

和歌山演習林におけるモミ，ツガ林の生産力調査

第4報 伐採跡地に更新したミズメ若齢林について

古 野 東 洲・上 西 幸 雄

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

(IV) On the Growth of young Japanese Cherry Birch (*Betula grossa* Sieb. et Zucc.) Stands regenerated on felling area

Tooshu FURUNO and Yukio UENISHI

要 旨

本報告は1, 2, 3報につづいて，和歌山演習林の天然林，とくに伐採跡地に天然に更新した若い落葉樹林を調査し，その地上部の相対生長関係，現存量，リター量について記述したものである。さらに，主としてミズメについて地上部養分現存量，リターに含まれる養分量についても求めた。

現存量調査は，和歌山演習林内3林班の上腹（標高850～1000m）に生立している，更新後10数年のミズメを主とした落葉広葉樹林で，1974年9月と1975年9月に行なわれ，さらに，1976年5月から12月まで一生育期のリター量を求めた。集めたリターより，ミズメの葉と枝，その他広葉樹の葉と枝，食葉性昆虫類の虫糞，昆虫の死体，その他を選り分けた。

ミズメの幹の直径と樹高に対する幹，枝，葉の諸量の相対生長関係はつぎのようになった。

$$\log w_S = 0.89531 \log D^2 \cdot H - 1.40293 \dots \dots \dots (1)$$

$$\log V = 0.88826 \log D^2 \cdot H + 1.91467 \dots \dots \dots (2)$$

$$\log w_B = 0.92448 \log D^2 \cdot H - 2.06527 \dots \dots \dots (3)$$

$$\log w_L = 0.96357 \log D^2 \cdot H - 2.41758 \text{ (A標準地)} \dots \dots \dots (4)$$

$$\log w_L = 0.89782 \log D^2 \cdot H - 2.48048 \text{ (D標準地)} \dots \dots \dots (5)$$

$$\log w_L = 0.87103 \log D^2 \cdot H - 2.18114 \text{ (C標準地)} \dots \dots \dots (6)$$

$$\log w_L = 0.99024 \log D^2 \cdot H - 2.48173 \text{ (G標準地)} \dots \dots \dots (7)$$

w_S : 幹乾重量 kg, V : 幹材積 cm^3 , w_B : 枝乾重量 kg,

w_L : 葉乾重量 kg, D : 胸高直径 cm, H : 樹高 m

(1), (2), (3)式では，林分による分離は認められず，調査4林分とも同一の近似式を満足した。しかし(3)式では大きなバラツキがみられた。 $D^2 \cdot H$ に対する葉の関係は，林分ごとにそれぞれの相対生長関係が得られた。

生枝下直径 (D_B : cm) と葉乾重量の関係は，

$$\log w_L = 1.05988 \log D_B^2 - 1.81276 \dots \dots \dots (8)$$

のようになり，比較的立木密度が似ていた3林分では同一の近似式をほぼ満足した。

ミズメを主とした落葉広葉樹林の現存量は、ha あたり幹乾重量 17~38 ton, 幹材積 34~73 m³, 枝乾重量 4.1~8.5 ton, 葉乾重量 2.2~4.1 ton と推定された。さらに、葉面積は 4.1~5.8 ha/ha となった。

1年間の幹生長量は、調査林分のなかで最も良く生長したところで、8.7 ton/ha・year で、多くは3~5 ton/ha・year であった。

1年間のリター量は ha あたり 4.1 ton で、その内訳は、ミズメ葉 2.23 ton, その他の落葉広葉樹葉 1.25 ton, ミズメの枝 0.33 ton, 他の広葉樹の枝 0.15 ton, 虫糞 32.57 kg, 虫体 2.91 kg, その他 71.21 kg であった。

虫糞量より食葉性昆虫類に摂食された葉量を推定すると約 60 kg/ha となり、全葉量の2%弱に相当する。

地上部の植物体の養分量は、ha あたり、N は 158~241 kg, P₂O₅ は 97~160 kg, K₂O は 57~88 kg, CaO は 146~230 kg, MgO は 26~40 kg と推定され、N は葉に、P₂O₅, CaO, MgO は幹に多く含まれていた。

リターに含まれる養分量は、ha あたり、N は 127 kg, P₂O₅ は 28 kg, K₂O は 37 kg, CaO は 145 kg, MgO は 29 kg と推定されたが、その90%以上が落葉に含まれていた。

ま え が き

京都大学和歌山演習林は面積 854 ha のうち、大部分を占めていたモミ、ツガを主林木とする天然林、モミ、ツガを含む広葉樹天然林は伐採利用され、約半分が、スギ、ヒノキに改植されている。しかし、一部の区域では、伐採搬出後手を加えられることなく、未造林地として放置され、広葉樹類が混ざり合って更新しているところが小面積ではあるが、わずかに残されている。

第3報まではモミ、ツガの天然林の生産力を調査してきたが、本報告は10数年前に伐採された未造林地の一部に、落葉広葉樹に混じって更新しているミズメについて、地上部現存量などを調査した結果をとりまとめたものである。しかし、ミズメの純林分として調査し得る林分はほとんどなく、ヤマザクラ、タラノキ、アサノハカエデ、リョウブ、シデ類などが混ざっていたので、限られた小面積でしか調査できず、また、ミズメ以外の落葉広葉樹類の調査はほとんど行っていない。

本調査に御協力いただいた和歌山演習林の職員各位および資料を分析していただいた演習林分析センターの各位に深謝致します。

調査地の概況

調査地は和歌山演習林内3林班の標高 850~1000m の傾斜 28~35° の北北西に向いた斜面で、過去に伐採利用されたため大径木は1本も存在していない。すなわち、この付近の天然林は1961~1962年に伐採され、当時の毎木調査記録によると、面積 56 ha, モミ、ツガ、マツ類、カヤなどの針葉樹類 6680本, 3640 m³, ナラ類、キハダ、クリ、ブナ、カエデ類、サクラ類、ケヤキ、クルミ類、ミズメ、トチノキ、ホオノキなどの広葉樹類 10300 本, 7070 m³ で、ha あたりの平均蓄積量 190 m³ の広葉樹が優勢な針広混交の天然林であった。この天然林に、胸高直径 14~140 cm のミズメが 576本, 430 m³ 混ざり、本数で 3.4%, 材積で 4.0% を占めていた。

天然林の伐採後、伐跡地の大部分にはスギ、ヒノキが造林されたが、林道から遠く、作業が困難な標高 800~1000m の一部区域は未造林地のまま残され、跡地に、ミズメ、ヤマザクラ、エゴ

ノキ、タラノキ、アサノハカエデ、リョウブ、シデ類、ヒメシャラ、ミズキ、ホオノキ、クルミ類、スルデ、アオハダなどの広葉樹類が更新し、モミ、ツガの小径木はほとんどみられない落葉広葉樹林となっている。これらの樹種のなかでは、ミズメ、エゴノキ、ヤマザクラ、リョウブが比較的多くみられ、樹高は標高の高いところで4～6 m、低いところで6～8 mになっていた。下木として、ヤハズアジサイ、キイチゴ、ガマズミ、ムラサキシキブ、ミカエリソウなどが、さらにイワガラミ、マツブサ、ツルアジサイなどのツル類が生育していた。本調査地は、標高 850～1000mの区域で、とくにミズメが多く更新しているところを選んだ。

調 査 方 法

対象区域より、面積は小さいがミズメがとくに多く更新しているところを標準地として8カ所選んで、樹高が胸高を越えている樹木について、胸高直径、樹高、生枝下直径、生枝下高の毎木調査を行ない、このうち4カ所の標準地では、標準地内の全個体を地際で伐倒し、地上部の諸量を測定した。すなわち、地上部の樹体各部一幹、枝、葉の生重量を求め、これらを乾重量に換算するための資料、樹幹解析用の円板を採取した。さらに下木類、ツル類の重さをも測定した。これらの調査は、1974年9月9、10日および1975年9月9～11日に行なった。また、1976年4月22日には、リター量調査のための標準地を設定し、一辺が50 cmの正方形のリター採集用トラップ5個を地上70 cm高に設置し1976年12月13日までリターを集めた。この標準地は標高約850 mで、1976年の開葉は4月下旬で、トラップの設置はその時期にあわせ、12月13日にはすべての葉が落ちていた。リターは9月までは1カ月間隔で、落葉が多くなる10月以後は15日間隔で集め、落葉、落枝はミズメとその他の広葉樹類に分け、食葉性昆虫の糞、昆虫体、その他に選別した。

さらに、伐倒調査したミズメの幹、枝、葉およびリタートラップに集められたミズメおよびその他の広葉樹類の落葉、落枝について、養分量を調査した。分析はNについてはケルダール改良法、Pについてはモリブデンブルー還元法、Kは炎光光度計法、Ca および Mg は原子吸光分析法によって行なった。

調査結果および考察

伐倒木の樹齢は1975年で11～14年で、天然林の伐採とともにミズメその他の広葉樹類が更新したことがわかる。

標準地の毎木調査の結果を表-1に示す。

標準地は、ミズメだけが胸高以上に生育しているところか、または比較的多いところを選んだので、調査区域全体としてみれば、ミズメ以外の広葉樹類が表-1にみられるよりも多く更新している。A～C標準地の標高は950～1000m、D～F標準地は約900m、G～I標準地は約850mであった。標高の高いところでは、胸高直径、樹高ともに小さく、上層林冠は、上部では4～6 m、下部では6～8 mに生長していた。

ミズメ以外で上層林冠にまで生長していたものは、エゴノキ、ヤマザクラ、ブナ、タラノキ、スルデ、アサノハカエデ、リョウブ、クマシデ、アカシデ、オニグルミ、サワグルミ、アオハダ、ミズキ、ホオノキ、カナクギノキ、ヒメシャラなどで、下層にクロモジ、サワフタギ、カマツカ、オクイボタ、ムラサキシキブ、コハウチワカエデ、コミネカエデ、コアジサイ、ヤマアジサイ、ヤハズアジサイ、コンテリギ、ウスギヨウラク、キイチゴ、オオカメノキ、ゴンゼツ、ミカエリソウなど、他にイワガラミ、ツルアジサイ、マツブサなどのツル類がみられた。

Table 1. Results of diameter measurement of young *Betula grossa* stands.

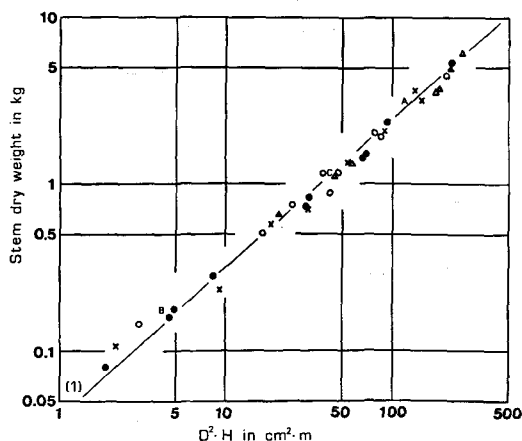
Plot	area (m×m)	Mean DBH (cm)	Mean height (m)	DBH (cm)								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	2×2	2.8	4.4	1	1	4	2					
B	2×5	2.2 (1.4)	4.2 (3.0)	7 (5)	4 (2)	5 (1)	2	1				
B'	2×5	2.5 (1.7)	4.3 (3.2)	5 (4)	5 (1)	6 (1)	2		1			
C	2×3	2.7 (2.3)	4.5 (3.2)	3 (1)	1	4 (1)	1		1			
D	2×2	2.9 (4.4)	5.2 (5.9)	2	2	3	1 (1)					
E	2×6	2.2 (2.4)	4.2 (4.0)	6 (1)	5 (5)	8 (2)	1	(1)	1			
F	2×4	2.3 (1.5)	4.5 (3.3)	3(15)	3 (4)	6 (1)	1	(1)				
G	2×4	3.9	5.9	1	1	2		2	1	1		
H	4×6	3.5 (4.2)	5.4 (5.7)	2	8	5	1 (2)	3 (2)	4	2		
I	6×12.4	4.5 (4.0)	6.3 (5.6)	6	1 (2)	6 (7)	7 (5)	8 (3)	5 (1)	5 (3)	3	
I'	6×12.4	4.6 (4.2)	6.5 (5.8)	6	1 (2)	5 (6)	7 (5)	8 (4)	5	5 (4)	3	1

(): deciduous broad leaved trees except *Betula grossa*

Measurements of Plot A, B, D and E were carried out in Sep., 1974, Plot B', C, F, G and H in Sep., 1975, Plot I in Apr., 1976 and Plot I' in Dec., 1976.

1. 林分現存量の推定

林分現存量を推定するには、伐倒調査された各資料木の直径または直径と樹高に対する諸量との相対生長関係より求める方法と、断面積配分法によって求める方法が用いられ、両者の推定値には大きな差が生じないのが常である。

Fig. 1. Relation between stem dry weight (w_s) and $D^2 \cdot H$ per a tree. D and H represent the DBH and tree height.

$$\log w_s = 0.89531 \log D^2 \cdot H - 1.40293 \dots (1)$$

○: *Betula grossa* in A plot

●: " in C plot

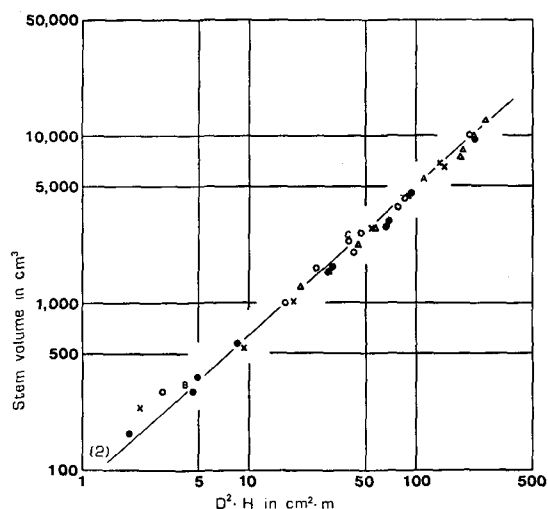
×: " in D plot

△: " in G plot

A: *Prunus jamasakura* Sieb. var.*spontanea* MakinoB: *Stewartia monadelpha* Sieb. et Zucc.C: *Aralia elata* Seem.

These marks apply in Fig. 2, 3, 4, 5 and 6.

9 標準地のうち A, C, D, G の 4 標準地では標準地内のすべての植物の地上部を測定したために、その総量が現存量となるが、その他の標準地は毎木調査だけであるから、隣接した標

Fig. 2. Relation between stem volume (V) and $D^2 \cdot H$ per a tree.

$$\log V = 0.88826 \log D^2 \cdot H + 1.91467 \dots (2)$$

準地での伐倒調査木より上記のいずれかの方法によって推定しなければならない。本報告では、調査木の胸高直径と樹高 ($D^2 \cdot H$) と諸量の相対生長関係を用いて林分現存量を推定した。

$D^2 \cdot H$ ($\text{cm}^2 \cdot \text{m}$) と幹重量 (w_s : kg), 幹材積 (V : cm^3) との相対生長関係を求めると, 図-1, 図-2 のようになり, それぞれつぎのように近似される。

$$\log w_s = 0.89531 \log D^2 \cdot H - 1.40293 \quad \dots\dots(1)$$

$$\log V = 0.88826 \log D^2 \cdot H + 1.91467 \quad \dots\dots(2)$$

$D^2 \cdot H$ がとくに小さい個体では, 近似線よりやや上方にバラツいたが, 4 標準地の供試木とも, 同じ相対生長関係を満足した。このように $D^2 \cdot H$ と幹量 (重量, 体積) との相対生長関係は, 同一樹種ではほとんど林分分離がみられないことは, 和歌山演習林におけるモミ, ツガをはじめ, これまでの多くの調査結果で認められている。

ミズメ以外の広葉樹では, ヤマザクラ (*Prunus jamasakura*), タラノキ (*Aralia elata*), ヒメシャラ (*Stewartia monadelphica*) 各 1 本しか調査していないが, 本調査の限りでは, ミズメの相対生長関係をほぼ満足している。本調査地のように高密度でほぼ一斉に更新し, 幹が細長に生育している若い林分では, 幹の形にまだ樹種の特性があ

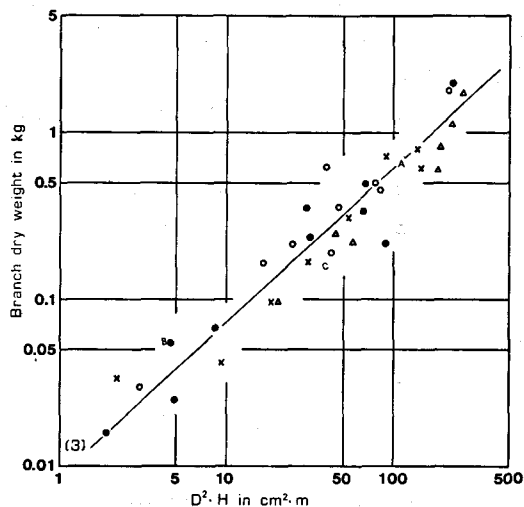


Fig. 3. Relation between branch dry weight (w_B) and $D^2 \cdot H$ per a tree.

$$\log w_B = 0.92448 \log D^2 \cdot H - 2.06527 \quad \dots\dots(3)$$

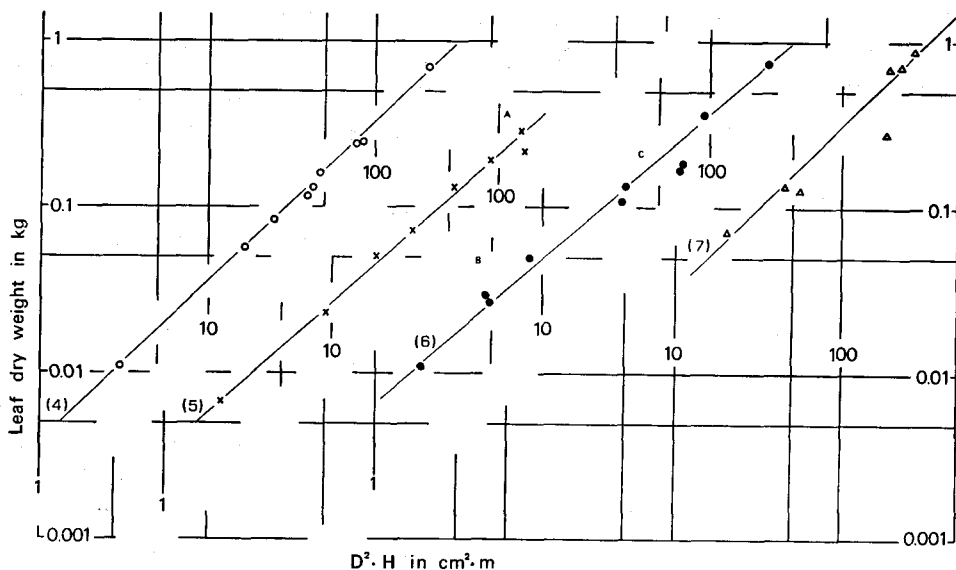


Fig. 4. Relations between leaf dry weight (w_L) and $D^2 \cdot H$ per a tree.

$$\log w_L = 0.96357 \log D^2 \cdot H - 2.41758 \text{ (A plot)} \quad \dots\dots(4)$$

$$\log w_L = 0.89782 \log D^2 \cdot H - 2.48048 \text{ (D plot)} \quad \dots\dots(5)$$

$$\log w_L = 0.87103 \log D^2 \cdot H - 2.18114 \text{ (C plot)} \quad \dots\dots(6)$$

$$\log w_L = 0.99024 \log D^2 \cdot H - 2.48173 \text{ (G plot)} \quad \dots\dots(7)$$

らわれてはいないのであろう。

$D^2 \cdot H$ と枝重量 (w_B : kg) との相対生長関係は図-3 のようになり、相当に大きなバラツキとなった。近似線を求めると、

$$\log w_B = 0.92448 \log D^2 \cdot H - 2.06527 \dots \dots \dots (3)$$

のようになる。 $D^2 \cdot H$ と枝量との関係は、一般に、比較的バラツキがみられる場合が多いが、本調査の場合にはとくにそれが大きいようである。

$D^2 \cdot H$ と葉量 (w_L : kg) との相対生長関係は図-4 のようになり、同一の林分でもバラツキがみられる。さらに、調査林分によって、その相対生長関係に差があらわれ、それぞれの近似式はつぎのようになる。

$$\log w_L = 0.96357 \log D^2 \cdot H - 2.41758 \quad (\text{A 標準地}) \dots \dots \dots (4)$$

$$\log w_L = 0.89782 \log D^2 \cdot H - 2.48048 \quad (\text{D 標準地}) \dots \dots \dots (5)$$

$$\log w_L = 0.87103 \log D^2 \cdot H - 2.18114 \quad (\text{C 標準地}) \dots \dots \dots (6)$$

$$\log w_L = 0.99024 \log D^2 \cdot H - 2.48173 \quad (\text{G 標準地}) \dots \dots \dots (7)$$

葉量は生枝下直径 (D_B) との関係がよく適合するといわれているが、本調査においても図-5 のように比較的良好に適合し、とくに A, C, D の3標準地の調査木では、ほぼ同一の関係で近似されることがわかった。この近似式は

$$\log w_L = 1.05988 \log D_B^2 - 1.81276 \dots \dots \dots (8)$$

のようになる。しかし、G標準地での調査木は(8)式の関係より離れ、いずれも他の標準地の調査木より相対的に多くの葉をもっていた。A, C, D の3標準地の立木密度が ha あたり 20000 ~ 23000 本であったのに対して、G標準地は 10000 本であったことが影響しているのかもわからないが、同標準地内でもバラツキが大きく、この原因については不明である。

ミズメ以外の落葉広葉樹は、ヤマザクラ、ヒメシャラ、タラノキの3樹種しか調査していないので、ミズメと樹種による差がそれぞれみられるかどうかは不明であるが、これまでに説明した各相対生長関係で、(1)および(2)式では比較的良好に適合し、(3)式でもミズメの個体のバラツキの中に含まれている。さらに(8)式もバラツキに含まれていると考えてよいであろう。 $D^2 \cdot H$ と葉量との関係では、C標準地で調査したヒメシャラ、タラノキは、前者は(6)式による近似線より大きく上方に離れているが、後者はミズメにみられるバラツキの中と考えてもよいであろう。D標準地の

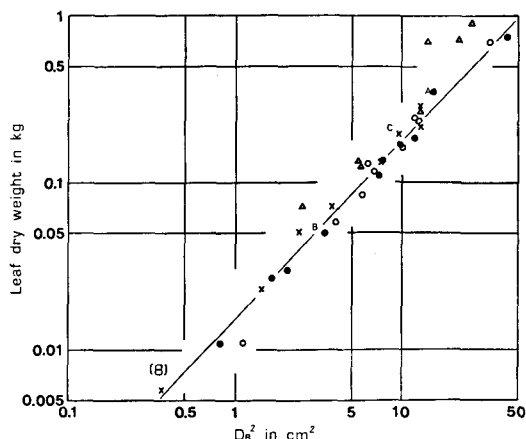


Fig. 5. Relation between leaf dry weight (w_L) and diameter under the lowest living branch (D_B) per a tree.

$$\log w_L = 1.05988 \log D_B^2 - 1.81276 \dots (8)$$

のヤマザクラは、(5)式の近似線よりやや上方にバラツいている。

以上のような相対生長関係を用いて、毎木調査結果より、各標準地の林分現存量を推定すると表-2 のようになる。比較的ミズメが多く生育しているところを標準地として調査したが、表-1 でみられたように、相当数のミズメ以外の落葉広葉樹が存在している。これらの各樹種については、とくに調査はしていない。前述のように、わずかにヤマザクラ、ヒメシャラ、タラノキの3樹種1本ずつの例しかない。3樹種では、ミズメに関する相対生長関係をほぼ満足している場合もみられるが、 $D^2 \cdot H \sim w_L$ の関係のような例もある。しかし、ここでは推

Table 2. Biomass of upper-ground parts in young *Betula grossa* stands per hectare.

Plot	Tree number	Total basal area (m ²)	Stem dry weight (ton)	Stem volume (m ³)	Branch dry weight (ton)	Leaf dry weight (ton)	Undergrowth & liana	
							Stem, Branch (ton)	Leaf (ton)
A	20000	13.85	21.61	44.27	6.30	2.60	1.35	0.26
B (*)	19000	9.59	14.59	29.40	3.60	1.88	—	—
	8000	1.71	2.26	4.60	0.54	0.27		
B' (*)	19000	11.66	19.98	39.00	5.56	2.93	—	—
	6000	1.80	2.60	5.20	0.48	0.45		
C (*)	16670	12.28	21.47	40.48	6.31	3.04	2.79	0.99
	3330	1.70	2.45	4.83	0.36	0.45		
D (*)	20000	15.45	29.71	58.91	6.89	2.47	3.29	0.42
	2500	3.80	7.95	13.85	1.64	0.93		
E (*)	17500	9.91	16.32	32.91	4.02	1.38	—	—
	7500	3.98	6.10	12.35	1.49	0.51		
F (*)	16250	8.09	14.71	29.73	3.59	2.23	—	—
	26250	6.70	10.34	20.95	2.49	1.58		
G	10000	14.00	26.87	54.78	5.99	3.65	3.30	1.39
H (*)	10420	12.73	24.38	49.19	5.89	3.22	—	—
	1670	2.35	4.21	8.46	1.05	0.50		
I (*)	5510	10.36	21.76	43.49	5.57	3.08	—	—
	2820	4.08	7.46	14.57	1.88	1.00		
I' (*)	5510	11.11	25.36	47.85	6.15	—	—	—
	2820	4.51	8.52	17.07	2.15	—		

(*) : deciduous broad leaved trees except *Betula grossa*

定値の誤差を承知で、ミズメ以外の樹種の現存量をも(1)～(8)式の相対生長関係式を用いて推定し、表-2に示した。

天然林伐採跡地に更新して10数年後のミズメが多い高密度の落葉広葉樹林分で、すでに胸高断面積合計で12～19 m²/haに達し、幹乾重量17～38 ton/ha、幹材積34～73 m³/ha、枝乾重量4.1～8.5 ton/haで、蓄積量は相当に多いことがわかった。推定された葉量は2.2～4.1 ton/ha、平均で3.2 ton/haとなった。他の*Betula*林分の葉量と比較すると、これまでの測定値の多くは3 ton/ha以下のものが多かったのに比べてやや多い葉量となった。しかし、閉鎖した落葉広葉樹林の葉量としては一般的な値となった。I標準地の4.1 ton/haと推定された葉量は、後述の1976年の同標準地における年間の落葉量(3.5 ton/ha)と比べるとすこし多く、この推定値はすこし過大かも知れない。

葉面積はA標準地で4.1 ha/ha、C標準地で5.5 ha/ha、D標準地で5.3 ha/ha、G標準地で5.8 ha/haとなった。これらの値は*Betula platyphylla* v. *Japonica* (シラカンバ)¹³⁾よりは大きく、*Betula ermani*¹³⁾と似た値となり、他の落葉広葉樹類と比べて、今までに測定された値の範囲にある。

養分分析の結果より、伐倒調査の4標準地の地上部の養分量を求めると表-3のようになる。Nは葉に最も多く含まれ33～44%を占め、K₂Oは幹と葉に同じ程度(30～45%)含まれ、P₂O₅

Table 3. Nutrient contents of upper-ground parts in young *Betula grossa* stands per hectare.

Plot		N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)	CaO (kg)	MgO (kg)
A	Stem	49.7	60.5	20.5	57.3	10.8
	Branch	40.3	20.5	13.2	44.1	6.3
	Leaf	53.8	10.9	18.7	32.2	6.6
	Total	143.8	91.9	52.4	133.6	23.7
	Undergrowth & liana	(14.0)	(5.5)	(4.7)	(12.7)	(2.0)
C	Stem	49.4	67.0	22.7	63.4	12.0
	Branch	42.7	21.7	14.0	46.7	6.7
	Leaf	72.2	14.7	25.1	43.3	8.9
	Total	164.3	103.4	61.8	153.4	27.6
	Undergrowth & liana	(38.4)	(13.3)	(13.0)	(31.8)	(5.3)
D	Stem	86.6	105.4	35.8	99.8	18.8
	Branch	54.6	27.7	17.9	59.7	8.5
	Leaf	70.4	14.3	24.5	42.2	8.7
	Total	211.6	147.4	78.2	201.7	36.0
	Undergrowth & liana	(29.8)	(12.5)	(9.9)	(28.2)	(4.4)
G	Stem	61.8	75.2	25.5	71.2	13.4
	Branch	38.3	19.5	12.6	41.9	6.0
	Leaf	75.6	15.3	26.3	45.3	9.3
	Total	175.7	110.0	64.4	158.4	28.7
	Undergrowth & liana	(49.9)	(16.5)	(16.9)	(40.3)	(6.8)

はその65~72%が、CaOおよびMgOでは40~50%が幹に含まれている。なお表-3の幹、枝、葉の合計の地上部養分量には、樹高が胸高以下の樹木およびツル類が含まれていないので、地上部の養分現存量にはこれらの量を加えねばならない。しかし、それらの資料については分析していないので、仮に、ミズメの分析値を用いて計算すると、表-3の()の値となる。

2. 生長量の推定

樹幹解析による年間の皮なし幹材積生長量より幹乾重量生長量を計算し、最近1年間の幹乾重量生長量(Δw_s :kg)と葉量(w_L :kg)との関係を求めると図-6のようになる。1974年に調査したAおよびD標準地と1975年に調査したCおよびG標準地で

$$\Delta w_s = 2.4 w_L \text{ (A, D 標準地) } \cdots \cdots (9)$$

$$\Delta w_s = 0.9 w_L \text{ (C, G 標準地) } \cdots \cdots (10)$$

のように明らかな差がみられる。すなわち、1974年には1kgの葉は平均して2.4kgの、1975年には0.9kgの幹を生産したことになる。この両年の差が何に原因しているかわからないが、落葉広葉樹として1974年には非常に良い能率で、1975年には最悪の能率で、葉は生産にたずさわっていたことになる。なお、シラカンバの調査では、1974年の値よりも大きな値が得られている。

1970年以後のhaあたりの連年幹乾重量生長量を示すと図-7のようになる。最も生長が良いのがD標準地で、1970年の幹生長量が4.3ton/ha、以後毎年生長量は増大し、1974年には年間に8.7ton/haも生長している。A標準地もD標準地と同じ傾向で生長しているが、生長量はその約60%である。CおよびG標準地の生長経過は、A、D標準地とすこし違っている。1972年までは

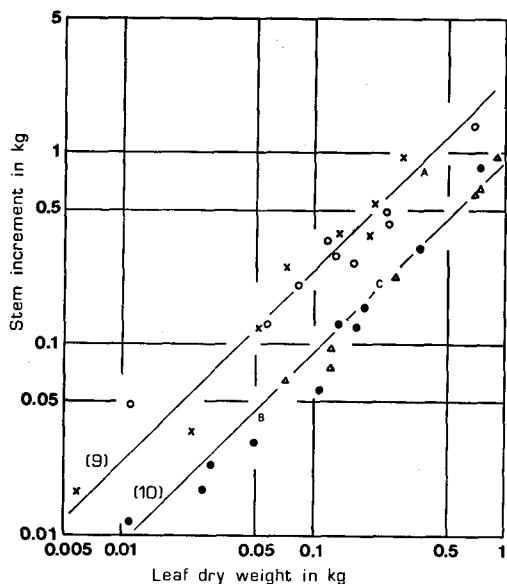


Fig. 6. Relations between stem dry weight increment in recent a year (Δw_s) and leaf dry weight (w_l) per a tree.

$\Delta w_s = 2.4 w_l$ (A and D plot)(9)
 $\Delta w_s = 0.9 w_l$ (C and G plot)(10)

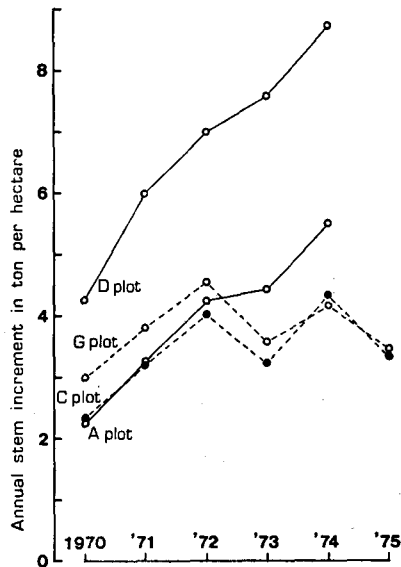


Fig. 7. Annual stem increment in dry weight per hectare in four plots.

同じような傾向で生長量が増大しているが、1973年の生長量が悪く、前年の生長量よりすくなくなっている。さらに、1975年の生長量も前年よりすくなくなっている。この生長量は現在生存している個体について、過去の生長をたどったものであり、もしこれまでに枯損がおこっていれば、その個体が生きていた時には、その生長量を加えなければならず、図-7に示された値よりは大きな値となったであろう。AおよびC標準地では、調査時に1個体ずつミズメが立枯れていた。

3. リ タ ー 量

1976年の開葉時から落葉終了までの期間について、I標準地にトラップを設置してリター量を調査した。ミズメおよびその他の広葉樹類の枝、葉、食葉性昆虫類の糞、虫体、その他に分けた結果、haあたり乾重量で、ミズメ葉 2.23 ton, その他の落葉広葉樹葉 1.25 ton, ミズメの枝 0.33 ton, 他の枝 0.15 ton, 食葉性昆虫類の糞 32.57 kg, 虫体 2.91 kg, その他 71.21 kg で、集められた総量は 4.1 ton となった。このうち、落葉量、食葉性昆虫の糞量はこの期間で1年間の総量を回収したことになるが、その他のリターは回収期間が5月から12月までのために、年間のリター量とは考えられない。各リターの1ヵ月ごとの季節変化を示すと図-8のようになる。

落葉の季節変化は、京都で調査したコナラ林では、11~12月に年間の90%近くを落葉させる顕著な逆L型を示したが、本調査のミズメ林ではそれほどではなく、夏期においてもある程度の落葉がみられ、コナラ林の11~12月に相当すると思われる10月以後の落葉量は年落葉量の60%で、ミズメ葉、その他の落葉広葉樹葉ともに同じような傾向を示している。

食葉性昆虫類の糞量のピークは8月にみられ、全体の約41%を占めている。年間総量の33 kg/ha¹⁵⁾は、和歌山演習林のモミ、ツガ林での65~107 kg/ha¹⁶⁾に比べて相当にすくなく、テーダマツ林での最少の調査例に相当し、食葉性昆虫類の年間の虫糞量としてはすくないところに位置する。

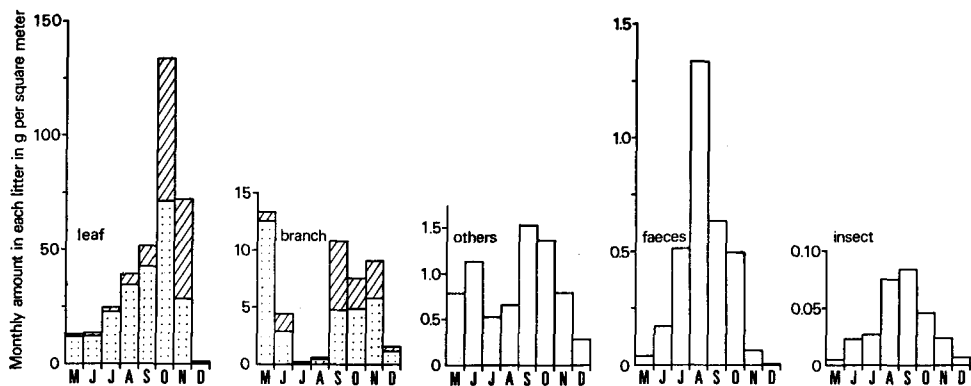


Fig. 8. Monthly variations in litter of broad leaf, branch, faeces, insect dead-body and the others in *Betula grossa* stand.

□ : Leaf and branch litter of *Betula grossa*

▨ : Litter of deciduous broad leaved trees except *Betula* litter

例になると思われる。

虫糞量からこれまでに明らかになっている雨による虫糞の重量減少¹⁶⁾と糞量との関係より、食害量を推定すると約 60 kg/ha となる。食葉性昆虫類に食害された葉は年間生産された葉量のわずかに 2% 弱で、食害量は非常にすくなく、調査した若い落葉広葉樹林（ミズメ林）は食葉性昆虫類による被害はなかったものと推察できる。

昆虫類の死体はほとんどバラバラになっており、回収間隔が長かったために、トラップに入ってから相当に消費されたものと考えられ、得られた値は過小値であろう。しかし、モミ、ツガ林で 1 カ月間隔で集められた虫体量に比べれば 3～6 倍も多く集められている。

ミズメ落葉の養分分析結果を図-9に示す。Nおよび CaO の含有率が大きく季節変動し、その他の養分はあまり大きな変化はみられない。すなわち、N では春の葉の展開し始めた時期での含有率が高く、夏～秋に急に低下し、反対に CaO では、夏以後秋期に落葉したものに含有率が

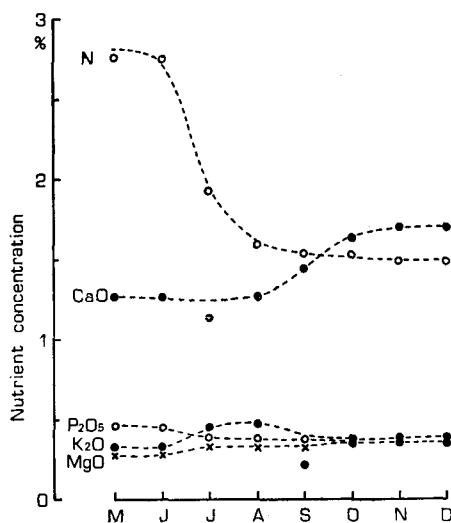


Fig. 9. Seasonally variations in each nutrient concentration of *Betula grossa* leaf-litter.

高くなっている。ミズメ以外の落葉広葉樹の落葉の養分含有率は P_2O_5 を除き、ミズメより高かったが、季節変動はミズメの傾向と似ている。

リターに含まれる養分量は表-4のようになった。しかし虫糞、虫体、その他については分析していないので、モミ、ツガ林での資料より推定した。落枝の年間量が測られていないので、正確な年間の供給量は推定できないが、本調査林分のような若齢林では、落葉の占める割合は相当に大きいものと思われる。

なお、リターがトラップに落下してから、雨によって溶脱される量はわからない。テダマツを食害したスジコガネの糞で、雨中にあったものではそうでなかったものと比べて、N では約 20% 含有率が低かったが、溶脱され易い K_2O では約 70% も減少していた例がある。リターに

Table 4. Nutrient contents of litter in young *Betula grossa* stand per hectare.

litter		N (kg)	P ₂ O ₅ (kg)	K ₂ O (kg)	CaO (kg)	MgO (kg)	Dry weight (ton)
Leaf	<i>Betula</i>	37.8	8.4	8.8	32.5	7.4	2.23
	others	20.4	4.2	8.9	34.2	6.5	1.25
	total	58.2	12.6	17.7	66.7	13.9	3.48
Branch	<i>Betula</i>	2.3	1.0	0.4	3.6	0.4	0.33
	others	1.2	0.5	0.5	2.0	0.2	0.15
	total	3.5	1.5	0.9	5.6	0.6	0.48
faeces & insect		0.6	0.1	0.1	0.4	0.1	0.04

よる養分供給量を考える場合、この溶脱量を無視することはできないものと思われる。

あ と が き

ミズメが多く更新している若い落葉広葉樹林で、主としてミズメについて地上部現存量を推定したが、ミズメ以外の落葉広葉樹について、大径木を含む天然林について資料を加える必要がある。また若いミズメ林が今後どのような生育をたどっていくかを調査することもこれからの課題の一つであろう。さらに本報告中で指摘したいろいろな未解決の問題について、新しい資料を求めて、和歌山演習林の天然林の生産力を明らかにしていきたい。

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) 岡本省吾：和歌山演習林植物誌，京大演報，**14**，1～220 (1941)
- 5) 吉良竜夫：相対生長，植物生態学Ⅱ，上巻（古今書院），265～272 (1960)
- 6) 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)
- 7) 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)
- 8) 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，京大演報，**10**，127～134 (1972)
- 9) ————・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，京大演報，**11**，69～77 (1976)
- 10) 菅 誠：人工一斉林の林分密度に関する生態学的研究 (1967)
- 11) 赤井龍男・上田晋之助・古野東洲・斉藤秀樹：テーダマツ壮令林の物質生産機構，京大演報，**43**，85～105 (1972)
- 12) ————・—————：スラッシュマツ幼令林の物質生産機構，京大演報，**41**，56～79 (1970)
- 13) TADAKI, Y. : Some Discussions on the Leaf Biomass of Forest Stand and Trees, Bull. Gov. Forest Exp. Sta., Tokyo, **184**，135～161 (1966)
- 14) 只木良也・四手井綱英・酒瀬川武五郎・荻野和彦：森林の生産構造に関する研究（Ⅱ）シラカンバ幼令林における現存量の推定と生産力についての若干の解析，日林誌，**43**，19～26 (1961)
- 15) 古野東洲・斉藤秀樹：未発表
- 16) ————：テーダマツ林の食葉性昆虫による被食量について，京大演報，**44**，20～37 (1972)
- 17) ————・大村寿郎：マツ属食葉性昆虫，とくにマツカレハの摂食量と脱糞量の関係について，京大演報，**42**，27～36 (1971)
- 18) ————：マイマイガおよびクスサンの幼虫の摂食量について，日林誌，**46**，14～19 (1964)
- 19) ————・白猪吉郎：モンクロシャチホコおよびセグロシャチホコ幼虫の摂食量について，京大演報，**41**，26～40 (1970)

20) 古野東洲 : 森の中の昆虫, 森—そのしくみとはたらき (共立出版), 98~114 (1974)

21) ——— : 未発表

Résumé

This report deals with some investigations on forest production of young deciduous broad leaved trees regenerated on felling area in Kyoto University forest in WAKAYAMA (Lat. 30°04'N, Long. 135°30'E, Alt. 500~1,200m). The investigations were carried out in forests dominated by Japanese cherry birch (*Betula grossa*) existed in compartment-3 (Alt. 850~1,000m) of WAKAYAMA's forest in September, 1974 and 1975.

The diameter measurement of all the trees in nine plots were carried out (Table 1). All the trees in four plots (A, C, D and G) were felled at the base, and the fresh weight of stem, branches and foliage of each tree were separately weighed. The materials for stem analysis and for determination of dry-fresh weight ratio were sampled.

During eight months from May to December in 1976, five traps (50cm×50cm) were set up seventy centimeter above the ground in plot-I stand and litter fall was collected monthly. These traps made of Tetoron-cloth of fine mesh were made in the shape of a funnel.

The litter was divided into the following seven fractions by hand sorting :

Leaves of *Betula grossa*

Leaves of deciduous broad leaved trees except *Betula* leaves

Branches of *Betula grossa*

Branches of deciduous broad leaved trees except *Betula* branches

Faeces of herbivorous insects

Dead bodies of insects

Others

Each fraction was oven-dried and weighed in the laboratory.

1. Each allometric relation of stem dry weight (w_s , kg), stem volume (V , cm³), branch dry weight (w_b , kg) and leaf dry weight (w_L , kg) to $D^2 \cdot H$ (cm²·m) per a tree was shown as Fig. 1, 2, 3 and 4. Therefore, D and H represent the DBH and tree height.

2. The biomass of deciduous broad leaved stands per hectare was estimated 17~38 ton in stem dry weight, 34~73 m³ in stem volume, 4.1~8.5 ton in branch dry weight and 2.2~4.1 ton in leaf dry weight (Table 2), and leaf area was 4.1~5.8 ha/ha. Foliage biomass was within the range of that in deciduous broad leaved stands.

3. The maximum of current annual stem increment was estimated 3.3~8.7 ton/ha·year (Fig. 7).

4. The dry weight of litter fall was calculated 4.1 ton/ha from May to December, 1976. There were 2.23 ton as *Betula* leaf-litter, 1.25 ton as deciduous broad leaves, 0.33 ton as *Betula* branches, 0.15 ton as other branches, 32.57 kg as faeces of herbivorous insects, 2.91 kg as dead insects and 71.21 kg as the others per hectare (Fig. 8).

5. The primary consumption by herbivorous insects in foliage was estimated about 60 kg/ha in dry weight from May to December and that was less than 2% of leaves produced for one year.

6. The nutrient contents of upper-ground parts in young *Betula grossa* stands were in the range of 158~241 kg as N, 97~160 kg as P₂O₅, 57~88 kg as K₂O, 146~230 kg as CaO and 26~40 kg as MgO per hectare (Table 3).

7. The leaf-litter of *Betula grossa* had high concentration in N and CaO, and low concentration in P₂O₅, K₂O and MgO (Fig. 9).

8. The nutrient contents of litter-fall were about 124 kg as N, 28 kg as P₂O₅, 37 kg as K₂O, 145 kg as CaO and 29 kg MgO per hectare, and the nutrient contents of leaf-litter were more than 90% of the total (Table 4).