		18	414	104	179	—	978	1,675	—	—	
		22	81	17	42	—	130	270	—	—	
		25	505	108	236	—	1,053	1,902	—	—	
		28	616	125	386	—	1,437	2,564	—	—	
	10	1	269	70	195	—	319	853	—	—	
		5	73	19	27	—	161	280	—	—	
		14	146	32	84	—	229	491	—	—	
		17	15	4	4	—	11	34	—	—	
		19	51	13	16	—	25	105	41	146	
		23	12	4	8	—	15	39	—	—	
		28	25	6	10	—	24	65	—	—	
		32	75	19	35	—	111	240	83	323	
	11	4	280	47	84	1	525	937	—	—	
		10	1,105	170	629	4	2,005	3,913	—	—	
		13	731	131	593	7	2,070	3,532	—	—	
		16	510	78	257	0	1,352	2,197	—	—	
		17	621	95	210	9	1,271	2,206	—	—	
箱 根 Hakone	14	3	168	36	98	—	309	611	148	759	
		7	170								

Appendix 7. 林木 1 本当たりの MgO 含有量

MgO contents of individual trees (g)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of trees							根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Branches	球 果 Cone	幹 Stem	地上部計 Total of above ground			
秩 父 Chichibu	1	5	29	2	4	—	30	65	—	—	
		18	18	2	3	—	22	45	9	54	
		19	8	1	1	—	17	27	—	—	
		28	15	2	2	—	24	43	—	—	
		29	42	5	2	—	21	70	—	—	
		37	7	1	1	—	18	27	—	—	
		38	13	2	2	—	18	35	8	43	
		39	43	5	2	—	21	71	—	—	
	2	1	18	1	2	—	30	51	—	—	
		7	23	2	3	—	33	61	—	—	
		14	20	2	4	—	32	58	—	—	
		27	40	6	2	—	31	79	—	—	
		36	10	1	2	—	9	22	—	—	
		39	13	2	2	—	11	28	—	—	
		45	26	3	1	—	34	64	—	—	
		57	66	7	4	—	68	145	—	—	
	3	2	33	2	6	—	81	122	—	—	
		9	47	3	9	—	107	166	49	215	
		10	64	5	17	—	227	313	—	—	
		14	36	2	6	—	57	101	—	—	
		21	92	6	13	—	121	232	55	287	
		26	63	5	17	—	199	274	—	—	
		31	45	2	8	—	89	144	—	—	
		41	33	3	7	—	58	101	—	—	
気 田 Keta	10	10	19	3	2	0	22	46	—	—	
		13	15	3	2	2	14	36	—	—	
		21	40	6	6	0	30	82	40	122	
		22	4	1	0	3	11	19	—	—	
		33	92	13	19	2	54	180	60	240	
		35	99	17	29	3	82	230	—	—	
		36	78	11	21	0	45	155	—	—	
		47	63	11	16	1	35	126	—	—	
	24	7	25	8	8	1	70	112	24	136	
		10	93	16	8	0	36	153	—	—	
		13	45	8	4	0	27	84	—	—	
		16	44	9	2	0	25	80	—	—	
		20	15	1	4	0	4	24	—	—	
		23	26	5	6	1	15	53	20	73	
		24	22	6	4	0	9	41	—	—	
		28	26	5	5	1	14	51	—	—	
	30	5	17	3	2	0	9	31	—	—	
		7	11	3	3	0	15	32	—	—	
		9	27	4	3	0	18	52	—	—	
		11	51	11	7	2	25	96	—	—	
		22	35	8	4	1	21	69	—	—	
		24	29	4	3	2	19	57	—	—	
		29	26	4	2	3	19	54	—	—	
		44	76	17	11	1	37	142	—	—	

Appendix 7. (つづき) (Continued)

地 域 Area	林分 番号 Stand No.	個体番号 Tree No.	林 木 各 部 位 Parts of trees							地上部計 Total of above ground	根 Root	林木全体 Whole of tree
			葉 Leaves	緑 枝 Green- ish twig	枝 Branches	球 果 Cone	幹 Stem					
村 上 Murakami	9	1	34	10	7	—	118	169	—	—		
		2	69	18	24	—	206	317	—	—		
		9	136	30	37	—	442	645	—	—		
		12	51	17	13	—	157	238	—	—		
		18	90	21	32	—	284	427	—	—		
		22	18	4	7	—	38	67	—	—		
		25	112	26	44	—	305	487	—	—		
		28	136	32	65	—	417	650	—	—		
	10	1	43	9	11	—	57	120	—	—		
		5	11	3	2	—	29	45	—	—		
		14	27	5	5	—	41	78	—	—		
		17	3	1	0	—	2	6	—	—		
		19	9	1	1	—	2	13	8	21		
		23	2	0	1	—	3	6	—	—		
		28	3	1	1	—	4	9	—	—		
		32	14	2	2	—	20	38	17	55		
	11	4	43	6	3	0	163	215	—	—		
		10	157	18	44	1	622	842	—	—		
		13	96	10	42	1	642	791	—	—		
		16	77	8	20	0	419	524	—	—		
		17	85	10	19	1	395	510	—	—		
箱 根 Hakone	14	3	34	4	15	—	107	160	35	195		
		7	35	4	15	—	174	228	—	—		
		10	9	1	4	—	46	60	—	—		
		14	28	3	14	—	124	169	—	—		
		17	32	4	13	—	112	161	—	—		
		20	12	1	5	—	71	89	—	—		
		23	31	4	11	—	116	162	41	203		
		27	29	4	9	—	90	132	—	—		
	19	1	20	3	9	—	14	46	—	—		
		9	6	1	2	—	5	14	—	—		
		12	5	1	2	—	7	15	—	—		
		15	16	2	6	—	12	36	—	—		
		17	8	1	3	—	10	22	—	—		

文 献

- 1) 安藤 貴・蜂屋欣二・土井恭次・片岡寛純・加藤善忠・坂口勝美：スギ林の保育形式に関する研究，林試研報，209，1～76，(1968)
- 2) 安藤 貴・竹内郁雄・宮本知子：スギ幼齢林の現存量とリター量の季節変動ならびに養分吸収量と還元量，科研特定研究「生物圏の動態」天然林の一次生産力の比較研究中間報告，昭和44年度，35～41，(1970)
- 3) 原田 洸：林木の養分吸収と林地における養分のじゅんかん，(I)～(III)，森林と肥培，5，8～9，6，8～9，7，8～9，(1959)
- 4) 原田 洸・後藤和秋：スギ幼齢木の葉分析に関する 2～3 の検討，75回日林講，273～275，(1964)
- 5) 原田 洸：落葉期におけるカラマツの葉の養分の動き，日林誌，46，4，124～126，(1964)
- 6) 原田 洸・佐藤久男：スギ壮齢木の幹の乾重量，養分含有量および樹皮，辺材，心材におけるこれらの配分状態について，日林誌，48，8，315～324，(1966)
- 7) 原田 洸・佐藤久男・堀田 庸・只木良也：28年生スギ林およびヒノキ林の養分含有量，日林誌，51，5，125～133，(1969)
- 8) 原田 洸：スギの成長と養分含有量およびこれにおよぼす施肥の効果に関する研究，林試研報，230，1～104，(1970)
- 9) 石塚喜明・田中 明：水稻の栄養生理，養賢堂，5～20，(1963)
- 10) 北見営林局計画課：山火再生林の取扱いに関する調査報告，北見営林局，60 pp. (1970)
- 11) MADGWICK, H. A. I. : The chemical composition of foliage as an index of nutrient status in Red pine. Plant and Soil, 21, 1, 70～80, (1964)
- 12) REMEZOV, N. P. and P. S. POGREBNYAK : Forest soil science. Israel Program for scientific translation, 261 pp. (1969)
- 13) 林業試験場土壌調査部：林地土壌生産力研究成果報告書，秩父地域 (1964)，天竜地域 (1965)，駿豆地域 (1966)，西飛騨，北越地域 (1968)，吉野地域 (1968)，(未定稿)。
- 14) SWITZER, G. L. and L. E. NELSON : The mineral cycle in forest stand. Forest fertilization theory and practice. Symposium on forest fertilization, 1967, Florida, 1～9, (1968)
- 15) 只木良也・尾方信夫・長友安男：九州スギ林の物質生産力，林試研報，173，45～66，(1965)
- 16) 塘 隆男：わが国主要造林樹種の栄養ならびに施肥に関する基礎的研究，林試研報，137，1～158，(1962)
- 17) 堤 利夫・河原輝彦・四手井綱英：森林生態系における養分の循環について (I) 個体および林分の地上部の養分量，日林誌，50，66～74，(1968)
- 18) VOIGT, G. K. and G. L. STEUCEK : Nitrogen distribution and accretion in an alder ecosystem. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 33, 6, 946～949, (1969)
- 19) WELLS, C. G. : Nutrient relationships between soils and needles of Loblolly pine, Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 29, 5, 621～624, (1965)
- 20) 四大学合同調査班：森林の生産力に関する研究(III) スギ人工林の物質生産について，日林協，1～63，(1966)
- 21) YOUNGBERG, C. T. : Forest floors in Douglas fir forest (I). Dry weight and chemical properties. Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 30, 3, 406～409, (1966)

Study on the Nutrient Contents of Mature
Cryptomeria Forest

Hiroshi HARADA⁽¹⁾, Hisao SATO⁽²⁾, Isao HOTTA⁽³⁾, Kinji HATYU⁽⁴⁾ and
Yoshiya TADAKI⁽⁵⁾

Summary

The authors carried out researches on the nutrient contents of mature *Cryptomeria* forest (28~59 years) grown in each area of Chichibu (Saitama Prefecture, Paleozoic soil region), Keta (Shizuoka Prefecture, Mesozoic soil region), Amagi (Shizuoka Prefecture, Volcanic ash soil region), Murakami (Niigata Prefecture, Tertiary soil region) and Hakone (Shizuoka Prefecture, Volcanic ash soil region).

Based on the results of these researches the authors discussed several points about the nutrient distribution in forest ecosystems, about annual dry matter production of and annual nutrient uptake by mature forest trees, and about the return rates of nutrients to forest land by fallen leaves.

1) The physical and chemical properties of the soil differ with each area and each forest stand, reflecting the difference of topography and soil materials. The nutrients amount of soils to a depth of 50 cm was calculated at 6.9~15.9 ton/ha as total-N, 1.5~6.7 ton/ha as total-P₂O₅ and 2.0~25.5 ton/ha as total-K₂O. Available P₂O₅ was about 1/100~1/200 of total-P₂O₅ amount.

2) Dry weight of organic layer was 7.7~15.0 ton/ha. Nutrients concentrations of organic layer differ with each area, and nutrients contained in this layer was 73~127 kg/ha as N, 9~29 kg/ha as P₂O₅, 7~53 kg/ha as K₂O and 136~214 kg/ha as CaO.

3) Dry weight of floor plants researched in Amagi and Hakone area was 7~14 ton/ha.

N and K₂O concentration of the leaves of *Parabenzoin praecox* and *Lindera umbellata* was high.

Nutrients amount of floor plants in Amagi area was 32~90 kg/ha as N, 5~14 kg/ha as P₂O₅, 22~59 kg/ha as K₂O and 24~119 kg/ha as CaO, and those in Hakone area was 7~60 kg/ha as N, 1~10 kg/ha as P₂O₅, 10~42 kg/ha as K₂O and 4~26 kg/ha as CaO.

4) The relation between dry weight of above-ground part of individual trees and D^2H is shown in Fig. 2 and Fig. 3.

The dry weight of forest stand was about 10~22 ton/ha in leaves, 9~26 ton/ha in branches, 27~268 ton/ha in stem and 62~318 ton/ha in the total of above-ground part of trees.

A linear correlation between the dry weight of above-ground of trees per unit area and the basal area of forest trees seems to be recognizable in each area. $T-R$ ratio of each forest stand was in the range of 2.6~4.6 and an average of 3.4 as shown in Table 15.

5) It seems that N and K₂O concentrations are high in the upper leaves of crown and low in the lower, whereas CaO concentration is the reverse.

This tendency in mature trees, however, is not clearer than that in young trees on the whole. Nutrient concentration in the greenish twigs and the branches of each position of

Received June 6, 1972

(1) Hokkaido Branch Station (2)(3) Soil Survey Division

(4)(5) Silviculture Division

crown had also the same tendency as these in leaves.

Cone had high concentrations in N, P_2O_5 and K_2O , and low concentration in CaO comparatively.

According to the results of nutrient analysis of stem, N and CaO was high in the bark, and K_2O was high in both the bark and the heartwood.

The nutrient concentration of the fine root was higher than that of thick root developed in the same soil horizon, and nutrient concentration of the root of A horizon was higher than that of B horizon in the case of the same sized root.

The correlation of nutrient concentration of leaves in relation to annual tree height increment was closer than in relation to the tree height, annual stem volume increment and annual bole wood production per unit weight of leaves.

6) The nutrient contents of above-ground parts of individual trees per unit area were in the range of 187~558 kg/ha as N, 48~207 kg/ha as P_2O_5 , 145~676 kg/ha as K_2O , 633~1,551 kg/ha as CaO and 72~350 kg/ha as MgO, and it had relation to D^2H as shown in Fig. 7 and Table 21.

The authors calculated the distribution rates of these nutrients to stem, to branches and to leaves as shown in Table 22, and also calculated the T/R ratio of each nutrient as shown in Table 23.

7) Nutrients distribution in forest ecosystems are estimated as shown in Table 24. Most of the nutrient amounts in forest ecosystems, except of available P_2O_5 , is distributed to the soil.

8) Annual dry matter production in the latest 5 years are estimated 5.6~17.6 ton/ha·yr in range and 11.2 ton/ha·yr on an average.

Estimated values of the annual nutrient absorption were as follows: N is 36 kg/ha·yr, P_2O_5 is 10 kg/ha·yr, and K_2O is 26 kg/ha·yr.

The return rates of nutrients to forest land by fallen leaves were estimated 73% as N, 57% as P_2O_5 , 56% as K_2O and 66% as CaO.