

和歌山演習林におけるモミ，ツガ林 の生産力調査

第5報 モミ，ツガ林の地上部現存量とリター量

古野東洲・上西貞兼・上西謙次

Investigations on the Productivity of Japanese Fir (*Abies firma*
Sieb. et Zucc.) and Hemloch (*Tsuga sieboldii* Carr.) Stands in
Kyoto University Forest in WAKAYAMA

(V) Biomass of upperground Parts and Litterfall in Fir-Hemloch Stands

Tooshu FURUNO, Sadakane UENISHI and Kenji UENISHI

要 旨

本報告は、和歌山演習林のモミ，ツガ天然林の生産力調査の一環として行なわれているもので、1，2報でのモミ，ツガの小径木の調査に加えて、大径木を調査し、モミ，ツガ林の地上部の相対生長関係、現存量について記述したものである。さらにリター量の調査に加えて、地上部養分量、リターによって地上へ返される養分量についても求めた。

調査は、和歌山演習林内4林班の中腹（標高約700m）に成立しているモミ，ツガ天然林を対象に、1976年9月にモミの、1977年9月にツガの大径木を伐倒調査し、幹、枝、葉の諸量とモミ，ツガに着生しているマツグミ、巻き付いているツル類の量を求めた。リターは、1974年から4年間の資料について、モミ，ツガの葉、枝、球果、種子、マツグミを選び分けた。

モミ，ツガの胸高直径に対する幹、枝、葉の諸量の相対生長関係（1，2，7，10～14式）より、モミ，ツガの地上部現存量は、haあたり、幹材積443～704m³、乾重量で、幹188～295ton、枝38～58ton、葉17～22ton、新葉2.7～3.6tonと推定された。さらに、0.31～0.53tonのマツグミ、0.25～0.60tonのツル類、2.6～9.6tonの下層植生が現存することがわかった（表-2）。

モミ，ツガの年間乾物生長量は、haあたり、約19ton、幹は約9tonと推定された。

年間のリター量は、haあたり、モミ，ツガの葉で2.8ton、枝と樹皮で0.8～1.1ton、球果ではモミの結実年にあつた1976年に540kgと過去10年の最多を記録した。寄生植物であるマツグミは、haあたり、約200kg落下し、調査林分におけるマツグミ量は増加する傾向がうかがえる。

地上部の植物体の養分量は、haあたり、N 810kg、P₂O₅ 948kg、K₂O 596kg、CaO 1,037kg、MgO 152kgでその約95%はモミ，ツガに蓄積されている。

リターに含まれる養分量は、haあたり、N 34kg、P₂O₅ 15kg、K₂O 14kg、CaO 54kg、MgO 7kgと推定され、落葉による還元量が最も多い。

まえがき

京都大学和歌山演習林（和歌山県有田郡清水町上湯川）に残されている天然林の生産力を求めるための研究の一環として本調査は行なわれ、本報告では、1報¹⁾、2報²⁾では未調査であったモミ、ツガの大径木を調査した結果について述べ、和歌山演習林のモミ、ツガ林の地上部現存量を推定した。さらに、1968年から続けられているリター調査で、3報³⁾以後の整理ずみの資料についても報告する。

本調査に御協力いただいた和歌山演習林の職員各位、資料を分析していただいた演習林本部薬師寺技官に深謝致します。

調査地の概況

調査地は、和歌山演習林内4林班の中腹、標高約700mにあるリター調査のための標準地を含む、附近一帯のモミ、ツガ林で、2報²⁾の調査地とも隣接している。この附近の林分は、20数年前に、モミ、ツガ以外の広葉樹類すべてが巻き枯らしされたために、広葉樹類で上層林冠にまで生育しているものはほとんどみられない。さらに、さかのぼって、演習林設定以前の大正末期には、有用広葉樹（主としてクリ）を含むモミ、ツガの大径木を利用した口伝記録がある。この記録によれば、伐採部直径で、1尺2寸以上のものを伐採したとのことであるが、本調査の結果からは、この記録以上に細いモミ、ツガまで伐採されたようである。調査木で最も大きかったもの（胸高直径65cm）で、55年前には、皮なし胸高直径15cm、樹高13mで、その他の調査木は胸高直径10cmに達していない。非常に貧弱な小径木の疎林分であったようで、昭和3年の演習林概要⁵⁾もこの事実を裏付けている。

現在の林分高は25~27m、モミの大径木は、胸高直径70cmを起えるものも数本みられるが、ツガでは60cmを起えるものはない。モミで65cm、ツガで45cm以下のものが多い。林冠の上層および中層はモミ、ツガが占め、下層には、ウラジロガシ、アセビ、ソヨゴ、シキミ、ヒメシャラ、シデ類、クロモジ、コンテリギ、ムラサキシキブなどの広葉樹類が、1.5~3.5mの高さに生育している。このほかに、モミ、ツガには寄生植物であるマツグミが着生し、一部には、ツルアジサイ、テイカカズラなどのツル類が巻きあがっているのがみられる。

調査方法

モミ、ツガの供試木の伐倒調査は、モミは1976年、ツガは1977年に、ともに9月上旬に行なわれ、モミは胸高直径29cmから65cmまでのもの6本、ツガは15cmから42cmまでのもの5本で、それぞれ地上部の幹、枝、葉の諸量を求め、樹幹解析用の円板を採取した。調査木に寄生していたマツグミ、巻き付いていたツル類についてもその重量を求めた。さらに、1976年~1978年の各8月下旬~9月上旬には、林分の下層植生量を4m²（2m×2m）の調査地17カ所について総刈り法により調査した。1976年9月に1カ所、1977年10~12月に6カ所の標準地の毎木調査を胸高直径および樹高の測定により行なった。

リターは、標準地内に1m²の布製のトラップ8個および4m²（2m×2m）の落枝用トラップ15個を設置し、各月末に採集された。3報³⁾に続く、1974年1月以後、1977年12月までの4カ年間のモミ、ツガの葉、枝と樹皮、球果と種子、マツグミを選別したが、その他の虫糞、虫体などについては選別し終っていない。

さらに、伐倒調査した植物体の各部、選別し終ったリターについて、常法（N：ケルダール改良法，P：モリブデンブルー還元法，K：炎光光度計法，Ca，Mg：原子吸光分析法）による分析を行ない、養分量を求めた。

調査結果および考察

供試木の樹齢は9本が100～125年で、100年未満のものはモミ、ツガ各1本で、胸高直径が30 cmを起えているモミ、ツガの樹齢はすくなくとも100年を超えているものと思われる。

標準地の毎木調査結果を表1に示す。林冠はモミ、ツガで占められ、他樹種はみられない。なお、No.7標準地は、リターを調査している標準地である³⁾。下層植生は、クロモジ、コンテリギがとくに多く、ヒメシャラ、ヤブムラサキ、アセビ、ヒサカキがついで多く、ほかに、ムラサキシキブ、ミズキ、ガマヅミ、アオハダ、クリ、シダ類、エゴノキ、ウラジロガシ、ソヨゴ、シキミ、サカキなどがみられ⁶⁾、標準地内または附近で、仕意に4 m² (2 m×2 m)、17カ所について下層植生を調査した結果、それらの多くは、1.5～2.5 mの高さで生育し、樹高の高いものでも3.5 m程度で、m²あたりの地上部乾重量は、257～961 g、平均して554 g (幹および枝 474 g、葉 80 g)となった。このほかに、モミ、ツガの大径木には、寄生植物のマツグミが着生し、一部にはツルアジサイ、ツタ、テイカカズラなどのツル類が巻きあがっている。

Table 1. Results of diameter measurement of sample stands in fir-hemlock stands.

Plots	area (m ²)	DBH (cm)																
		~5	~10	~15	~20	~25	~30	~35	~40	~45	~50	~55	~60	~65	~70	~75	~80	
1	1076.8	Fir	3	12	9	3	1	3	5	2	4	3	1	2	2	1	2	
		Hemlock	1	12	6	6	6	2	2		3		1					
2	512.5	Fir	4	3	4	3	1	1	1	2	3		1		1			1
		Hemlock		7	12	7	11	1	1									
3	699.0	Fir	3	8	7	2	2	1	4		3			1	1	1		
		Hemlock	6	15	5	2	3	5	3	1	1	1	1					
4	473.6	Fir		4	6	3	4	4	3	5					1			
		Hemlock	2	6	2	3	2	2	1		1							
5	1248.0	Fir			3	3	5	2	4	5		4	4	3	7	1	2	
		Hemlock				1												
6	650.0	Fir	4	13	6	3	2	4	3	4	1	2	1	2				
		Hemlock	5	5	11	1	2	2	1		1							
7	1427.2	Fir	11	24	10	4	8	6	2	7	5	4	3	3	2			
		Hemlock	4	24	15	11	7	8	8	4	3		1					

Fir: *Abies firma*, Hemlock: *Tsuga sieboldii*

1. 林分現存量の推定

本調査供試木に、2報²⁾で調査した供試木のうち、比較的大きいものを加えて、胸高直径(D)と樹体諸量の相対生長関係^{7,8)}を用いて、各標準地の林分現存量を推定した。

D² (cm²)と幹重量(w_s , ton)、幹材積(V, m³)の相対生長関係を求めると図-1のようになり、それぞれつぎの近似式が得られた。

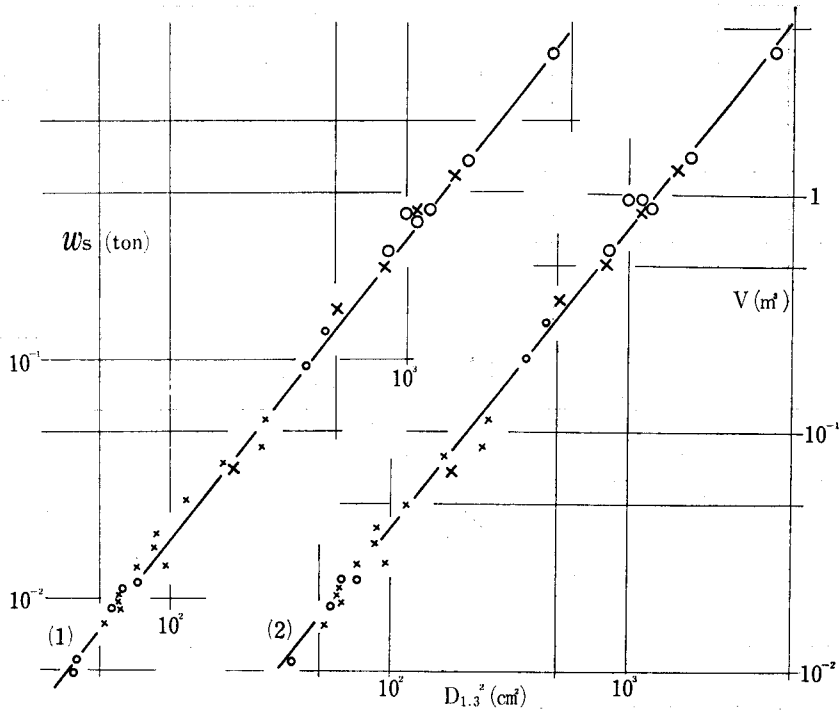


Fig. 1. Relations between stem (dry weight, w_s , and volume, V), and DBH ($D_{1.3}$) per tree of fir and hemlock.

$$\log w_s = 1.25488 \log D^2 - 4.27047 \dots\dots\dots (1)$$

$$\log V = 1.27268 \log D^2 - 3.95319 \dots\dots\dots (2)$$

○ and × : *Abies firma* and *Tsuga siboldii* in this study.

○ and × : *Abies* and *Tsuga* in previous report.

These marks apply in Fig. 2~6.

$$\log w_s = 1.25488 \log D^2 - 4.27047 \dots\dots\dots (1)$$

$$\log V = 1.27268 \log D^2 - 3.95319 \dots\dots\dots (2)$$

この両式は2報²⁾における(2)および(4)式と一致する。一般に、幹量は直径に樹高を加えた $D^2 \cdot H$ との関係で、良好な相対生長関係が得られ^{2,9,10)}、本調査においても、図-2のように例外ではない。

近似式は

$$\log w_s = 0.93905 \log D^2 \cdot H - 4.47806 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (3)$$

$$\log w_s = 0.98792 \log D^2 \cdot H - 4.71104 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (4)$$

$$\log V = 0.93482 \log D^2 \cdot H - 4.13440 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (5)$$

$$\log V = 0.98810 \log D^2 \cdot H - 4.38742 \text{ (ツガ)} \dots\dots\dots (6)$$

のように求められ、モミとツガで異った相対生長関係が得られた。このことは、2報²⁾において指摘したが、ツガの直径が小さい場合には、モミと比べて、樹高が相対的に高く、さらに梢端部が細長いと思われる。直径が小さいほど両者の差は大きく、直径が大きくなるにつれてその差は少なくなり、胸高直径 45 cm 程度ではモミとツガにはほとんど差がみられなくなる。

D^2 と枝重量 (w_B , kg) の相対生長関係は図-3のようになり、つぎの近似式が得られた。

$$\log w_B = 1.19432 \log D^2 - 1.76368 \dots\dots\dots (7)$$

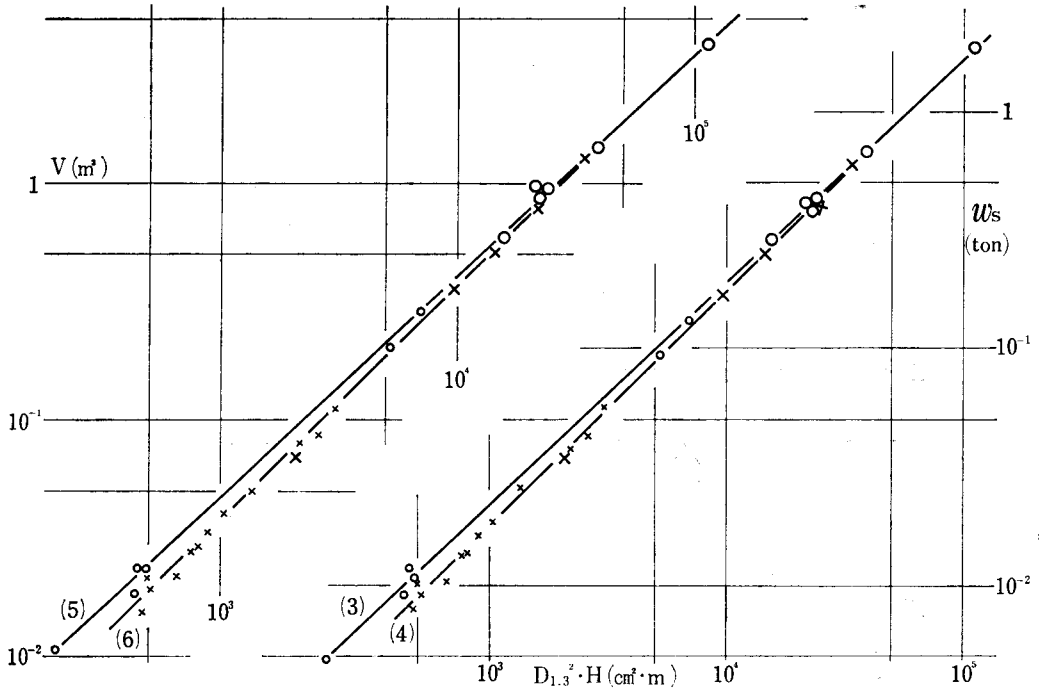


Fig. 2. Relations between stem (w_s and V) and $D^2 \cdot H$ per tree. D and H represent the DBH and tree height.

$$\begin{aligned} \log w_s &= 0.93905 \log D^2 \cdot H - 4.47806 \text{ (Abies)} \dots\dots\dots (3) \\ \log w_s &= 0.98792 \log D^2 \cdot H - 4.71104 \text{ (Tsuga)} \dots\dots\dots (4) \\ \log V &= 0.93482 \log D^2 \cdot H - 4.13440 \text{ (Abies)} \dots\dots\dots (5) \\ \log V &= 0.98810 \log D^2 \cdot H - 4.38742 \text{ (Tsuga)} \dots\dots\dots (6) \end{aligned}$$

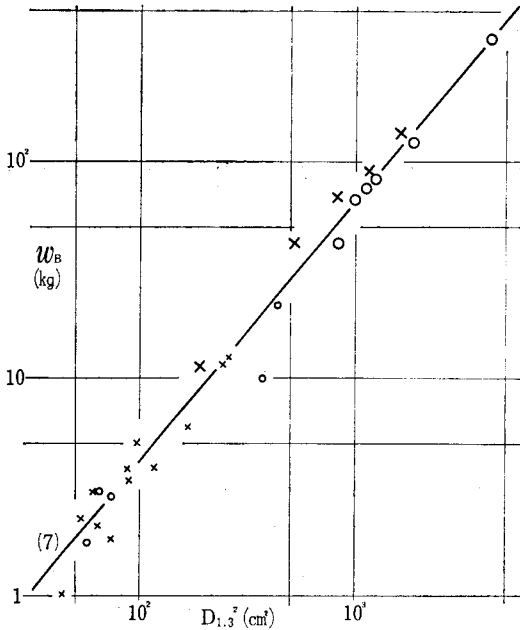


Fig. 3. Relation between branch dry weight (w_B) and DBH per tree.

$$\log w_B = 1.19432 \log D^2 - 1.76368 \dots\dots\dots (7)$$

この場合、2報²⁾における(9)式は修正しなければならず、さらにモミにおいては比較的よく適合しているが、ツガではとくに直径の大きいものでは適合していない。

$D^2 \cdot H$ と枝重量の相対生長関係は図-4のようになり、モミとツガで相対生長関係に分離の傾向がみられ、とくに本調査供試木では、明らかに分離している。

$$\log w_B = 0.97526 \log D^2 \cdot H - 2.37601 \dots\dots\dots (8)$$

$$\log w_B = 0.96836 \log D^2 \cdot H - 2.25878 \dots\dots\dots (9)$$

D^2 と葉重量 (w_L , kg) および新葉重量 (w_{LN} , kg) の相対生長関係は図-5のようになり、関係式はつぎのように近似された。

$$\log w_L = 1.04404 \log D^2 - 1.65985 \text{ (モミ)} \dots\dots\dots (10)$$

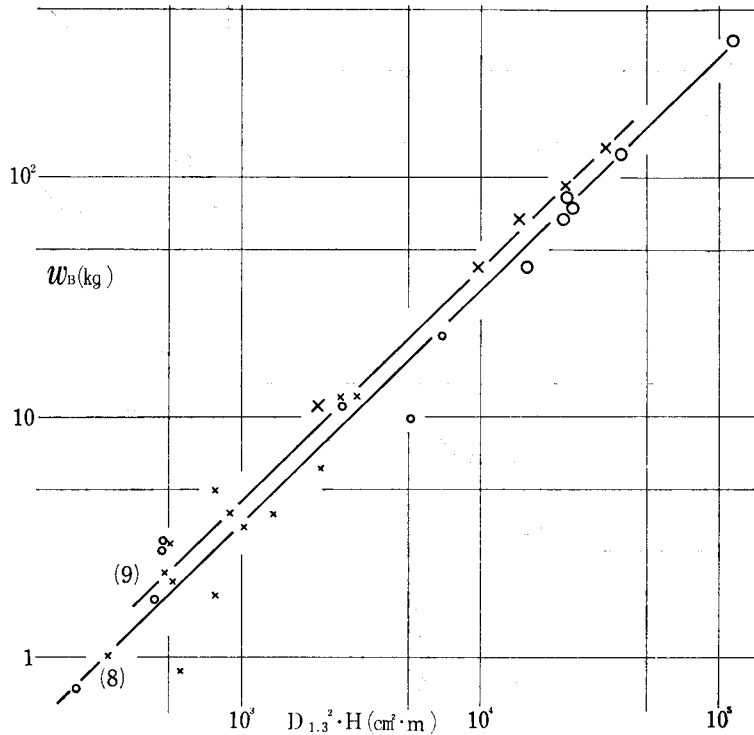


Fig. 4. Relations between branch dry weight (w_B) and $D^2 \cdot H$ per tree.

$$\log w_B = 0.97526 \log D^2 \cdot H - 2.37601 \quad (\text{Abies}) \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\log w_B = 0.96836 \log D^2 \cdot H - 2.25878 \quad (\text{Tsuga}) \quad \dots\dots\dots(9)$$

$$\log w_L = 1.07755 \log D^2 - 1.79725 \quad (\text{ツガ}) \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$\log w_{LN} = 1.11092 \log D^2 - 2.68837 \quad (\text{モミ}) \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$\log w_{LN} = 1.12443 \log D^2 - 2.81550 \quad (\text{ツガ } D < 20 \text{ cm}) \quad \dots\dots\dots(13)$$

$$\log w_{LN} = 1.09984 \log D^2 - 2.55143 \quad (\text{ツガ } D > 20 \text{ cm}) \quad \dots\dots\dots(14)$$

葉量には、モミとツガで直径に対する相対生長関係に差がみられ、(10)、(11)式は2報²⁾での同様関係式をやや修正した関係となった。新葉量では、モミは小径木も大径木もバラツキはみられるが、同一関係式で近似される。しかし、ツガでは大きな差があらわれた。ツガの場合、本調査までに得られた資料では、胸高直径20 cmまでのものでは(13)式、大径木では(14)式で近似することもやむを得ないであろう。上層林冠に被圧されている小径木に展開する新葉と陽光を十分に受けうる上層林冠にまで生育した大径木に展開する新葉とで、相対的に大きな差があるのかも知れない。これの解明にはさらに多くの資料の収集が必要であろう。

以上の各相対生長関係を用いて、毎木調査結果より各標準地の地上部の乾物現存量を推定すると表2のようになる。ツガの枝量以外の各諸量は胸高直径と比較的よく適合した相対生長関係が得られているので、それらの関係式より、ツガの枝量は樹高を加えた相対生長式より推定した。なお、モミの球果、ツル植物は、モミ、ツガの胸高直径25 cm以上について、供試木のそれとの胸高断面積合計の比によって推定した。

四国で調査されたモミ林¹¹⁾、ツガ林¹¹⁾と比べて、まだ各現存量は少なく、今後蓄積は増加する可能性は見込まれるが、中部亜高山帯のシラベ^{12,13)}、北海道の針葉樹林⁷⁾での調査と比べるとそ

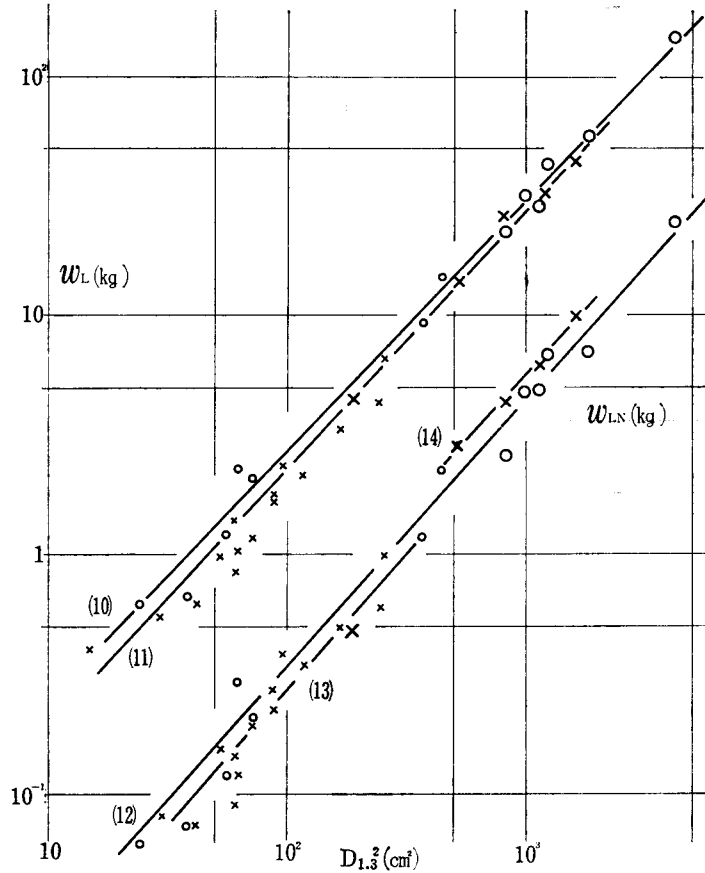


Fig. 5. Relations between leaf dry weight (total leaf, w_L , and new leaf, w_{LN}), and DBH per tree.

$$\begin{aligned} \log w_L &= 1.04404 \log D^2 - 1.65985 \text{ (Abies)} \dots\dots\dots (10) \\ \log w_L &= 1.07755 \log D^2 - 1.79725 \text{ (Tsuga)} \dots\dots\dots (11) \\ \log w_{LN} &= 1.11092 \log D^2 - 2.68837 \text{ (Abies)} \dots\dots\dots (12) \\ \log w_{LN} &= 1.12443 \log D^2 - 2.81550 \text{ (Tsuga } D < 20 \text{ cm)} \dots\dots (13) \\ \log w_{LN} &= 1.09984 \log D^2 - 2.55143 \text{ (Tsuga } D < 20 \text{ cm)} \dots\dots (14) \end{aligned}$$

の最大値に近い値が得られている。葉量がほぼ 20 ton/ha と推定されたことは、11林班でのモミ閉鎖林分での 20.8 ton/ha¹⁾、他の日本各地の同様常緑針葉樹の調査結果^{7,12,13,14)}と比べて多いところに位置し、林冠は閉鎖されていると考えてもよいであろう。新葉量は平均して 3.3 ton/ha で、全葉量の16%を占め、葉の寿命は少なくとも6または7年以上と思われる。球果は、モミでは6調査木全部にみられたが、ツガでは全くみられなかった。1976年は、モミの結実年にあたったようで、後述のリター資料が証明している。

養分分析の結果より、No.7標準地の地上部の養分量を求めると表-3のようになる。下層植生については、前述の17調査地の平均値(5.5 ton/ha)を用いて推定した。

モミ、ツガ林の地上部各部の養分含有率は、モミ、ツガともに、N、K₂OおよびMgOは葉および新枝で高く、材における各養分の含有率は低い。しかし、乾物蓄積量の関係で、幹に含まれる養分量が最も多い。モミ、ツガ林の地上部の養分総含有量は、haあたり、Nで810 kg、P₂O₅で948 kg、K₂Oで596 kg、CaOで1,037 kg、MgOで152 kgと推定された。

2. 生長量の推定

Table 2. Biomass of upper-ground parts in fir-hemlock stands per hectare.

Plots	No. of Trees	Total basal area (m ²)	Stem volume (m ³)	Stem dry weight (ton)	Branch dry weight (ton)	Leaf dry weight (ton)	Now leaf dry weight (ton)	Cone dry weight (ton)	Parasitic plant (ton)	Liana (ton)	Under growth (ton)
1 Fir	492	43.80	523.20	218.99	43.68	17.17	2.71	1.17	} 0.44	0.44	—
	Hemlock	362	13.63	129.85	55.10	12.96	4.72	0.92			
2 Fir	488	37.76	448.64	187.79	37.47	14.77	2.32	0.98	} 0.33	0.34	—
	Hemlock	761	18.26	134.07	58.19	13.88	5.91	1.07			
3 Fir	472	27.57	309.61	130.09	26.27	10.68	1.66	0.69	} 0.37	0.25	—
	Hemlock	615	21.53	205.74	87.38	20.65	7.48	1.50			
4 Fir	633	35.29	348.04	147.42	30.68	13.40	2.01	0.81	} 0.31	0.28	—
	Hemlock	401	11.04	94.89	40.54	9.71	3.72	0.69			
5 Fir	345	56.41	702.18	294.00	57.99	22.22	3.54	1.74	} 0.53	0.60	—
	Hemlock	8	0.20	1.34	0.58	0.13	0.06	0.01			
6 Fir	692	38.39	408.02	172.11	31.01	14.75	2.26	0.97	} 0.34	0.34	—
	Hemlock	431	8.94	72.31	31.08	7.42	2.96	0.54			
7 Fir	624	37.62	412.94	173.82	35.32	14.54	2.24	0.94	} 0.43	0.34	—
	Hemlock	596	21.36	192.29	82.06	19.72	7.30	1.40			
Mean	989	53.11	569.02	239.88	49.56	19.95	3.27	1.04	0.39	0.37	5.54

Table 3. Accumulation of nutrient contents in upper-ground parts of fir-hemlock stand (stand-7). (kg ha⁻¹)

		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
<i>Abies</i>	Stem	223.5	517.3	225.4	445.3	43.8
	Branch	107.4	93.4	73.3	177.0	26.3
	Leaf	172.2	48.6	88.8	106.9	28.4
	Cone, Seed	6.3	3.2	12.2	1.2	1.2
<i>Tsuga</i>	Stem	112.3	196.7	93.4	161.1	24.9
	Branch	47.8	47.0	28.0	75.3	7.4
	Leaf	89.0	21.0	34.2	22.6	12.1
	Cone, Seed	0	0	0	0	0
Parasitic plant (<i>Taxillus kaempferi</i>)		4.5	1.6	5.6	3.0	1.0
Liana		3.2	1.2	3.0	5.9	0.5
Undergrowth		43.6	17.7	32.0	38.2	6.5
Total		809.8	947.7	595.9	1036.5	152.1

供試木の樹幹解析により最近1年間の幹材積生長量を求め、材積と重量の比から、幹乾重量生長量に換算し、未調査の枝と根の生長量は、それぞれ幹生長量の30%とみなし、これに新葉乾重量を加えて、供試木の乾物年間生長量とした。胸高直径に対するこの乾物生長量 (Δw , kg) および幹生長量 (Δw_s , kg) の相対生長関係を求めると、図-6 のようになり、モミとツガでは差はみられないが、バラツキが大きく適合度はよくない。

実線の近似式は

$$\log \Delta w = 1.19418 \log D^2 - 2.17479 \quad \dots\dots\dots(15)$$

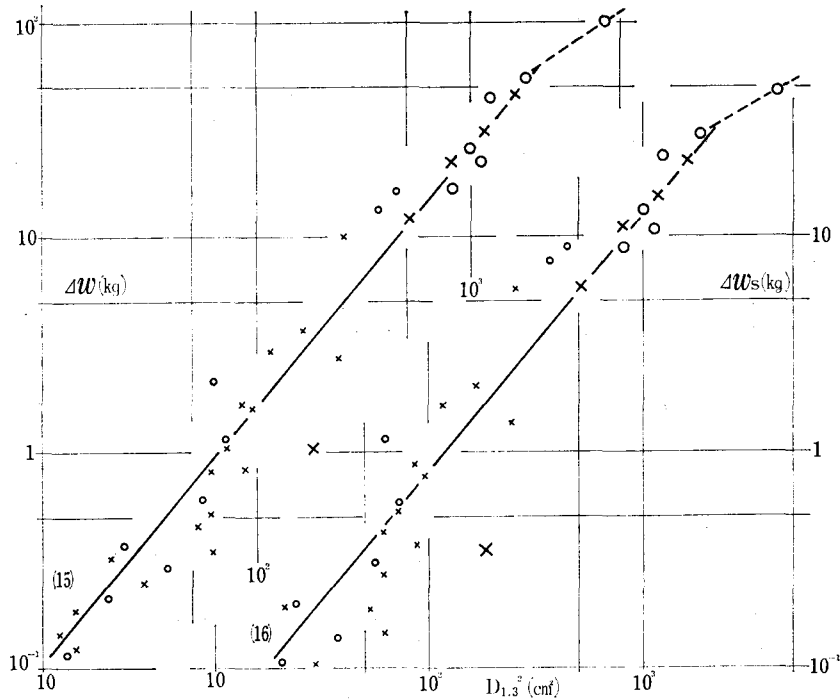


Fig. 6. Relations between annual increment (tree increment, Δw , and stem increment, Δw_s) in dry weight and DBH per tree.

$$\log \Delta w = 1.19148 \log D^2 - 2.17479 \dots \dots \dots (15)$$

$$\log \Delta w_s = 1.18839 \log D^2 - 2.46928 \dots \dots \dots (16)$$

$$\log \Delta w_s = 1.18839 \log D^2 - 2.46928 \dots \dots \dots (16)$$

のように求められた。モミの最大調査木の結果を重視すれば、胸高直径が 45 cm を越える大径木については、この式より生長量を求めると相当に過大に推定される危険がある。この点に関しては、今後さらに、資料を追加して解明しなければならないが、本報告では、一応、図-6 における破線で大径木の生長量を推定した。モミ、ツガ林の年間生長量は、約 19 ton/ha、幹生長量約 9 ton/ha と他の常緑針葉樹林での測定結果^{7,12)}と比較してもほぼ妥当な値が得られた。またこの値は、小径木の調査だけで推定した 2 報²⁾での推定値ともほとんど違ってない。

3. リター量

リター量は、本報告での No. 7 標準地で、1968年より継続調査され、1973年までの資料についてはすでに報告されている³⁾。既報以後の資料で、選別が終了した葉、枝、球果、寄生植物(マツグミ)の1977年までの4年間の季節変化は図-7のように、年間量は表-4のようになる。

モミ、ツガの落葉期は10~11月で、この2カ月間に、年間落葉量の70~80%が落葉する。その最盛期は年によってすこしずれるようで、1968~1970年は11月に、1971~1974年は10月で、数年連続していたが、1975年からは年毎に交代している。haあたりの年間落葉量で、1975年に 2.25 ton の本林分での最少の値が得られ、最も多かった1972年の 4.34 ton とで、1.93倍の差がみられることになった。1974年から4年間の平均では 2.8 ton/ha となるが、1968年から平均すると、年間落葉量は 3.0 ton となる。

落枝量は樹皮を含んでまとめられている。2 報²⁾で述べたように、季節変動はとくにみられず

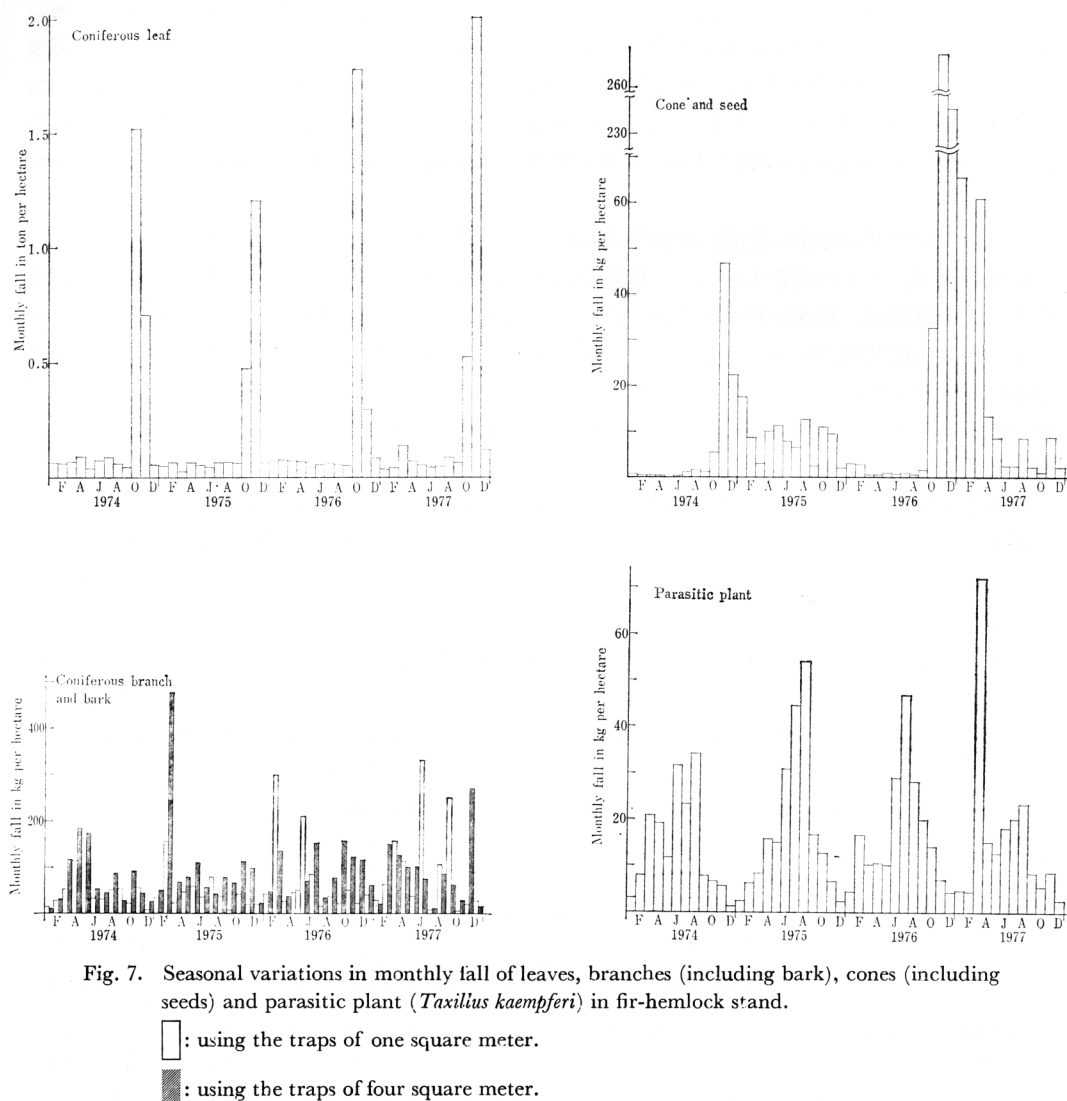


Fig. 7. Seasonal variations in monthly fall of leaves, branches (including bark), cones (including seeds) and parasitic plant (*Taxillus kaempferi*) in fir-hemlock stand.

□ : using the traps of one square meter.

■ : using the traps of four square meter.

Table 4. Annual litter fall in fir-hemlock stand.

	1974	1975	1976	1977
Leaf of fir and hemlock (ton ha ⁻¹ y ⁻¹)	2.88	2.25	2.73	3.23
Branch and bark of	0.50 0.89*	0.59 1.27*	0.91 1.08*	1.17 1.07*
fir and hemlock (ton ha ⁻¹ y ⁻¹)				
Cone and seed (kg ha ⁻¹ y ⁻¹)				
fir	40.9	25.5	536.0	215.3
hemlock	37.5	113.0	7.5	6.5
Parasitic plant (kg ha ⁻¹ y ⁻¹) (<i>Taxillus kaempferi</i>)	173.0	215.9	204.7	196.3

* Collected by trap of ground surface of four square meter (2m × 2m).

強風や降雪など物理的な力が作用していることがわかる。1972年には、9月の台風による大量の落枝が影響し、2.5 ton/ha・y もの落枝をみたが、その後、1977年までには、それに匹敵する落枝量はみられない。1974～1977年の4年間には、1 m² トラップが大枝で破られることはなかった。1975年には 4 m² トラップに比べて、1 m² トラップの落枝量が50%以下で大きな差があらわれた。調査初期からの平均値は 1 m² トラップでは 1.1 ton/ha・y、4 m² トラップでは 1.3 ton/ha・y である。

モミおよびツガの球果の結実に豊凶がみられるが、1976年はモミの結実年と思われる。1976年の伐倒調査で、モミの調査木すべてに球果が着果し、調査林分の球果量は 0.94 ton/ha と推定された。この球果が、1976年10月から翌年にかけて落下し、0.75 ton/ha がトラップに捕えられている。和歌山演習林内には、球果、種子を攝食すると思われる小型の野生動物も生息していると思われ、トラップには、その防止策を構じていないので、トラップに集められた量は過小の可能性がある。リターの球果量が、推定された林分の球果量より約20%少なかったのは、あるいはこれら動物類の消費が原因しているのかも知れない。

マツグミは、モミやツガの寄生植物として、胸高直径30 cm を越える上層林冠を形成している大径木には、ほとんど着生している。1974年以後は、1968～1973年の年間最大値であった1973年の ha あたり 188 kg より多く集められ、本林分のマツグミ量は、次第に増加している傾向がうかがえる。

総リター量は、葉、枝、球果、マツグミ以外の虫糞、虫体などを選び終っていないので、正確には求められないが、1968～1973年では、この未選別量は、平均して、総リターの4.6%³⁾であったので、これを加味すると、1974～1977年の年間リター総量は、4.1～5.0 ton/ha となる。

リターの養分分析の結果より、リターとして地上へ帰された養分量を求めると表5のようになる。選別が終っていない虫糞、虫体などについては、1968～1973年の平均値を用いて計算した。

Table 5. Annual return of nutrient elements to the soil by litter fall in fir-hemlock stand. (kg ha⁻¹ y⁻¹)

		N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
		1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
Fir and hemlock	Leaf	19.1	21.4	8.3	9.7	8.4	9.2	32.3	37.8	4.0	4.7
	Branch*	4.8	6.3	2.4	3.0	0.3	0.4	8.2	10.6	0.4	0.6
	Cone, Seed	2.8	1.1	1.8	0.7	2.2	0.9	1.2	0.5	0.7	0.3
Parasitic plant (<i>Taxillus kaempferi</i>)		3.1	2.6	0.8	0.8	2.5	2.5	2.5	2.3	0.5	0.4
Broad-leaf		0.4		0.1		0.2		0.9		0.1	
Insect body		0.06		0.01		+		0.01		+	
Insect feces		0.7		0.3		0.2		0.9		0.1	
Others		2.0		0.4		0.6		0.7		0.3	

* including bark

表5に計算されたリターに含まれる養分量は、リターが植物体から離脱した直後の養分量より少ないものと思われる。リターの収集が1カ月間隔であるため、トラップに落下してから、雨によって溶脱される量はここでは考慮されていない。トラップ中における溶脱量が求められていないので、その多少は推察すべくもないが、たとえば、テーダマツを食害したスジコガネの糞は、溶脱され易い K₂O では、雨にさらされたものは、そうでなかったものに比べて約70%も含有率が低く、N でも約20%低かった例がある¹⁵⁾。虫糞は他のリターに比べて壊れ易く、溶脱され

易いとは考えられるが、リターによる養分供給量を考える場合には、このような雨による溶脱量を無視することはできないと思われる。この分野における今後の大きな研究課題であろう。

あ と が き

モミ、ツガ大径木の調査により、和歌山演習林のモミ、ツガ林の現存量の推定が可能となったが、広葉樹類と混交しているモミ、ツガ林の現存量の推定には、まだ十分とはいえず、さらに本文中で指摘したことがらをも含めて、モミ、ツガに混交している広葉樹、部分的にモミ、ツガの下層として生育している常緑広葉樹林の調査など、さらに多くの調査が必要であろう。リター調査は今後も継続される予定である。

文 献

- 1) 古野東洲・川那辺三郎：和歌山演習林におけるモミ、ツガ林の生産力調査 第1報 主としてモミ林について，京大演報，**39**，9～26 (1967)
- 2) ————：同上 第2報 モミ、ツガ混交林について，京大演報，**42**，128～142 (1971)
- 3) ————・山田幸三：同上 第3報 リター量の季節変化および食葉性昆虫による被食量について，京大演報，**46**，7～22 (1974)
- 4) ————・上西幸雄：同上 第4報 伐採跡地に更新したミズメ若令林について，京大演報，**49**，41～52 (1977)
- 5) 京都帝国大学演習林概要，和歌山演習林，87～92 (1928)
- 6) 岡本省吾：和歌山演習林植物誌，京大演報，**14**，1～220 (1941)
- 7) 四大学合同調査班：森林の生産力に関する研究，I，II，III (1960, 1964, 1966)
- 8) 依田恭二：森林生態系の現存量，森林の生態学 (築地書館)，22～46 (1971)
- 9) 柴田正善：和歌山演習林における天然生モミ、ツガの立木幹材積表，京大演集報，**10**，127～134 (1972)
- 10) ————・古野東洲：和歌山演習林におけるスギ、ヒノキの立木幹材積表，京大演集報，**11**，69～77 (1976)
- 11) Ando, T., K. Chiba, T. Nishimura and T. Tanimoto: Temperate Fir and Hemlock Forests in Shikoku, JIBP Synthesis, **16**, 213-245 (1977)
- 12) 浅田節夫・赤井竜男：亜高山帯の森林の取扱いについて，長野林友，1～48 (1963)
- 13) Kimura, M.: Dynamics of vegetation in relation to soil development in northern Yatsugatake mountains, Jap. Jour. Bot., **18**, 255-287 (1963)
- 14) Tadaki, Y.: Leaf biomass, JIBP Synthesis, **16**, 39-44 (1977)
- 15) 古野東洲：未発表

Résumé

This report deals with some investigations on productivity of natural Japanese fir (*Abies firma* Sieb. et Zucc.) and Japanese hemlock (*Tsuga sieboldii* Carr.) stand in Kyoto University forest in Wakayama (Lat. 30°04'N, Long. 135°30'E, Alt. 500~1200 m).

As the continuation of the previous report, the investigations were carried out in mixed forest of fir and hemlock in compartment-4 (Alt. ab. 700 m) of Wakayama's forest in September, 1976 and 1977.

The diameter measurement of all the trees were carried out in seven sample stands. Six trees of fir and five trees of hemlock were felled at the base, and the fresh weight of each tree parts (stem, branch and leaf), parasitic plant (*Taxillus kaempferi*) and liana were separately weighed. And the materials for stem analysis, nutrient analysis and for determination of dry-fresh weight ratio were sampled.

During four years from 1974 to 1977, eight litter-traps of a square meter ($1\text{ m} \times 1\text{ m}$) were set up one meter above the ground in investigated stand (the seventh plot of Table 1). These traps were made of Tetoron-cloth of fine mesh and were made in the shape of a funnel. Additionally, fifteen traps of four square meter ($2\text{ m} \times 2\text{ m}$) for branch litter were set up on the ground in the same stand. Litterfall was collected monthly and was divided into the following each fraction by hand sorting:

Leaves of fir and hemlock

Branches including bark of fir and hemlock

Cones including seeds of fir and hemlock

Parasitic plant (*Taxillus kaempferi*)

Others (broad leaves, insect bodies, insect feces and others)

Each fraction was weighed in dry weight and was analyzed for nutrient contents (N, P_2O_5 , K_2O , CaO and MgO).

Each allometric relation of stem volume (V , m^3), stem dry weight (w_s , ton) branch dry weight (w_b , kg) and leaf dry weight (w_L , w_{LN} , kg) to DBH^2 (D^2 , cm^2) or $D^2 \cdot H$ ($\text{cm}^2 \cdot \text{m}$) per a tree was shown as Fig. 1, 2, 3, 4 and 5.

The biomass of upperground parts in fir-hemlock stands was respectively estimated $443 \sim 704\text{ m}^3$ in stem volume, $188 \sim 295$ ton in stem dry weight, $38 \sim 58$ ton in branch dry weight and $17 \sim 22$ ton in leaf dry weight including new leaf of $2.7 \sim 3.6$ ton per hectare. Further, there were parasitic plant (*Taxillus kaempferi*) of $0.31 \sim 0.53$ ton and undergrowth of $2.6 \sim 9.6$ ton in dry weight per hectare (Table 2).

Biomass increment of fir-hemlock stand was estimated about $19\text{ ton/ha} \cdot \text{year}$ and current annual stem increment was estimated $9\text{ ton/ha} \cdot \text{year}$ on relations in Fig. 6.

Observed rates of litterfall from 1974 to 1977 are shown in Table 4. The annual litterfall rate amounted to $4.1 \sim 5.0$ ton per hectare per year. Leaf litter accounted for $55 \sim 70\%$, its mean annual fall rate was 2.8 ton per hectare from 1974 to 1977. And mean annual fall rates were 0.8 ton (using one square meter) and 1.1 ton (using four square meter) as branches of fir and hemlock and 197 kg as parasitic plant per hectare per year. Fall rate of cones and seeds amounted to 540 kg in 1976 and its value was maxim from 1968 to 1977.

The nutrient accumulation in upperground parts of fir-hemlock stand was calculated 810 kg of N, 948 kg of P_2O_5 , 596 kg of K_2O , 1037 kg of CaO and 152 kg of MgO per hectare as shown in Table 3. The 95% of these nutrients in this stand had been stocked in fir and hemlock.

The nutrients of litterfall were calculated about 34 kg of N, 15 kg of P_2O_5 , 14 kg of K_2O , 54 kg of CaO and 7 kg of MgO per hectare per year (Table 5).