

香川県小豆島の壮齢ウバメガシ林の物質生産

多田美代**・齋藤秀樹***・大久保政利*・糟谷信彦

Dry-matter production of a middle-aged *Quercus phillyraeoides* stand at Shodoshima Island, Kagawa Prefecture

MIYO TADA**, HIDEKI SAITO***, MASATOSHI OHKUBO* and NOBUHIKO KASUYA

Synopsis: We quantified dry matter production in a 50-year-old pure stand of *Quercus phillyraeoides* by destructively sampling the aboveground components of six trees and using the data to develop relationships between DBH² and various tree components. Aboveground biomass and production rates were estimated for the stand using these relationships and DBH data from a larger sample of living trees. The production rates (i.e., growth rates in dry weight) of stem and branches were obtained from the bulk density and volume increases over time measured by stem analysis. The aboveground biomass was relatively low at 250 t/ha, because tree height was only 9.5 m on average. However, the aboveground biomass density (dry weight divided by the 3-D space occupied by the stand) was quite high at 2.6 kg/m³. Using values and relationships from other reports that we have published, we summed production rates of the various tree components and determined the aboveground net production rate at 33.6 t/ha/yr, one of the highest values ever recorded for the generally productive lucidophyllous forests of Japan. Eighty-five percent of the leaf biomass was concentrated in the upper 2 m of the canopy layer. The high productivity of this typical single-stratum *Q. phillyraeoides* forest shows that these forests have an important role in carbon storage.

要旨: 香川県小豆島の50年生ウバメガシ低木林の物質生産量について調査した。試料木6本を伐倒し、層別刈取りを行った。林分の現存量や重量成長量は相対成長関係式を用いて推定した。地上部現存量(幹枝239 t/ha, 葉10.7 t/ha)は樹高(9.5 m)が低いために多くはなかった。しかし林分が占有する空間当たりの地上部現存量密度(2.6 kg/m³)は大きかった。積上げ法で推定した純生産量は33.6 t/ha/yrであり、照葉樹林の中で最大クラスに入った。葉の垂直分布は広葉草本型で、上部2 m層に葉現存量の85%が集中分布していた。典型的な単層林型のウバメガシ林が高い純生産量をもつことは、炭素貯留の側面からも注目される。

(Accepted September 19, 2006)

京都府立大学農学部森林生態学研究室

Laboratory of Forest Ecology, Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Kyoto 606-8522, Japan.

*香川県環境森林部みどり整備課, 〒760-8570 高松市番町4-1-10

**現在, 〒769-0103 香川県綾歌郡国分寺町福家甲4159-4

***現在, 〒610-0121 城陽市寺田大畔10-11

はじめに

森林生態系における物質生産の研究は1960年代、70年代に盛んに行われ、その成果はJIBP Synthesis 16¹⁾などにとりまとめられている。これらの生産力調査の多くはほぼ同じ方法で調査し解析が行われてきた^{1,2)}。しかし、研究の対象は針葉樹、なかでも経済価値の高い造林樹種が多かった^{2~7など)}。わが国の暖温帯は本州南西部の丘陵帯と低地帯で大面積を占めるが、暖温帯の極相である照葉樹林を調査した例はそれほど多くはない^{8~13など)}。さらに照葉樹林帯の太平洋側の海岸植生をなすウバメガシ林については高知県大月町弦場山保護林での報告⁸⁾と鹿児島県大隈半島南部の若い林分¹³⁾だけしかみあたらない。しかも後者は、常緑広葉樹の相対成長関係式を用いて現存量を推定している。そこで今回、香川県小豆島の壮齢ウバメガシ林の物質生産力について調査した。

本報告では、約50年生のウバメガシ林を材料に、層別刈取り調査を行って地上部の現存量、純生産量、生産構造などを解析した。ここの純生産量には花粉、花、果実などのそれ¹⁴⁾を含んでいる。

調査に便宜を図ってくれた坂手財産区、香川県森林センター、現地調査のさいに協力してくれた京都府立大学農学部森林生態学講座の加藤達也と中川美紗子の両氏に対して深く感謝する。

調査地

調査林は香川県小豆郡内海町(現、小豆島町)坂手字太尾(北緯34度29.5分、東経134度18.2分)に所在する。この林分は坂手財産区の所有で、ここには香川県のウバメガシ整備展示林が設定されている。今回の調査は、この展示林東側の隣接部分で行った。

調査林分は坂手港に面した南向き斜面の上部、標高270 mに位置する。本調査林は比較的緩やかな斜面(平均33度)にあるが、土壌は浅く、基岩が露出した箇所もあった。地質は領家帯に属し、母岩は塩基性岩類の変輝緑岩である¹⁵⁾。

このウバメガシ林は以前、薪炭林として使われ、萌芽更新で成立した約50年生林分である。林冠はよく閉鎖したウバメガシの純林である。

内海気象観測所(北緯34度29.5分、東経134度18.2分;標高52 m)の平年値(1979~2000年)は年平均気温15.3°C、年降水量1,128.9 mmである¹⁶⁾。月別平年値から暖かさの示数WIと寒さの示数CIを計算するとそれぞれ123.8と0°C monthになる。調査林での気温を、この観測所との標高較差約200 mおよび気温低減率-0.55°C/100 mから換算すると平均気温14.2°C、WIとCIは113と-2°C monthになった。4月から9月までの降水量は783.2 mmであった¹⁶⁾。

調査方法

林分の現存量と純生産量を求めるため、標準地内の毎木調査および試料木の伐倒調査から、林分あたりの樹体各部量を計算した。現地調査は2002年9月8日~13日に行った。

1. 毎木調査

斜面上13×13 m(水平面積143 m²)の標準地を設定した。標準地内の胸高直径(DBHまたはD)が1 cm以上の全ての生きた立木について、樹種とDBHを調査した。DBHは、地上1.3 m高の幹周囲長を巻尺で測定して算出した。一部の小径木ではノギスを用いた。他に、斜面の方位と傾斜角度をクリノメータで測定した。

2. 層別刈取り調査

毎木調査の結果をもとに、全立木の直径をカバーするように、6本のウバメガシ試料木を選定した。これらの試料木を地際で伐倒し、地上高0.0 m, 0.3 m, 1.3 m, 2.3 mと以降1 mの幅で層分けして、各層の幹、枝、葉の生重量を測定した。乾物率を求めるため各部分から、幹400 g~2 kg, 枝200 g~1 kg, 葉30~250 gの試料を採取して実験室へ持ち帰り、90°Cで48時間以上乾燥させた後に乾重量を測定した。これらとは別に各試料木の各層から葉面積測定用の葉試料(30~50 g)を採取し、自動面積計(林電工AAM-7)を使って葉面積(片面)を測定した。樹幹解析用の幹円盤を各層から採取した。幹材積は層別に、皮付きおよび皮なしの材積、最近1年間と5年間の材積成長量を求めた。この他に樹高、生枝下高および最近1年間の伸長量、幹直径は地際、地上0.3 m高、DBH、樹高1割高でそれぞれ巻尺を用いて測定した。

3. 附着枯枝とリター層量

樹体につく枯枝量を、DBH²が標準地内立木の平均値にちかい2本について採取して生重量を測定した。林床に堆積したリター量を求めるためコドラート(1×1 m)を2個設け、そのなかのリターを採集し生重量を測定した。いずれも数100 gの試料を採取し、乾物率を求めた。なお、立枯れ木の調査は行わなかった。

4. 現存量推定

現存量は相対成長関係および毎木調査結果をもとに推定した¹⁷⁾。植物体の各部分量 y と x の間には次式が成り立つ。

$$y = A x^h \quad (1)$$

(ただし、A, hは係数)

さらに葉量の推定では次式も使った。

$$1/y = 1/(A x^h) + 1/B \quad (2)$$

(ただし、A, h, Bは係数)

Table 1. Numbers and sizes of trees comprising the study stand (DBH \geq 1 cm).

	<i>Q. phillyraeoides</i>	Evergreen*	Deciduous**	Stand (total)
No. of stems (Stems/ha)	9,371	350	1,049	10,770
No. of individuals (Trees/ha)	1,958	210	490	—
Mean DBH (cm)	7.5	3.3	3.0	7.0
Range of DBH (cm)	2.8 ~ 17.5	1.5 ~ 9.8	1.3 ~ 7.0	—
Basal Area (m ² /ha)	48.1	0.60	1.00	49.7
Ratio of basal area (%)	97	1.2	2.0	100

*: *Pasania glabra*, *Q. gilva*, *Ligustrum japonicum*, *Trachelospermum jasminoides* (climber).

** : *Fraxinus sieboldiana*, *Callicarpa japonica*, *Parthenocissus tricuspidata* (climber).

林分当たりの付着枯枝量は、試料木の枯枝乾重合計に、試料木と標準地内立木のDBH²合計の比をかけて推定した¹¹⁾。

5. 純生産量推定

純生産量は、期間 Δt ($= t_2 - t_1$) に生産されて時点 t_2 に現存する新部分量 y_{2N} に、新部分の枯死脱落量 ΔL_N および被食量 ΔG_N を加えて推定した。すなわち、

$$\Delta P_N = y_{2N} + \Delta L_N + \Delta G_N \quad (3)$$

この方法は新部分と旧部分間で物質の移動量が少ないばあいには有効で、1回伐倒の森林調査のとき使われる「方法2」¹⁸⁾である。なお、今回は幹枝葉の ΔL_N と ΔG_N の値は測定していないが、重量としてはごく小さいと考えてゼロにした。

幹と枝の y_{2N} にはそれぞれの重量成長量をあてた。

試料木の幹重量成長量 (ΔW_S) は、幹材積成長率である皮なし幹材積 (V_S') に対する最近1年間材積成長量 (ΔV_S) の割合に、幹乾重 (W_S) をかけて求めた。樹皮も材部と同じ成長率と仮定したわけである。枝重量成長量 (ΔW_B) は、各層の幹材積成長率をその層の枝乾重にかけて求め、試料木ごとに合計して求めた。広葉樹の生産力調査では、幹と枝の区別は直径が太くて最も長い主軸を幹としている。ウバメガシは多軸性で幹枝の区別がはっきりしないので、幹と枝の成長率も大差がないと考えてこの推定法を使った。

林分当たりの幹と枝の重量成長量は、現存量推定のばあいと同様の方法で求めた。

結 果

1. 調査林分

毎木調査の結果をTable 1にまとめた。種組成をみると、標準地内に出現する木本植物は8種であったが、ウバメガシが本数、胸高断面積ともにそのほとんどを占めるウバメガシの純林とよべる林であった。ウバメガシは標準地 (143 m²) 内の全幹数152本の87%を占めた。胸高断面積合計でみるとウバメガシの占める割合はさらに大きく、全体49.7 m²/haの97%であった。

ウバメガシのDBHの平均 \pm 標準偏差は7.5 \pm 3.0 cm、

その出現幅は2.8~17.5 cmにあり、多くの幹は4~11 cmの範囲にみられた。

ウバメガシ以外の常緑広葉樹はシリブカガシ、イチイガシ、ネズミモチの3種、幹5本、落葉広葉樹はマルバオダモ、ムラサキシキブの2種、15本がみられた。シリブカガシは1本しかないが、DBHは10 cmと比較的大きかった。DBHが1 cm以上のツル植物にはテイカカズラ3本とツタ2本がみられた。

株立ちの状態をみるため、1株あたり幹本数別の株の頻度分布をFig. 1に示した。幹が11、12本と多い株もみられるが、多くは8本までである。幹が1本の株が7株 (25%) みられた。

2. 現存量

試料木6本から相対成長関係式を求めた (Table 2)。関係式は、試料木の y と x の値を、対数変換せずに、式(1)または(2)に回帰させ、Kaleida Graph 3.5 (Synergy Software社) を使って両係数を求めた。

試料木の幹枝乾重 (W_{S+B}) とDBH² (D^2) の関係は、Fig. 2に示すように、直線によく回帰した ($r^2 = 0.960$)。 D^2H (DBH²と樹高の積) を使った $W_{S+B} - D^2H$ 関係では回帰はさらによくなった ($r^2 = 0.978$)。この傾向は幹乾重 (W_S)、枝乾重 (W_B) および葉乾重 (W_L) に関する回帰で認められた (Table 2)。しかし樹高測定は試料木でしか行わなかったうえ、 $H - D$ 関係の回帰は悪い ($r^2 =$

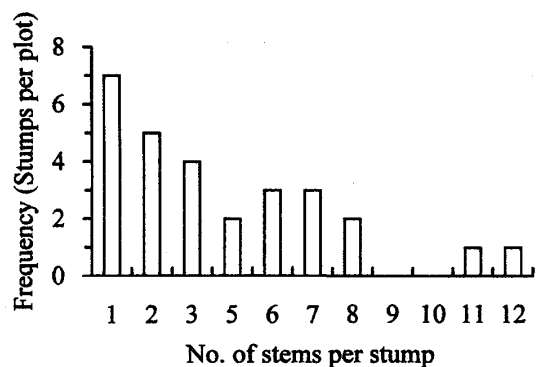


Fig. 1. Frequency distribution of stem number per stump (or individual) of *Q. phillyraeoides* (plot area: 143 m²).

Table 2 . Relationship between various static and dynamic tree measurement parameters. All relationships were calculated in the form $y = A x^h$.

y	x	h	A	r^2
W_{S+B}	D^2	1.043	0.2965	0.960
W_S	D^2	0.9255	0.4084	0.962
W_B	D^2	1.570	0.004959	0.919
W_L	D^2	1.134	0.008601	0.915
u	D^2	1.127	0.05121	0.935
V_S	D^2	0.8542	0.6130	0.962
W_{S+B}	D^2	1.035	0.03122	0.978
W_S	D^2H	0.9101	0.05888	0.981
W_B	D^2H	1.595	0.0001300	0.936
W_L	D^2H	1.129	0.0007314	0.951
ΔW_{S+B}	D^2	1.601	0.002696	0.966
ΔW_S	D^2	1.031	0.02081	0.895
ΔW_B	D^2	2.483	1.828×10^{-5}	0.983

D^2 : square of diameter at breast height (cm^2).
 D^2H : $(DBH)^2 \times$ (tree height) ($cm^2 m$).
 W_{S+B} : dry weight of stem and branches (kg per tree).
 W_S : dry weight of stem (kg per tree).
 W_L : dry weight of leaves (kg per tree).
 u : leaf area (m^2 per tree).
 V_S : stem volume with bark (dm^3 per tree).
 ΔW_{S+B} : weight growth rate of stem and branches (kg/yr per tree).
 ΔW_S : weight growth rate of stem (kg/yr per tree).
 ΔW_B : weight growth rate of branches (kg/yr per tree).

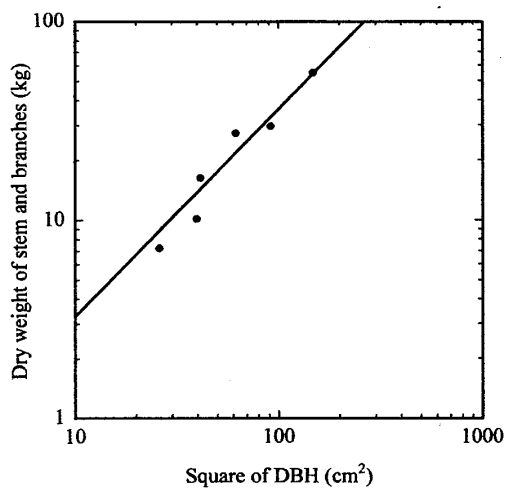


Fig. 2 Relationship between dry weight of stem and branches (W_{S+B}) and DBH^2 (D^2).
 $W_{S+B} = 0.2965 (D^2)^{1.043} (r^2 = 0.960)$

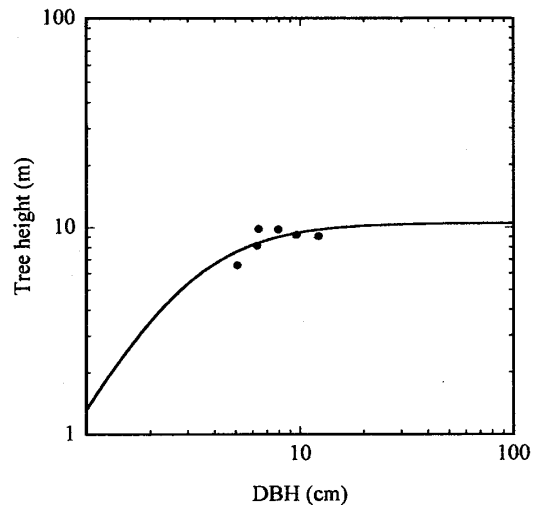


Fig. 3 . Relationship between tree height (H) and DBH (D).
 $1/H = 1 / (1.517 (D^2)^{1.8}) + 1/10.47 (r^2 = 0.428)$

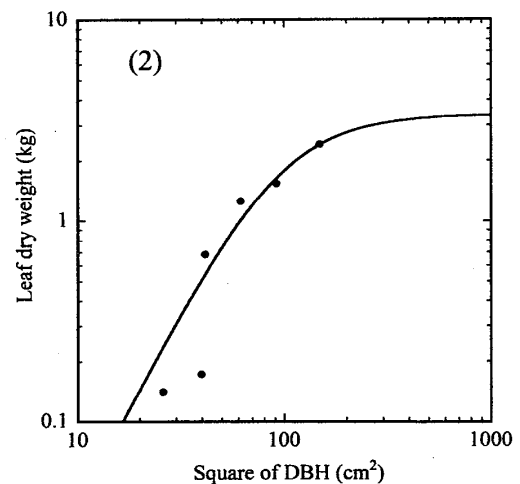
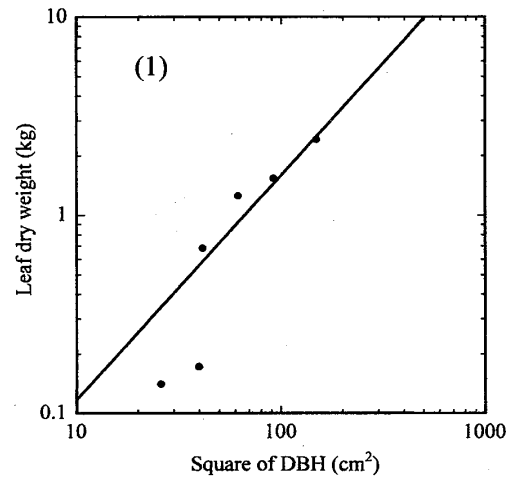


Fig. 4 . Relationship between leaf dry weight (W_L) and DBH^2 (D^2).
 (1) $W_L = 0.008601 (D^2)^{1.134} (r^2 = 0.915)$
 (2) $1/W_L = 1 / (0.0003773 (D^2)^2) + 1/3.378 (r^2 = 0.946)$

Table 3. Aboveground biomass and dry weight of dead branches on standing trees and of the litter horizon

	Biomass	%
Stem + branches (t/ha)	239	96
Stem (t/ha)	197	79
Branches (t/ha)	42.3	17
Leaves (t/ha)	10.7	4.3
Aboveground (t/ha)	250	100
Dead branches on trees (t/ha)	10.4	
Litter horizon (t/ha)	13.5	
LAI (ha/ha)	5.9	
Stem volume with bark (m ³ /ha)	215	

Biomass of the other tree species (ca. 3% by basal area) was calculated by using the relationships developed from the *Q. phillyraeoides* data in this study.

0.428)。式(2)を使う $H-D$ 関係では、 h を大きくすると回帰はよくなるがDBH 1 cmでの樹高が胸高より低く求まる。この矛盾を避けるとFig. 3に示す次式(4)が最も適当であったが回帰は悪い。

$$1/H = 1/(1.517 D^{1.8}) + 1/10.47$$

$$(r^2 = 0.428) \quad (4)$$

このような訳で樹高推定が必要になる D^2H との関係を使わず、現存量は D^2 に関する関係式を用いて推定した。Fig. 4.1のように W_L-D^2 関係は小径木で回帰が悪いから($r^2 = 0.915$)、次式(5)を求め(Fig. 4.2)、この式からも現存量を推定した。

$$1/W_L = 1/(0.0003773 (D^2)^{2.0}) + 1/3.378$$

$$(r^2 = 0.946) \quad (5)$$

葉面積 (u) も同様にした。

$$1/u = 1/(0.002180 (D^2)^{2.0}) + 1/19.44$$

$$(r^2 = 0.968) \quad (6)$$

なお、葉の厚さは樹冠部位で変わるので、各試料木について各層の葉面積を求め、それらを合計して u としている。

Table 3に林分の地上部現存量、葉面積指数LAI、幹材積および樹体に付着する枯枝とリター層の量を示した。幹枝の区別は便宜的なものなので、 $W_{S+B}-D^2$ 関係式から幹枝現存量を、 W_S-D^2 関係式から幹現存量を推定し、両者の差を枝現存量とした。この差は、 W_B-D^2 関係式から推定した枝現存量(42.4 t/ha)に比べ4%小さかった。

地上部の幹枝現存量すなわち材部現存量は239 t/haになった。幹は79%を占め、この割合は弦場山ウバメガシ林⁸⁾に一致した。また、多くのコジイ林^{8, 11, 12)}の値ともほぼ一致したが、水俣の照葉樹林の値(83%~86%)⁹⁾よりちいさかった。

一方、個体単位でみると、 W_S-W_{S+B} 関係の係数 h は0.8777で、1より小さいことから、幹の割合は小径木で高く、大径木ほど低下することがわかる。今回のウバメガシ調査の幹と枝の区別は針葉樹のような形態に基づいたものではないが、ウバメガシでは小径木ほど枝が枯れて少なくなり、単幹性を示す傾向がある。

葉現存量とLAIを式(5)と(6)から推定した値(9.6 t/haと5.6 ha/ha)は、 W_L-D^2 関係式から推定した値(Table 3)に比べていずれも小さいが小差(4%)であった。

葉の現存量10.7 t/haは高知県弦場山の約80年生ウバメガシ・タイミンタチバナ二段林の3林分平均10.2(8.8~12) t/ha⁸⁾とほぼ同じであった。しかし、LAI 5.9は同林分の平均値8.0(6.9~9.4)⁸⁾に比べて小さい。なお、同林分の下層タイミンタチバナを除いたLAIは4.7(4.2~5.1)とされている⁸⁾。

優勢木の平均樹高が9.5 mであるから地上部現存量密度¹⁸⁾は2.6 kg/m³と求められた。先述の弦場山ウバメガシ林の平均2.6(2.3~2.8) kg/m³(文献8から再計算)

Table 4. Estimation of aboveground net production rate from summing the weight growth rates or annual production of other components.

	y_{2N} or ΔL_N (t/ha/yr)		Note
a) Stem and branches	27.2	(81%)	Based on the $\Delta W_{S+B} = 0.002696 (D^2)^{1.601}$. See Table 2.
b) Stem	15.4	(46%)	Based on the $\Delta W_S = 0.02081 (D^2)^{1.031}$. See Table 2.
c) Branches	11.8	(35%)	= a - b.
d) Leaves	5.19	(15%)	Mean leaf fall rate of 4.50 and 5.89 t/ha/yr.
e) Reproductive organs	1.188	(3.6%)	= f + g.
f) Male flowers incl. pollen	0.492		Mean of 0.345 - 0.645 t/ha/yr.
g) Fruits	0.697		Mean of 0.653 - 0.783 t/ha/yr.
h) Aboveground	33.6	(100%)	Total (= a + d + e).

The Method 2 by Kira and Shidei¹⁸⁾: $\Delta P_n = y_{2N} + \Delta L_N + \Delta G_N$. ΔP_n : net production rate, y_{2N} : biomass of new parts, ΔL_N : loss due to death and shedding of new parts, ΔG_N : loss due to grazing of new parts ($\Delta G_N \approx 0$). d: Data in a 45-yr-old stand of *Q. phillyraeoides* near the study stand at Shodoshima Island (from Ohkubo¹⁹⁾). e, f, and g: The mean value measured over a 3-year period with the litter trap method in the study stand (from Saito et al.¹⁴⁾).

に一致した。

本調査林分には付着枯枝とリター層 (A₀層) としてあわせて23.9 t/haの枯死植物体が存在した。ここに立枯れ木は含まれてない。

以上から、本調査林分の地上部有機物量は274 t/haを越えることが判った (Table 3)。このうち約90%は生きた植物体であった。

本調査林分の乾物量を炭素ベースに換算した (乾物 1 t = 0.5 t C)。地上部には生きた植物体として125 t C/haが貯留し、付着枯枝とリターは12 t C/haであった。

3. 純生産量

Table 4のように純生産量を推定した。

幹と枝の y_{2N} は、幹枝重量成長量 (ΔW_{S+B}) - D^2 関係を用いて幹枝の値を、 $\Delta W_S - D^2$ 関係から幹の値を求め、枝のそれは両者の差とした。枝重量成長量を $\Delta W_B - D^2$ 関係式から推定すると12.7 t/ha/yrで、前者の値より1.3 t/ha/yr多い。 $\Delta W_B - D^2$ 関係の回帰はよいが ($r^2 = 0.983$)、純生産量の過大推定を避けるため小さい方の値 (y_{2N}) を使った。

葉の y_{2N} は測定していないが、大久保¹⁹⁾ は今回と同じ小豆島の約45年生林分で2年間落葉量を調査している。落葉量は新葉量と等しいと考え、林齢も似かよったこの林分のウバメガシの落葉量 (4.50と5.89 t/ha/yrの平均)¹⁹⁾ を使った。なお、ウバメガシ以外の樹種を含めた全落葉量をあてれば、さらに0.79 t/ha/yr多くなる。

ウバメガシの葉の寿命は、今回の伐倒調査時の観察によると2年前後であった。本調査林分のウバメガシ葉の平均寿命を、葉現存量 (10.7 t/ha) / 落葉量 (5.19 t/ha/yr) から求めると2.1年になる。これは大久保¹⁹⁾ の落葉量資料が、本調査に使えることを示す傍証である。

筆者ら¹⁴⁾ は本調査林分の一部で3年間にわたり花粉を含んだ花および果実の生産量 (ΔL_N) をトラップ法で調査している。その平均生産量を y_{2N} に用いた。これ

には花粉を含んでいる。測定した年度は本調査と異なるが、花と果実の合計生産量の年次変動は小さかった (1.128~1.298 t/ha/yr)。

以上のようにして本調査林分の純生産量を33.6 t/ha/yrと推定した (Table 4)。この値は、弦場山ウバメガシ林⁸⁾ の値 (23~28 t/ha/yr) に比べて大きかった。

純生産量の炭素換算値は17 t C/ha/yrになった。

4. 生産構造図

Fig. 5は生産構造図とこれに幹と枝の重量成長量の垂直分布を付け加えた。このFig. 5は、標準地内立木のDBH階級別本数に試料木の層別諸量をかけて作成した。

幹量の垂直分布は、上方になるにつれほぼ比例して減少した。枝量は地上高5.3~9.3 mの4つの層で多い。枝量の垂直分布は、葉の少ない地上高5.3~7.3 mにも多く、一方、葉量最多の層 (8.3~9.3 m) でも特に多くはなかった。この枝量の垂直分布パターンは、同じ樹高をもつコジイ林のように葉と枝の量が比例するタイプ¹¹⁾ とは違っていた。これは若いコジイは単幹 (軸) 性が強いのに対し、ウバメガシは多軸性で樹冠は傘状を呈することに原因があると考えられる。

葉量の垂直分布は上部層で多く、下方に向かうにつれて急に減少した。これはMonji and Saeki²⁰⁾ による生産構造図のタイプ分けで広葉草本型に対応する。Fig. 5からわかるように、実質的な最上層である地上高8.3~9.3 mに葉量最多の層があり、全葉の60%ちかくが集中した。その下の層に27%の葉量があり、これら2層だけで全体の85%に達している。

幹成長量の垂直分布は、葉が少ない2つの層 (4.3~6.3 m) でほぼ同じ成長量を示した。しかし巨視的には上部ほど減少している。一方、枝成長量は葉の多い2つの層 (7.3~9.3 m) で著しく多い。また、その下方の2層 (5.3~7.3 m) でも葉量は少ないが枝成長量は多い。このような枝成長量の垂直分布は、前述の多軸性による種の

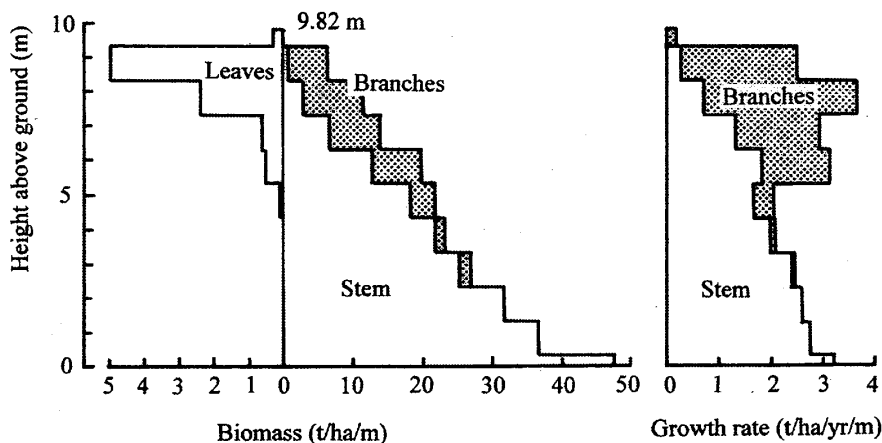


Fig. 5 Profile diagram of the *Q. phillyraeoides* study stand, showing the vertical distribution of leaf, branch, and stem biomass (left) and weight growth rates of stem and branches (right).

性質と考えられる。

考 察

本調査林分の優勢木平均樹高は9.5 mと低いが、胸高断面積合計では49.7 m²となった (Table 1)。この値は広葉樹林としては大きく、ブナ天然林²¹⁾ など落葉樹林ではほとんどみられない。常緑広葉樹林には先述の弦場山80年生ウバメガシ林40~49 m²/ha⁸⁾、小豆島の45年生ウバメガシ林49.7 m²/ha¹⁹⁾ のいずれも大きな値を示している。IBP水俣特別研究地域にあるコジイが優占する照葉樹林で50 m²/ha前後の林分が幾つかみられる²²⁾。宮崎県綾研究地域の照葉樹林では4 haの平均が約50 m²/haを示している²³⁾。一方、京都松尾の発達したコジイ林 (樹高18~20 m, 平均および最大DBH が39 cmと62 cm) では42 m²/haと報告されている²⁴⁾。ウバメガシは低木ではあるが胸高断面積合計は高木林と同等かそれ以上の値をもつことがわかった。またこれは地上部現存量密度が大きいことにつながっていた。

森林の地上部現存量をその占有空間で割って求められる地上部現存量密度¹⁸⁾ は、その森林の高さとは関係なくほぼ一定の1~1.5 kg/m³になること、ハイマツ、ガンコウラン、コケモモなどの背の低い群落では極端に大きな値を示すこと、また、本数密度の高い天然生トドマツ幼齡群落や沿岸地方のウバメガシ低木群落では例外的に現存量密度が大きいことが報告された^{7, 18)}。樹高の低い群落では、葉層の占める割合が高く、木部容積重も大きいなどがその原因とされる。

本調査のウバメガシの幹容積重を、各試料木における皮付き材積 (V_s) に対する幹乾重 (W_s) から求めた。幹容積重は平均0.904 (標準偏差0.057) kg/m³、出現幅0.811~0.982 kg/m³であった。この高い容積重が本調査林分の高い現存量密度の原因の一つである。

この現存量密度が2~2.5 kg/m³を示す森林が幾つか報告されている²⁵⁾。これらの林分は樹高成長が衰えた成熟林で、しかも陰樹林である。ヒメヤシヤブシ (未発表)、タチヤナギ²⁶⁾、ネムノキ²⁷⁾、クサギ²⁸⁾、シラカンバ²⁹⁾ などの陽樹林 (群落) では0.5~1 kg/m³の小さい値が得られている。今回調査したウバメガシ林は9.5 mの平均樹高しかないが、そこに存在する物質量は高木林に匹敵することが明らかになった。

今回調査したウバメガシ林の純生産量は非常に大きかった。Kira²⁾ は推定精度の高い地上部の純生産量について、日本の316林分の資料を森林タイプに分けて平均値±標準偏差を示している。これによると暖温帯常緑広葉樹林は20.65±7.21 t/ha/yrである。わが国では、このタイプの森林が高い純生産量を示し、これは高い気温と長い生育期間に依存すると考えられている²⁾。IBP水俣特別研究地域の照葉樹林における純生産量の4年間平均は17.2~19.4 t/ha/yrと推定している³⁰⁾。弦場山85年生

ウバメガシ林では、推定方法が今回と異なるが純生産量を23~28 t/ha/yrと見積もられた⁸⁾。これらと比較すると本調査林の値33.6 t/ha/yrはさらに大きい。高い生産力をもつわが国の森林をみるとモリシマアカシヤの35.3 t/ha/yr³¹⁾ やスギ29.1 t/ha/yr³²⁾ などがある。これらの林分は4, 5年生の幼齡林で、根を含めた値である。

林齡約80年生の弦場山ウバメガシ林の幹成長量は7.4~8.3 t/ha/yrである⁸⁾。この値に比べると今回の値 (15.2 t/ha/yr) は約2倍に相当する。ここで幹と枝の成長量について少し述べる。

Kira²⁾ は森林の純生産量が小径木で構成される林分は呼吸消費の少なさによって高い生産力を示し、また多雨林帯では温暖な気候ほど高いことを報告している。この説明は本調査林分にもあてはまる。前に述べたようにウバメガシは低木で小径 (Table 1) であった。ウバメガシが自生する気候環境は温暖で、とくに冬期の気温が高い。本調査地の1月、2月の平均気温は5°Cを超えており¹⁶⁾、冬季での成長が考えられる。また本調査林分の傾斜はウバメガシ林としては比較的ゆるく、崩積土林地にちかい地形部分もあった。このような生育に好適な立地条件が高い生産力と関連することも考えられる。

森林が草原に比べて高い生産力を示す理由として、その階層構造が指摘されている²⁾。また択伐林型のような葉層の深い林分型は材積成長量が大きいと考えられている³³⁾。これらから、今回の林分のように葉層が2 mと極端に薄い一斉林型の林分は生産力が低いことになる。しかし、現実には本ウバメガシ林分をみる限りこの結果はあてはまらない。

ウバメガシ低木林の生産力は他の高木の照葉樹林と同等以上であることがわかった。今後、純生産量を正確に推定するために、枝とくに小枝の枯死に注目した調査が必要である。

引用文献

- 1) Shidei, T and Kira, T. (eds.) (1977) JIBP Synthesis 16. Primary Productivity of Japanese Forests. 289pp. University of Tokyo Press, Tokyo.
- 2) Kira, T. (1977) Net production. In "Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press", 101-108.
- 3) Saito, H. (1977) Chamaecyparis plantations. In "Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press", 252-268.
- 4) Satoo, T. (1977) Larch plantations. In "Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity

- of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press”, 169-172.
- 5) Satoo, T. (1977) Pine forests and plantations. In “Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press”, 245-252.
- 6) Tadaki, Y. (1977) Leaf biomass. In “Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press”, 39-44.
- 7) Tadaki, Y. (1977) Aboveground and total biomass. In “Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press”, 53-57.
- 8) 菅 誠・齋藤秀樹・四手井綱英 (1965) 常緑広葉樹林の物質生産力について. 京都大演習林報37: 55~75.
- 9) Nagano, M. and Kira, T. (1978) Aboveground biomass. In “Biological Production of in a Warm-Temperate Evergreen Oak Forest of Japan, eds. Kira, T., Ono, Y. and Hosokawa, T., 288pp. University of Tokyo Press”, 69-82.
- 10) 齋藤秀樹・四手井綱英・吉良竜夫 (1965) ツバキ林の生産構造と物質生産量. 日本生態学会誌15: 131~139.
- 11) Tadaki, Y. (1968) Studies on the production structure of forest (XIV) The third report on the primary production of a young stand of *Castanopsis cuspidata*. J. Jpn. For. Soc. 50: 60-65.
- 12) 只木良也 (1995) 立木密度の違うコジイ幼齢林の構造と物質生産. 名古屋大演習林報14: 1~24.
- 13) 楠元 司 (1967) 大隈半島南部におけるウバメガシ林の現存量. 鹿児島大教育学部紀要(自然科学編) 19: 25~30.
- 14) 齋藤秀樹・大久保政利・國友淳子 (2006) 香川県小豆島のウバメガシ林における花粉生産. 花粉誌52: 47~52.
- 15) 須鎗和巳・岩崎正夫・鈴木堯士 (1991) 日本の地質 8, 四国地方. pp. 266, 共立出版.
- 16) 気象庁 (監修) (2001) 平年値 (1971-2000年) (CD-ROM版). 気象事務支援センター.
- 17) Ogawa, H. and Kira, T. (1977) Methods of estimating forest biomass. In “Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press”, 15-25.
- 18) Kira, T. and Shidei, T. (1967) Primary production and turnover of organic matter in different ecosystem of the Western Pacific. Jpn. J. Ecol. 17: 70-87.
- 19) 大久保政利 (1995) ウバメガシ林のリターフオール量. 日林関西支論4: 107~108.
- 20) Monji, M. and Saeki, T. (1953) Uber die Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und ihre Bedeutung fur die Stoffproduktion. Jap. J. Bot. 14: 22-52.
- 21) Maruyama, K. (1977) Beech forests in the Naeba Mountains. Part 1: Comparison of forest structure, biomass and net productivity between the upper and lower parts of beech forest zone. In “Primary Productivity of Japanese Forests - Productivity of Terrestrial Communities -, eds. Shidei, T. and Kira, T., 289pp. University of Tokyo Press”, 186-201.
- 22) 小村 精・宮田逸夫・細川隆英 (1968) IBP水俣特別研究地域の植生. 8~13. 照葉樹林の生物生産に関する研究. 細川隆英 (編), 78pp. JIBP-PT-水俣特別研究地域.
- 23) Sato, T., Kominami, Y., Saito, S., Niiyama, K., Manabe, T., Tanouchi, H., Noma, N. and Yamamoto, S. (1999) An introduction to the Aya Research Site, a long-term ecological research site, in a warm temperate evergreen broad-leaved forest ecosystem in southwestern Japan: Research topics and design. Bull. Kitakyushu Mus. Nat. Hist. 18: 157-180.
- 24) 齋藤秀樹・中井邦彦・網野寿一・岩月鉄平・長谷川博一・竹岡政治 (1991) 生殖器官の生産量からみたシイ林の有性繁殖. 京都府大学報・農43: 8~23.
- 25) 齋藤秀樹 (1989) 森林の物質生産. 森林の現存量. 46~56. 森林生態学, 堤利夫 (編), 166pp. 朝倉書店.
- 26) 川口聖真・齋藤秀樹・糟谷信彦・池田武文・今村祐嗣 (2005) 耕作放棄水田に成立したタチヤナギ幼齢群落の一次生産. 日林誌87: 430-434.
- 27) 神子澤佳子・齋藤秀樹・糟谷信彦 (2005) 若いネムノキ植栽群落の乾物生産. 京都府大学報・農57: 65-71.
- 28) 小川夢子 (2003) 若いクサギ植栽群落における乾物生産. 京都府大森林科学科卒業論文.
- 29) 只木良也・出原茂樹・田中 守 (1984) シラカバ林のクロロフィル量とその分布. 日林誌66: 93~98.
- 30) Kira, T. and Yabuki, K. (1978) Primary production rates in the Minamata forest. In “Biological Production of in a Warm-Temperate Evergreen Oak Forest of Japan, eds. Kira, T., Ono, Y. and Hosokawa, T., 288pp. University of Tokyo

- Press”, 131-138.
- 31) 只木良也 (1965) 森林の生産構造に関する研究 (VIII) 立木密度の高いモリシマアカシヤ林の生産力. 日林誌 47: 385~391.
- 32) Tadaki, Y. and Kawasaki, Y. (1966) Studies on the production structure of forest. IX. Primary productivity of a young *Cryptomeria* plantation with excessively high stand density. J. Jpn. For. Soc. 48: 55-61.
- 33) 梶原幹弘 (2003) 森林の施業を考える. 110pp. 森林計画学会出版局. 東京.