

アカマツ樹体内の養分分布について

中島幸雄*・辻田昭夫**

The Distribution of Nutrients in an Akamatsu-tree

Yukio NAKAJIMA and Akio TSUJITA

Summary: This report deals with the distribution of nutrients in a 54-years-old Akamatsu-tree (*Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.) grown at Tsushima-Chō in the southern district of Ehime Prefecture.

The outline of the stand and the natures of the sampled tree are shown in Table 1 and Fig. 1-3.

The percent contents of N, K₂O and P₂O₅ are heigher in new parts than in old parts of each organ. On the contrary, those of CaO and MgO are heigher in old parts. Especially in case of leaves, distinct differences can be seen between new and old (2-year-old) leaves, and among the same aged leaves the upper one tends to show characteristics as young tissue more distinctly than the lower one. (Table 2, Fig. 4-6)

In the total weight of each nutrient contained in the above-ground portion of the tree, CaO is most abundant (744 g) and then the others follow it in order N (548 g), K₂O (409 g), MgO (317 g) and P₂O₅ (91 g). 26-27% of each total weight of N, P₂O₅ and K₂O is found in leaves, 20% in branches and 50% in the stem. In case of CaO and MgO, however, only 8% is found in leaves, 23% in branches and 70% in the stem. (Table 3, Fig. 7) As a large proportion of the latter two elements accumulates in the stem, the ratio of returning by fallen leaves to the annual uptake of the latter two elements is prossumed to be considerably larger than that of the former three elements.

要旨 愛媛県北宇和郡津島町の54年生アカマツ(カリバマツ)の大木について、樹体各部の養分分布をしらべた。

養分含有率は、N・P₂O₅・K₂Oでは、各部位とも新しい組織に高く、CaO・MgOでは反対に古い組織に多い。特に、葉では、当年葉と旧葉とのちがいは顕著であり、また、同一年度の葉でも、枝階の上のものほど若い組織としての特徴を表わし、下のものほど老化の傾向を示している。

樹体(地上部総重量 545kg)に含まれる養分の総量は、CaO (744g)が最大で、以下 N (548g)、K₂O (409g)、MgO (317g)、P₂O₅ (91g)である。N・P₂O₅・K₂Oでは、その26~27%が葉に、20%強が枝に、50%が幹に含まれているのに対して、CaO・MgOは、葉に8%、枝に23%、幹に70%が含まれており、後二者は樹幹に蓄積されるものが多く、落葉・落枝による土壌への還元割合は、前三者に比べると、かなり劣るものと思われる。

結 言

近年、造林初期のみならず壮令林に対しても、施肥が試みられるようになってきたが、その効果についても、また、施肥の技術的な面においても、今後なお究明すべき問題が多い。特に、施肥の量と質に関しては、幼令時

* 造林学講座 教授

** 同 助手

とは異なり、林木の養分必要量をつかみにくいために、適確なものが決定しにくい。一方、今後林業の機械化にともなう、全幹あるいは全木集材が広く行なわれるようになるとするならば、これによる地力の消耗ならびにその対策を、十分に検討しなければならない。これらのことを解決する手がかりを得るためには、各樹種につき、成木に含まれる養分量、特に樹体各部の養分分布をしらべることが、有力な手段と考えられる。筆者は、かねてから、スギその他の樹種につき分析を行ない、その一部については、すでに報告した。¹⁾²⁾ 本報は、アカマツ林土壌の研究中、アカマツの大木を樹幹解析する機会を得たので、これについて、樹体各部の養分分布をしらべた結果である。

調査地および供試木

調査地は、愛媛県北宇和郡津島町清満字稻ヶ窪の私有林で、譲ヶ葉森(1,120m)の西北面の山麓中部にあたり、標高約550m、四万十層に属する砂岩・頁岩を母材とする土壌である。

この地方は、いわゆるカリバマツの産地である狩場山国有林をはじめとして、アカマツの美林が数多く存在していたようであるが、その多くは伐採され、現在残っているものは少ない。調査林分は、約50~55年の天然生アカマツ美林で、スギ造林地に初期に侵入したアカマツがスギを圧倒してできたものであるが、現在は植栽木のスギ(57年生)は被圧木として僅かに散見されるにすぎず、アカマツ純林である。このアカマツは、外観的にも、また地理的にも、おそらくカリバマツあるいは少なくともその系統をひくものと思われる。なお、附近に大道という地名があるため、地元ではオオドウマツとも称するが、高知県幡多郡大道のオオドウマツとは別のものである。しかし、その性質は類似しているようである。

この林分内に、標準地0.0755haを設け、毎木調査を行なった結果は、立木本数689本/ha、平均胸高直径33.4cm(16.5~49.8cm)、樹高約20mで、直径階別本数分布は図1に示すようである。

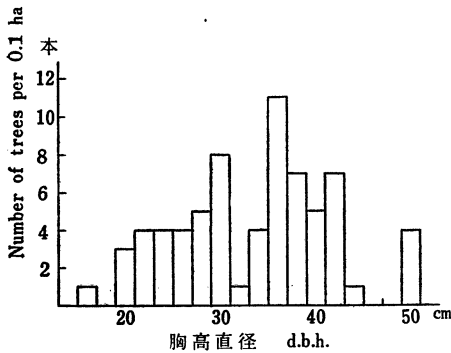


図1 直径階別本数分布

Fig. 1 Frequency distribution of d. b. h.

供試木は、同一林分内で標準地に近接した場所で発見された風倒木(昭和40年8月6日の台風15号によるもので、この調査は8月26~28日に行なった)が、標準地の平均木と近似した直径・樹高・樹形などを有するので、これを用いることとした。供試木ならびに林内に点在するスギの概要は表1のとおりである。

表1 供試木の概要

Table 1. Sampled Akamatsu-tree and a suppressed Sugi-tree.

	供試木 Sampled Akamatsu-tree	スギ Suppressed Sugi-tree
樹 令 (年) Age	54	57
樹 高 (m) Height	20.92	7.10
枝 下 高 (m) Height of the lowest branch	13.45	2.35
胸 高 直 径 (cm) D. B. H.	35.2	9.9
材 積 (m ³) Volume	0.94558	0.03163
枝階数(20mまで) Number of branch layers	17	—
枝 数(20mまで) Number of branches	33	—
枝 角 Angle of branch	49°	—

調査方法

供試木は、梢頭部1mを採取した後、各枝階高および枝の数を調べ、最下枝より順に番号を付し、幹に接し

て切り離し、各枝について、枝長・切口直径を測定した。

生枝重・生葉重は、各枝について葉を着けている部分と葉を着けていない部分（以下それぞれ着葉枝、無着葉枝と呼ぶこととする）とに分離して、それぞれ枝および葉の重量を測定した。

新・旧葉別の重量、および、新・旧葉枝（着葉枝のうち新葉をつけている部分を新葉枝、旧葉をつけている部分を旧葉枝とよぶこととする）別の重量は、最下枝より、1枝階おきに1本ずつの枝（その枝階に2本以上の枝がある場合は平均的なもの1本）を採取し、計9本について測定し、新葉率・新枝率を算出した。残りの枝については、上記の率をその枝の葉重および着葉枝重に乗じて近似的に求めた。なお、この場合、その率はそれぞれの枝階の上下のもの平均値を用いた。

以上のようにして、各枝ごとに新葉・旧葉・新葉枝・旧葉枝・無着葉枝の生重量を求め、また、枝階高別に標準枝としたものについては、各部分別に一部試料を持ちかえり、水分の測定ならびに化学分析に供した。

樹幹については、根元より0, 0.25, 0.50, 1.0mの所、およびそれ以上は1mごとに切断し、重量を測定後、円板を採取して樹幹析解および水分測定、化学分析の試料とした。心材・辺材・樹皮別の重量は、樹幹析解図および各円板について測定した容積重から計算により求めた。

現地における調査ならびに試料の採取は、40年8月26~28日に行なったものである。

調査結果ならびに考察

1. 供試木の性質

(1) 枝張り と 枝重量

各枝について測定した枝長と重量を図示すれば、図2のようになる。ただし、一枝階に2本以上の枝がある

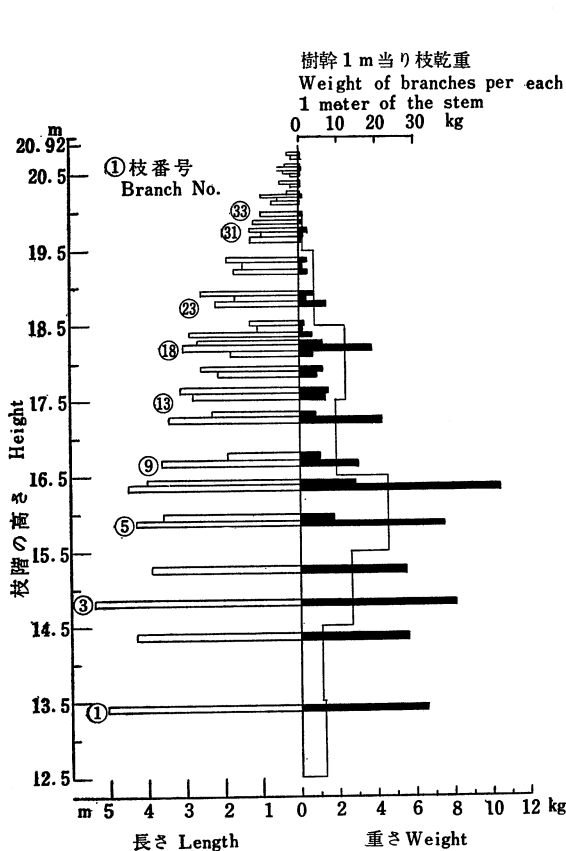


図2 枝張り と 枝の乾重
Fig. 2 Length and weight of each branch.

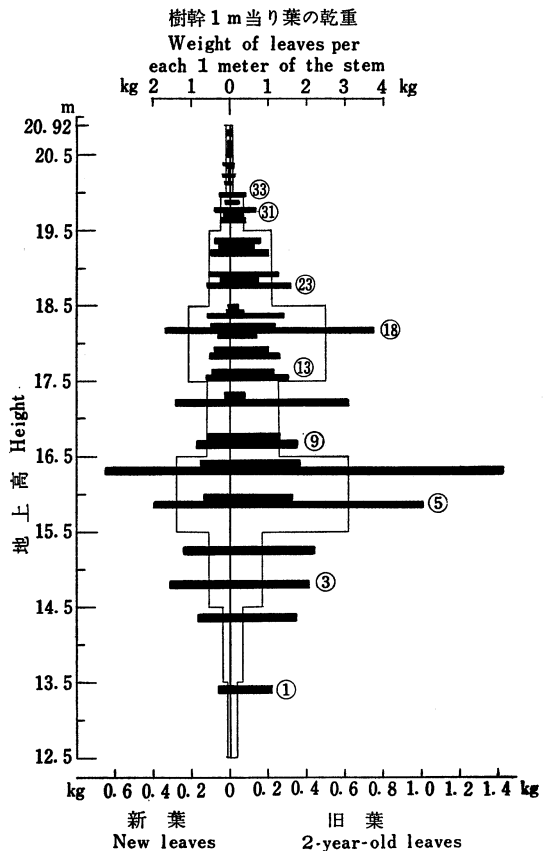


図3 葉の乾重
Fig. 3 Dry weight of leaves.

表2 供試木の養分含有率 Table 2. Nutrient content of the sampled tree.

葉 Leaves

枝番号 No. of the branch	枝階高 (m) Height of the branch	N (%)		P ₂ O ₅ (%)		K ₂ O (%)		CaO (%)		MgO (%)		SiO ₂ (%)		Ash (%)	
		新葉 leaves	旧葉 Old leaves	新葉 leaves	旧葉 Old leaves	新葉 leaves	旧葉 Old leaves	新葉 leaves	旧葉 Old leaves	新葉 leaves	旧葉 Old leaves	新葉 leaves	旧葉 Old leaves	新葉 leaves	旧葉 Old leaves
1	13.45	0.939	0.859	0.210	0.144	1.055	0.556	0.286	0.657	0.193	0.201	0.176	2.852	3.059	
3	14.85	1.011	0.948	0.190	0.146	0.944	0.622	0.271	0.438	0.187	0.164	0.256	2.694	2.575	
5	15.87	1.031	0.934	0.211	0.154	1.022	0.621	0.214	0.486	0.180	0.177	0.240	2.702	2.700	
9	16.69	1.036	0.909	0.202	0.151	1.049	0.645	0.266	0.532	0.193	0.217	0.240	2.838	2.879	
13	17.52	1.039	0.919	0.205	0.143	1.023	0.612	0.209	0.502	0.171	0.174	0.192	2.574	2.713	
18	18.27	1.148	0.994	0.204	0.141	1.046	0.594	0.158	0.388	0.170	0.130	0.257	2.629	2.412	
23	18.83	1.053	0.932	0.199	0.143	1.040	0.590	0.174	0.447	0.172	0.136	0.213	2.532	2.431	
31	19.71	1.159	0.995	0.212	0.144	1.028	0.616	0.165	0.350	0.181	0.140	0.304	2.672	2.445	
33	19.95	1.130	0.957	0.216	0.146	1.051	0.623	0.152	0.335	0.180	0.127	0.309	2.694	2.390	
平均 Mean		1.061	0.939	0.205	0.146	1.026	0.620	0.211	0.459	0.181	0.163	0.243	2.687	2.623	
梢頭 Top-end	50~100cm	1.045		0.188		0.945		0.223		0.145		0.457	2.621		
	0~50cm	1.099		0.206		1.028		0.190		0.163		0.519	2.846		

着葉枝 Twigs accompanied with leaves.

枝番号 No. of the Branch	枝階高 (m) Height of branch layer	N (%)		P ₂ O ₅ (%)		K ₂ O (%)		CaO (%)		MgO (%)		SiO ₂ (%)		Ash (%)	
		新葉枝 1-year-old twig	旧葉枝 2-year-old twig	新葉枝 leaves	旧葉枝 Old leaves	新葉枝 leaves	旧葉枝 Old leaves	新葉枝 leaves	旧葉枝 Old leaves	新葉枝 leaves	旧葉枝 Old leaves	新葉枝 leaves	旧葉枝 Old leaves	新葉枝 leaves	旧葉枝 Old leaves
1	13.45	0.798	0.559	0.302	0.157	0.978	0.698	0.343	0.501	0.193	0.207	0.241	2.814	3.091	
3	14.85	0.806	0.584	0.274	0.150	0.967	0.565	0.445	0.665	0.230	0.246	0.278	3.163	3.086	
5	15.87	0.758	0.570	0.262	0.156	0.883	0.573	0.406	0.717	0.256	0.265	0.212	3.126	3.261	
9	16.69	0.796	0.625	0.283	0.161	1.049	0.636	0.607	0.763	0.257	0.275	0.272	3.457	3.607	
13	17.52	0.761	0.571	0.263	0.148	0.852	0.538	0.520	0.785	0.212	0.235	0.206	2.878	3.301	
18	18.27	0.715	0.567	0.245	0.143	0.875	0.539	0.377	0.561	0.235	0.206	0.213	2.719	2.819	
23	18.83	0.713	0.539	0.232	0.127	0.828	0.523	0.424	0.639	0.211	0.214	0.203	2.682	2.819	
31	19.71	0.699	0.536	0.224	0.137	0.884	0.557	0.382	0.535	0.265	0.232	0.217	2.706	2.626	
33	19.95	0.699	0.507	0.221	0.136	0.952	0.536	0.338	0.422	0.238	0.268	0.212	2.732	2.419	
平均 Mean		0.749	0.562	0.256	0.146	0.916	0.574	0.460	0.621	0.233	0.239	0.228	2.920	2.992	
梢頭部 Top-end		0.712	0.557	0.199	0.142	1.007	0.690	0.342	0.395	0.251	0.209	0.140	2.867	2.514	

枝 Branch

枝番号 No. of the Branch	枝階高 (m) Height of branch layer	N (%)			P ₂ O ₅ (%)			K ₂ O (%)			CaO (%)			MgO (%)			SiO ₂ (%)			Ash (%)		
		小 small	中 middle	大 large	小 small	中 middle	大 large	小 small	中 middle	大 large	小 small	中 middle	大 large	小 small	中 middle	大 large	小 small	中 middle	大 large	小 small	中 middle	大 large
1	13.45	0.244	0.117	0.050	0.012	0.215	0.080	0.469	0.273	0.112	0.071	0.170	0.045	1.623	0.803	1.5	2.2	3.9	1.5	3.0	4.5	
3	14.83	0.309	0.106	0.069	0.016	0.239	0.085	0.430	0.152	0.130	0.066	0.161	0.047	1.614	0.580	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	
5	15.87	0.287	0.121	0.062	0.020	0.196	0.088	0.503	0.205	0.136	0.084	0.192	0.050	1.708	0.710	1.8	3.3	4.4	1.8	3.3	4.4	

9	16.69	0.351	0.130	0.078	0.023	0.278	0.099	0.516	0.210	0.153	0.089	0.284	0.059	2.002	0.754	1.5	2.1 • 3.2
13	17.52	0.310	0.130	0.071	0.022	0.235	0.106	0.550	0.287	0.146	0.095	0.264	0.054	1.989	0.932	1.2	2.2 • 3.3
18	18.27	0.316	0.150	0.075	0.029	0.254	0.107	0.436	0.164	0.142	0.098	0.205	0.054	1.711	0.696	1.3	2.4 • 3.6
23	18.83	0.309	0.118	0.070	0.021	0.236	0.080	0.460	0.182	0.146	0.091	0.320	0.054	1.793	0.681	1.6	2.5 • 3.8
31	19.71	0.317	0.174	0.070	0.036	0.225	0.119	0.411	0.207	0.146	0.109	0.199	0.074	1.625	0.837	1.5	2.2
33	19.95	0.377	0.162	0.086	0.037	0.297	0.122	0.443	0.198	0.162	0.098	0.213	0.063	1.827	0.824	1.2	1.8
平	均	0.313	0.134	0.070	0.024	0.242	0.098	0.469	0.209	0.143	0.089	0.223	0.056	1.766	0.757		
梢頭部 稍頭部3年枝 3-year-old branch at top-end	Top-end branch at top-end	0.357 0.495	0.190 —	0.078 0.136	0.038 —	0.270 0.493	0.146 —	0.381 0.433	0.336 —	0.153 0.200	0.121 —	0.209 0.186	0.109 —	1.629 2.211	1.180 —	1.5 0.8	2.0 —

幹材 Wood

地上高 (m) Height above the ground	N (%)		P ₂ O ₅ (%)		K ₂ O (%)		CaO (%)		MgO (%)		SiO ₂ (%)		Ash (%)	
	辺材 sapwood	心材 heartwood	辺材	心材	辺材	心材	辺材	心材	辺材	心材	辺材	心材	辺材	心材
1	0.046	0.032	0.004	0.001	0.053	0.027	0.067	0.104	0.035	0.061	0.026	0.025	0.268	0.329
5	0.056	0.037	0.003	0.001	0.031	0.021	0.068	0.104	0.033	0.053	0.017	0.018	0.244	0.322
9	0.061	0.036	0.005	0.001	0.034	0.019	0.065	0.108	0.038	0.056	0.022	0.024	0.278	0.358
13	0.058	0.040	0.007	0.002	0.049	0.016	0.058	0.111	0.036	0.057	0.021	0.025	0.285	0.395
14	0.065	—	0.009	—	0.052	—	0.077	—	0.039	—	0.010	—	0.273	—
15	0.067	—	0.007	—	0.033	—	0.082	—	0.037	—	0.011	—	0.262	—
16	0.067	—	0.010	—	0.046	—	0.064	—	0.040	—	0.020	—	0.284	—
17	0.074	—	0.011	—	0.065	—	0.053	—	0.040	—	0.016	—	0.325	—
18	0.085	—	0.010	—	0.052	—	0.064	—	0.042	—	0.019	—	0.305	—
平均 Mean	0.064	0.036	0.007	0.001	0.042	0.021	0.066	0.107	0.038	0.057	0.018	0.023	0.280	0.351

樹皮 Bark

地上高 (m) Height	N (%)		P ₂ O ₅ (%)		K ₂ O (%)		CaO (%)		MgO (%)		SiO ₂ (%)		Ash (%)		
	Height	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO ₂ (%)	Ash (%)	Height	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO ₂ (%)
1	0.233	0.039	0.032	0.226	0.772	0.137	0.185	2.115							
5	0.319	0.083	0.408	0.408	0.967	0.230	0.083	2.618							
9	0.315	0.113	0.369	0.369	0.282	0.081	0.083	2.707							
13	0.363	0.122	0.427	0.427	0.990	0.338	0.079	2.843							
15	0.407	0.119	0.407	0.407	0.923	0.298	0.071	2.862							
16	0.402	—	—	—	—	—	—	—							
17	0.398	0.116	0.401	0.401	0.784	0.319	0.076	2.528							
平均 Mean	0.348	0.099	0.373	0.373	0.901	0.267	0.096	2.612							

根 Root

大 中 小 平均 Mean	N (%)		P ₂ O ₅ (%)		K ₂ O (%)		CaO (%)		MgO (%)		SiO ₂ (%)		Ash (%)		備 考 備 考
	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO ₂ (%)	Ash (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	SiO ₂ (%)	Ash (%)	
Large	0.140	0.032	0.148	0.114	0.048	0.068	0.605	2.5~4.0cm							
Middle	0.249	0.066	0.296	0.183	0.104	0.194	1.190	0.5~1.2							
Small	0.383	0.080	0.413	0.190	0.172	1.412	3.255	0.3~0.5							
平均 Mean	0.257	0.059	0.286	0.162	0.108	0.558	1.683								

場合には、上下に重ねて記した。枝長は、下方の枝ほど長く、従って、クローネはほぼ扁平な円錐状をなしている。これに対して枝重は、枝階高約16mを境として、下方はやや少なくなっている。また、下方の4枝階は、枝数それぞれ1本ずつで、枝重も長さの割に少なく、これらの枝はすでに勢を失ないつつあるもので、いわゆる力枝群は、その上の16m附近とみてよいであろう。このことは、次に述べる各枝の葉重量をみれば一層明らかである。樹高は20.92mであるから、供試木は非常にクローネの高い、通直、長幹の優良木である。これは供試木のみの特性ではなく、この林分を構成するアカマツに共通のもので、供試木はその代表的なものとみられる。

(2) 葉重量

各枝について、新葉（当年葉）重量と旧葉（すべて2年葉である）重量を測定した結果を図示すれば、図3のようになる。新・旧葉とも16m附近に最も多く、上下に漸減する明らかな紡錘形をなしており、前述のように、この附近を力枝として差支えないであろう。葉の総重量は14.70kgで、新葉重量4.78kgに対し、旧葉重量は9.92kgで、新・旧葉の比率は1:2である。この調査の場合、旧葉は全部2年葉であるから、2年次における葉の重量成長は、新葉とはほぼ等しい程度になされたのではないかと考えられる。

(3) 樹幹析解

供試木の樹幹析解図および生長曲線は附図に示すとおりで、各生長ともすでに衰えをみせており、特に樹高生長の減退が著しい。

2. 供試木の養分含有率

供試木の葉（新・旧葉）、着葉枝（新・旧葉枝）、無着葉枝（太さにより小枝と中枝に分けた）については枝階別に、材（辺材・心材）と樹皮については高さ別に分析した結果を、表2に示す。なお、Nは Kjeldahl 法、Pはモリブデン青比色法、Kは炎光分析法、Ca・MgはEDTA法によった。

(1) 器官による含有率のちがい

表2より、各成分につき器官毎の平均値を図示すれば、図4のとおりである。

N含有率は、葉に最も高く、着葉枝これに次ぎ、樹皮にもかなり含まれる。他の器官には比較的少なく、特に幹材部のN含有率はきわめて低い。葉では、新葉は旧葉に比してやや含有率が高く、着葉枝においても、新葉枝は旧葉枝よりかなり高い。また、小枝は中枝の2倍の含有率を示し、辺材部は心材部より高い。このように、同一器官においては、新しい部分の方が高い含有率を示している。幹では、材部の含有率がきわめて低いのに対して樹皮ではかなり高い。アカマツの樹皮は比較的厚く、内側の若い組織と外側の古い組織とでは、組成がかなり異なるものと思われ、全体としての樹皮のN含有率の高いことは、おそらく内側の部分に高いためではないかと思われる。

K₂O含有率の各器官によるちがいは、Nの場合と全く同じ関係にある。含有率の大きさも、各器官ともNとはほぼ同程度で、他の成分に比べると高く、特に着葉枝に高い。新旧部分によるちがいは、葉においても着葉枝においても、Nの場合より一層著しく、K₂Oは特に新しい部分に多いといえるようである。なお、スギでは材部のK₂O含有率は、辺材部より心材部に高い傾向があるといわれるが³⁾⁴⁾、この調査のアカマツでは、そのような傾向は認められない。

P₂O₅含有率は、各器官ともきわめて低いが、器官によるちがいは明らかに認められ、着葉枝に最も高く、材部には非常に低く、特に心材部に低い。N・K₂Oと同様に、新しい部分に多いようである。

CaO含有率の器官によるちがいは特異である。すなわち、前三者とは異なり、CaO含有率は樹皮に最も高く、着葉枝がこれに次いで高く、葉、特に新葉は低い。着葉枝においても、旧葉をつけた部分の方が、新葉をつけた部分より高い。材部では、他の成分と比べると含有率が高く、また、心材の方が辺材よりもかえって高い。材部におけるこの傾向は古川⁴⁾も認めている。これらのことは、Caが古い部分に多く沈積することを示すものと考えられる。樹皮に多いのは、Nの場合とは反対に、外側の古い組織の部分に特に多いためではないかと思われる。

MgO含有率は、P₂O₅に次いで低い。各器官によるちがいはCaOほど著しくはないが、これとはほぼ同様の傾向を示している。新旧部分によるちがいは、他の成分のように明らかではない。

SiO₂含有率としてこゝで示されるものは、純珪酸ではなく、灰分中のHCl不溶物すなわち粗珪酸である。

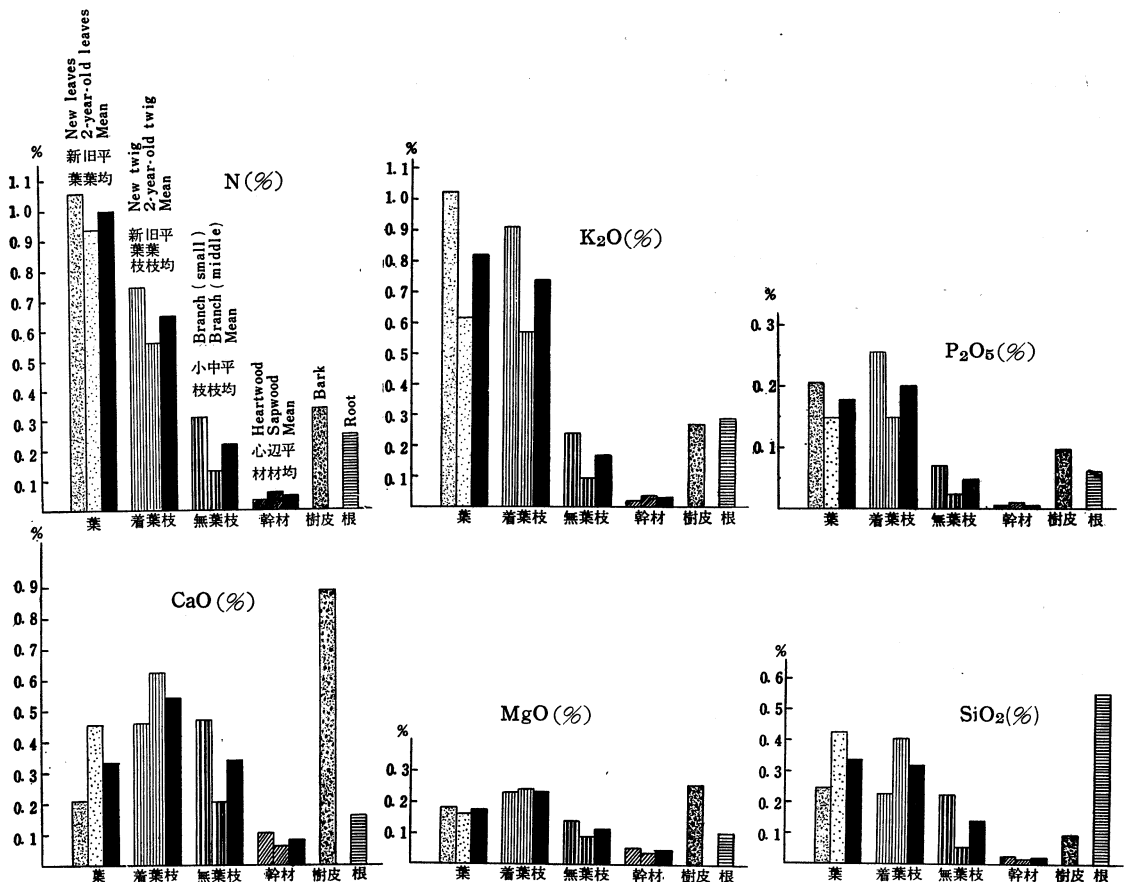


図4 養分含有率の部位別のちがい

Fig. 4 Percent nutrients content in each part of the Akamatsu-tree.

各器官とも一般に少ないが、含有率は根に最も高く、葉、着葉枝がこれに次ぐ。同一器官においては、CaOと同様古い部分に多いが、CaOと異なり樹皮にはあまり多くない。根に多いのは、分析試料中に多少土粒が混入するのを避けられなかったことも、一原因をなしているものと考えられる。

(2) 枝階または高さによる含有率のちがい

葉および枝について、各養分含有率と枝階との関係を図示すると、図5のようになる。

N含有率は、葉においては新葉旧葉ともに上方ほど高く、着葉枝は葉の場合ほど著しくはないが新旧ともに上方ほど低い傾向があるようである。図において、新葉と旧葉、新葉枝と旧葉枝のN含有率が、それぞれほぼ平行線を画いて推移することからみても、この関係線は各枝の性質を示すもので、上述の傾向は信頼しうるものと考えられる。各枝とも新葉の方が旧葉よりN含有率が高く、しかも上方の葉ほど高いことは、上方枝階につく葉の方が活力が盛んなことを示すものであろう。No. 18の枝につく葉が、新・旧葉とも高い含有率を示すのは、図2, 3で見られるように、この枝が上下のNo. 23, 13と比べて特に勢いの盛んなためと思われる。N含有率の高い新葉をつける新葉枝の方が、含有率の低い旧葉をつける旧葉枝よりも、高い含有率を示すことは当然であろうが、新・旧葉枝とも、葉とは反対に上方枝階のものほど含有率がやゝ低くなる傾向のみられるのは、上方の枝階では着葉枝の伸びがよく、葉が比較的粗についているのに対して、下方の枝では着葉枝の伸びがきわめて悪く、葉が密についているために、着葉枝のN濃度が下方の枝において相対的に高くなったものと考えられる。小枝・中枝では、やゝ上方枝階の方がN含有率が高い傾向があるように見受けられるが、中枝では全般的に含有率が低

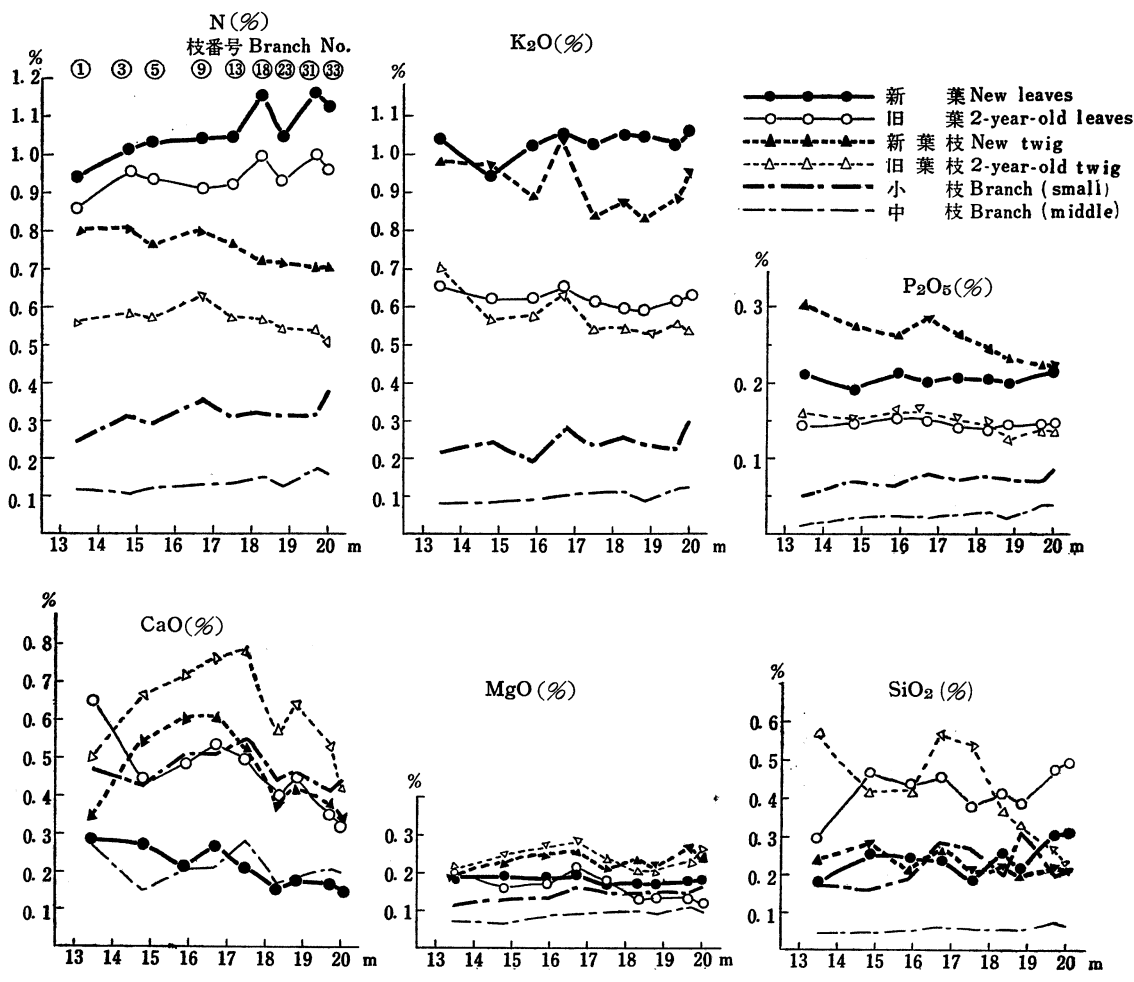


図5 葉および枝の枝階による養分含有率のちがい
 Fig. 5 The relation between nutrient content of each organ and height of branch it belongs.

く、明瞭ではない。

K_2O は、新葉と旧葉、新葉枝と旧葉枝、すなわち新旧組織のちがいが、N の場合以上に明瞭である。K は本来植物体内でよく動くイオンとされ、組織の老化にともない新しい部分に移動するものが多いと思われる。この観点からすれば、この調査時点においては、旧葉（2年葉）は、新葉と比べるとすでにかなり活力を失っているとみられ、落葉時には K_2O の含有率は更に低下するものと推測される。枝階によるちがいは、葉では殆んど認められない。着葉枝、特に新葉枝においては、かなりバラツキがあるが、全体的には枝階によるちがいはあまりないといえよう。小枝・中枝は含有率が少なく、枝階との関係は明瞭ではない。

P_2O_5 は、図においては、他の成分と比べると全般的に各器官とも含有率が低く、枝階による変化は殆んど認められない。しかし、器官によるちがいは、ならびに、新旧部分によるちがいは明らかに認められる。

CaO が古い部分に多いことは前述したが、このことは本図によれば一層明らかである。すなわち、前三者とは異なり、各枝階とも新葉は旧葉よりも、新葉枝は旧葉枝よりも低い含有率を示している。新葉における含有率が非常に低いことは特徴的である。また、新・旧葉ともに、多少の凹凸はあるが枝階の高くなるに従って含有率が低くなっており、特に旧葉において顕著である。このことは、下方の葉の老化を物語るものであろう。着葉枝における CaO 含有率と枝階高との関係線も、最下部の No. 1 の枝を除けば葉における関係線とほぼ平行的に推

移しており、全般的にみて、上方枝階の方が含有率が低いといえよう。No. 1の枝の着葉枝が特に低い含有率を示していること理由は不明である。小・中枝のCaO含有率と枝階との関係は明瞭ではない。

MgOは、各器官とも含有率が低く、枝階による含有率の変化は殆んどみられない。

SiO₂は、前述のように粗珪酸であり、夾雑物の影響を受けるので、多少の含有率のちがいで論じがたい。従って、図により枝階高とSiO₂含有率との関係は判断できないとしても、新しい部分よりも古い部分に多いということはいえるようである。

次に、樹幹の各部について、養分含有率と高さとの関係を図示すれば、図6のようになる。材部では、各成

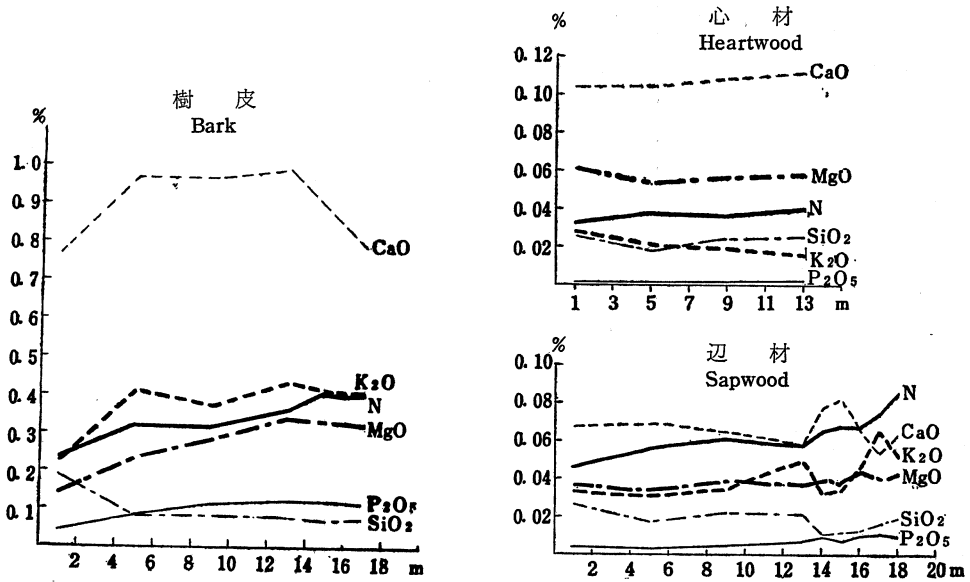


図6 樹幹の高さによる養分含有率のちがい
Fig. 6 The relation between nutrient of stem and its height.

分とも非常に含有率が低く、特に心材では高さによるちがいは認められず、ほぼ一様である。辺材では、N・K₂Oの含有率が樹幹上方でやや高い傾向を示すようであるが、含有率そのものが極めて低いので、あまり明瞭ではない。その他の成分は高さとの関係は殆んど認められない。樹皮の養分含有率は、材部と比べると格段に高く、いずれも材部の10倍程度の数値を示している。樹皮のN・K₂O・MgOの含有率は樹幹上部の方が高く、CaOは反対に上部の方が低い。P₂O₅・SiO₂は他の成分と比べると少なく、高さによるちがいは殆んど認められない。このように、樹皮における養分含有率と高さとの関係は、葉の場合と同様であり、このことは、樹皮においては上部ほど新しい組織の割合が多くなるためと思われる。

(3) 供試木の養分含有量

前述の方法により測定した各器官毎の乾物重量と、前項で得た各養分含有率より、供試木の養分含有量を求めると、表3のようになる。

供試木の樹体地上部に含まれる各養分量のうち、最も多いのはCaO(744g)で、以下N(548g)、K₂O(409g)、MgO(317g)、P₂O₅(91g)となる。これらの養分の、樹体各部の分布状態をみると、葉においては、乾物重量は新・旧葉合わせて地上部全樹体重量のわずか2.7%にすぎないが、それに含まれる養分量は、N・P₂O₅・K₂Oでいずれも地上部全含有量のそれぞれ26.3%(143.7g)、27.0%(24.5g)27.1%(110.5g)の多きを占めているのに対し、CaO・MgOはそれぞれ7.6%(56.8g)、8.0%(25.4g)で、前三者に比べると葉に含まれる割合が少ない。特に新葉に含まれるCaOは全体の1.4%にすぎない。枝には、各成分とも地上部全含有量の20%

表3 供試木の乾物重量(kg)および養分含有量(g)
Table 3. Weight of dry matter (kg) and nutrients (g) of the sampled tree.

部 位 Part	乾 物 Dry matter (kg)	N (g)	P ₂ O ₅ (g)	K ₂ O (g)	CaO (g)	MgO (g)	SiO ₂ (g)	
葉 Leaves	新 葉 New leaves	4.78 (0.9)	50.5 (9.3)	9.8 (10.8)	48.9 (12.0)	10.3 (1.4)	8.6 (2.7)	11.6 (5.3)
	2 年 葉 2-year-old leaves	9.92 (1.8)	93.2 (17.0)	14.7 (16.2)	61.6 (15.1)	46.5 (6.2)	16.8 (5.3)	42.4 (19.3)
	小 計 Total	14.70 (2.7)	143.7 (26.3)	24.5 (27.0)	110.5 (27.1)	56.8 (7.6)	25.4 (8.0)	54.0 (24.6)
枝 Branch	新 葉 枝 1-year-old twig	0.58 (0.1)	4.4 (0.8)	1.5 (1.6)	5.3 (1.3)	2.8 (0.4)	1.4 (0.5)	1.3 (0.6)
	旧 葉 枝 2-year-old twig	2.04 (0.4)	12.1 (2.2)	3.0 (3.3)	11.6 (2.8)	13.4 (1.8)	4.9 (1.6)	8.6 (3.9)
	無 着 葉 枝 Branch	72.57 (13.3)	97.6 (17.8)	17.5 (19.3)	71.4 (17.4)	151.9 (20.4)	64.7 (20.4)	40.8 (18.6)
	小 計 Total	75.19 (13.8)	114.1 (20.8)	22.0 (24.2)	88.3 (21.5)	168.1 (22.6)	71.0 (22.5)	50.7 (23.1)
幹 Stem	心 材 Heartwood	87.73 (16.1)	30.7 (5.6)	0.9 (1.0)	17.2 (4.2)	91.9 (12.4)	49.7 (15.7)	19.1 (8.7)
	辺 材 Sapwood	345.57 (63.4)	193.5 (35.3)	26.5 (29.2)	116.7 (28.5)	232.0 (31.2)	121.9 (38.5)	68.8 (31.4)
	樹 皮 Bark	21.98 (4.0)	65.9 (12.0)	16.9 (18.6)	76.3 (18.7)	195.1 (26.2)	48.5 (15.3)	26.8 (12.2)
	小 計 Total	455.28 (83.5)	290.1 (52.9)	44.3 (48.8)	210.2 (51.4)	519.0 (69.8)	220.1 (69.5)	114.7 (52.3)
合 計 Sum total	545.17 (100.0)	547.9 (100.0)	90.8 (100.0)	409.0 (100.0)	743.9 (100.0)	316.5 (100.0)	219.4 (100.0)	

() Sum total を100とした場合の比数。

多く含まれていることを示しているのに対して、CaOでは葉に非常に少なく、枝・幹に多く含まれ、特に心材部・樹皮にも多量に含まれていることがわかる。MgOもCaOと同様の形を示すが、量はその半分にすぎない。P₂O₅は、他の成分と比べて全般的にきわめて少量である。なお、乾物分配図と比較すると、各成分とも樹皮に含まれる割合が大きいくことがわかる。

総 括

同化器官である葉の養分濃度が高いことは当然であろうが、N・P・KとCaとは全く逆の関係にあり、前者は新葉および上方枝階の葉に濃度が高く、後者は旧葉および下方枝階の葉に多い。MgOもCaOと類似の傾向をもつようである。アカマツの葉の着生年数は、個体、樹齡、環境条件などによってちがいがあろうであるが、この調査の場合は、8月26日現在で、旧葉は全部2年生なので、この葉は当年の秋および次年度の晩春までに殆んどすべて落葉するものと思われる。すなわち、これらの旧葉は次第に落葉期に向いつつあるものであり、従って、1年葉との組成のちがいは、葉の老化にともなう変化と考えられる。同一年次の葉の間における、枝階の上下による組成のちがいは、機能の衰えた下方の葉が、本質的には老化葉と同様な性質を持つと同時に、これらの葉の老化も、上方の勢の盛んな葉に比べて早いためと考えられる。着葉枝の養分含有率も、かなり高く、それぞれの

~24%が含まれる。このうち、着葉枝は含有率では無着葉枝と比べてかなり高いが、乾物重量が少ないためその養分量も少なく、全体の枝に含まれる養分量は、大部分が無着葉枝のものである。幹は、養分含有率では他の器官に比べると、きわめて低いが、この供試木のような大きな木になると、幹の乾物重量がきわめて大きいため(地上部全重量の83.5%を占める)、養分含有量では、N・P₂O₅・K₂Oは地上部含有量のそれぞれ52.9%・48.8%・51.4%が、CaO・MgOは70%が幹(樹皮を含む)に含まれていることになる。これら各成分の、樹体各部の分配図を示すと、図7のようになる。NとK₂Oの図が、ほとんど同様の形をなしており、葉に比較的

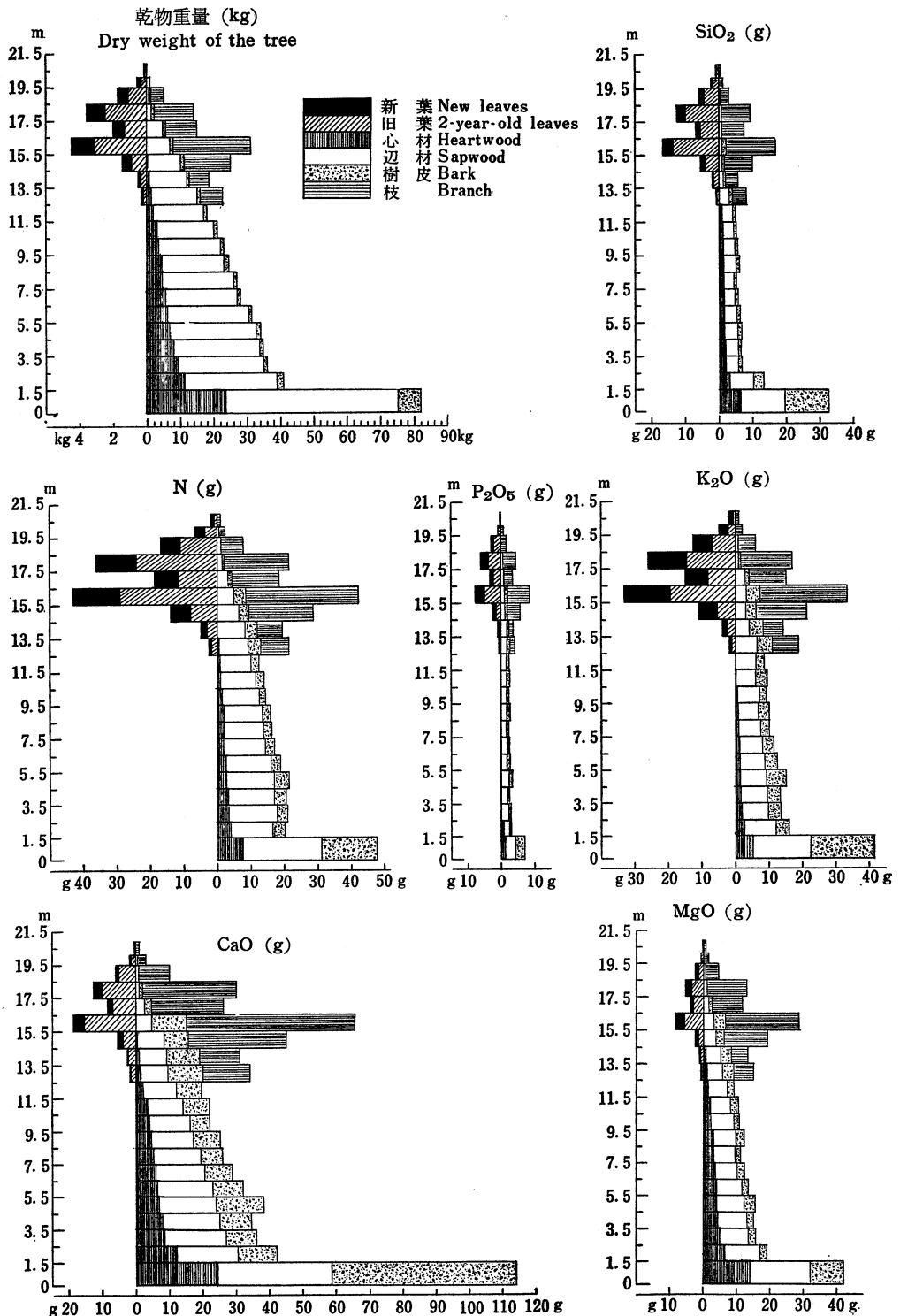


図7 樹体各部の乾物重および養分分配図

Fig. 7 Dry weight and distribution of nutrients in each part of the tree.

葉の養分含有率と密接な関係があり、新・旧葉枝の間には、新・旧葉におけるとは同様の関係がみられる。

供試木の地上部に含まれるNの総量は547.9gで、CaOに次いで多い成分であり、葉では新葉においても旧葉においても、最も多い成分であるが、これらのことは、Nの必要量が最も多いことを示している。Nの含有率は新葉の方が旧葉より高いが、新旧の差はK₂Oの場合のように著しくはないので、落葉として土壤に還元される割合は、K₂Oよりも多いものと思われる。

K₂O含有率の、新葉と旧葉、新葉枝と旧葉枝の差が著しいのは、Kの植物体内における移動性が大きく、老化に伴って新しい組織に移動するものが多いためと思われる。従って、K₂Oの供試木地上部に含まれる総量は409gでNに次いで多いが、体内に流転しているものが多く、毎年の吸収量も、落葉による還元量も、Nと比べてかなり少ないものと思われる。

P₂O₅は、量的には他の成分の数分の一で、しかも、幹に蓄積される割合が他の成分と比べて少ないようである。

CaOは、地上部に含まれる総量743.9gで、最も多い成分であるが、葉にはきわめて少なく、新葉で総量の1.4%、旧葉でも6.2%にすぎず、70%は幹に含まれており、特に他の成分と比べて心材部および樹皮に含まれる割合が多い。従って、樹体内にCaOが最も多量に含まれているのは、年々のCaO吸収量（或は必要量）が多いためではなく、吸収されたCaOの、落葉による還元量が少なく、樹幹部に次第に蓄積されていくためと考えられる。従って、木材収穫による養分の林地よりの持出し割合は、CaOにおいて最も大きいわけであり、全木集材などの影響もまた同様である。

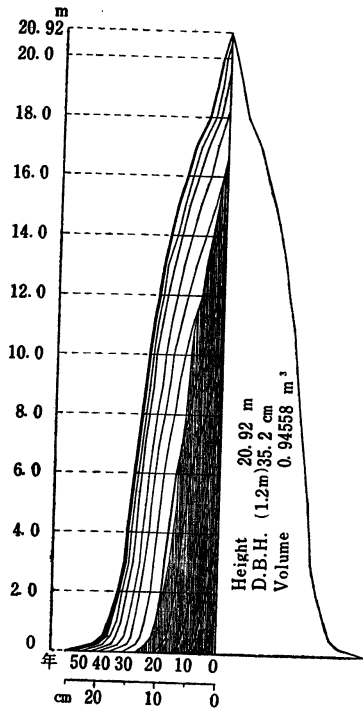
MgOも、CaOとは同様の傾向があるが、量的には少なく、CaOの1/2以下にすぎない。

この調査においては、供試木は1本であり、しかも風倒木なので、これより林分の量を推定することは困難である。しかし、風倒木とはいえ、樹形は正常で、大きさも性質も中央木に類似しており、調査日も風倒20日後で根の半ばは地中にあり生活を続けている状態であるから、この実験によって得られた結果は、この林分のアカマツの一般的な傾向とみてよいであろう。

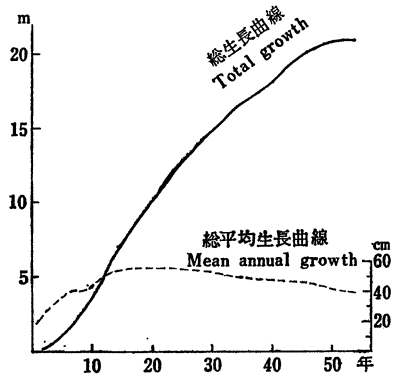
また、この実験の目的の一つは、林木の、ひいては林分の持つ養分量を測定する場合の、分析試料の採り方についての検討でもあったが、同一器官でも、組織の新旧により、またその着生位置により、養分含有率にはかなりの中があり、しかも一定の傾向があることが示された。従って、苗木や幼木と異なり、このような大きな木では、各器官についての単一試料では不十分で、特に葉については、新旧別ならびに樹冠において占める位置を、樹幹については樹皮と材部を別にしない場合には樹皮率を考慮する必要がある。(1967. 11. 9 受付)

文 献

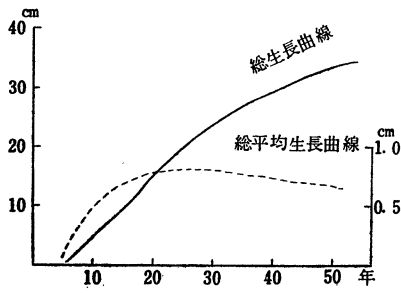
- 1) 中島幸雄: スギ林の養分吸収量に関する研究 愛媛大演報 第1号 38, 1963
- 2) 中島 他: 四国におけるカラマツ林造成の可能性について 同上 第3号 22, 1965
- 3) 原田 他: スギ壮令林の幹の乾重量養分含有量 日林誌 48 (8), 1966
- 4) 古川 忠: 林木の幹に蓄積する無機養分元素の研究 日林誌 46 (8), 1964



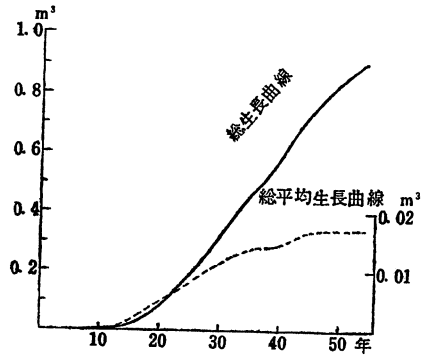
樹幹析解圖
The stem analysis map.



樹高生長曲線
Growth curve of height.



胸高直徑生長曲線
Growth curve of d. b. h.



材積生長曲線
Growth curve of volume.