

若いクサギ植栽群落の乾物生産

小川 夢子*・齋藤 秀樹**・糟谷 信彦

Dry-matter production in a young *Clerodendrum trichotomum* plantation

YUMEKO OGAWA*, HIDEKI SAITO** and NOBUHIKO KASUYA

Abstract: We quantified dry matter production in a young *Clerodendrum trichotomum* plantation by destructively sampling the above-ground components of three individuals on 4 August 2003, and all 22 individuals within the study quadrat on 1-2 December 2003, in order to clarify the characteristics of matter production of shade-intolerant, deciduous scrubs occurring at the initial stage of plant succession. The age of the plantation after planting was 4 yr, and that of individuals, 7 to 10 yr. The study plantation was thought to be in the rapid growth stage, judging from the high shoot elongation rate (80 cm/yr). However, leaf biomass (247.7 g/m²) was low, because inflorescences with bisexual flowers were borne in large clusters at the shoot ends. The net above-ground production rate (738.9 g/m²/yr) was half that of other young tree communities, because of the low leaf biomass of this deciduous shrub. The above-ground biomass density in December was 0.38 kg/m³, and the maximum estimate adding leaf biomass in summer was 0.45 kg/m³. The low above-ground biomass density was a characteristic of *C. trichotomum* growing at the initial stage of plant succession.

Key words : aboveground biomass density, deciduous broadleaf tree, leaf biomass, net production rate, shade intolerant deciduous shrub

(Accepted October 1, 2007)

要 旨 : 陽性落葉低木の物質生産の特徴を明らかにするため、植栽4年目で樹齢7~10 (平均8.9) 年生のクサギ群落を材料として乾物生産を調査した。本群落は旺盛な樹高成長 (平均80 cm/yr) を示し、葉量や純生産量がピークの生育ステージにある群落だと思われた。しかし花序が頂生するため、葉現存量 (概数で247.7 g/m²) は少なかった。少ない葉量と落葉性が原因で、地上部純生産量 (738.9 g/m²/yr) は同程度に若いほかの群落に比べて約半分であった。12月の地上部現存量密度は0.38 kg/m³、夏季の葉量を加えた最大見積りでも0.45 kg/m³しかなかった。この小さい現存量密度は、遷移初期段階に出現するクサギ低木群落の特徴だと考えられた。

キーワード : 地上部現存量密度, 葉現存量, 純生産量, 落葉低木群落, 陽樹

京都府立大学大学院農学研究科森林生態学研究室

Laboratory of Forest Ecology, Graduate School of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Shimogamo, Sakyo-ku, Kyoto 606-8522, Japan.

*現在, 東邦レオ (株) 〒540-0005 大阪市中央区上町1-1-28

Present address, TOHO LEO Corporation, 1-1-28 Uemachi, Chuou-ku, Osaka 540-0005, Japan

**現在, 610-0121 京都府城陽市寺田大畔10-11

Present address, 10-11 Omuro, Terada, Joyo 610-0121, Japan.

はじめに

わが国の森林における一次生産の概要は1970年代までに行われた多数の研究成果をもとに明らかにされた^{4,11)}など。一方、個々の成果をみると欠落している調査項目があり、調査対象の森林の種類や樹種などには片寄りがみられる。年間を通して樹体に存在しない花や種子などは測定対象からもれることが多く、花粉は無視されている。調査対象は極相構成種と針葉樹が中心であって広葉樹の陽樹を対象にしたものは少ない¹⁾。

森林は陽樹林から陰樹林へ遷移する。物質生産の側面から数字によって陽樹林への陰樹の侵入を考察したものはほとんどみあたらない。

この報告は、陽樹であるクサギの若い植栽群落において地上部の現存量および純生産量を中心に花粉を含めて調査し、クサギ群落の乾物生産の特徴を比較検討したものである。なお、花、花粉、果実の生産量については齋藤・小川⁹⁾が別に報告した。

クサギ *Clerodendrum trichotomum* Thunb. はクマツヅラ科の落葉大低木または小高木で、通常樹高は4~5m、胸高直径8~10cmぐらいであるが、大きいものは樹高9m、胸高直径25cmに達する¹⁾。クサギはスギ人工林の地位「上」を示す指標種として造林学の分野で注目されてきた¹⁰⁾。本樹種は陽樹で、根萌芽することから皆伐跡地や林道法面などで群生し、また成長は早い¹⁾。

野外調査で森林生態学研究室専攻生の協力があり、調査終了後の抜根など群落の跡始末には演習林の植苗幸司氏の多大な援助があった。これらの方々に深くお礼申し上げる。

材料および方法

調査群落の履歴

調査した群落は京都府立大学構内苗畑（京都市左京区下鴨半木町、標高70m）に山引き苗を植栽して育てたものである。2000年の春、樹高50~80cmのクサギ幼樹をスギ人工林内で採取し、一度鉢植えにして2ヵ月間おいた後、苗畑に移植した。植栽間隔は1.5mの正方形植えである。調査は植栽後4年目の2003年に行った。

本群落は植栽後2年目の夏に樹冠は閉鎖し、3年目には大量の小枝が枯れた。枯死した個体はなかったが、調査開始時に下層木になっていたものが1本あった。伐木調査時に年輪数を測定したところ、樹齢は7~10年生、平均8.9年生であった。群落内、とくに周縁部では根萌芽のシュートが多数みられた。本群落についての詳細は後述する（「群落の概要」を参照）。

本群落の気候環境を京都地方観測所（標高41.4m）の平均値⁵⁾ でみると年平均気温15.6℃、年降水量1,535.7mm、同月別平均気温から暖かさの示数および寒さの示数を計算するとそれぞれ128.1および-0.6℃

monthであった。

調査の方法

植栽後4年目の群落で、2003年3月13日~同年12月2日の期間、次の調査を行った。

1) 調査区の設定

調査開始時に、本群落のほぼ中央に6×7mの調査区を設定した。調査区には植栽したクサギ21本と葉層に達した萌芽シュート1本があった。個体の位置図を作り、個体番号をつけた。樹体につく枯枝を全て切り取って除去した。

2) 毎木調査

植栽木21本の幹にマジックインキで地上10cm部に印をつけ、この位置でノギスを使って幹直径(D)を毎月1回測定した。樹高は8月1日まで毎月、測程を使って測定した。

3) リターフォール調査

葉が展開する前の3月31日から12月1日まで、この調査を行った。使用したリタートラップは木製枠40×40cmにゴース布（網目0.2mm）袋をとりつけたものである。トラップ6個は樹幹に接して設置し、4個は樹冠と樹冠が接する直下に設けた。トラップの採集口の高さは地上0.7mとした。トラップに入ったリターフォールは毎月2回以上採集し、トラップごと1ヵ月分をまとめ、それらを葉、枝、花、果実などに分別した。これらを90℃で48h乾燥し、室温で秤量した。なお、花、花粉、果実などの詳しい調査方法は齋藤・小川⁹⁾を参照されたい。

4) 伐木調査（8月）

調査区の調査に影響しない個体3本を調査区外で選び、層別刈取り法で生育盛期の8月4日に調査した。地際（0.0m高）で伐り、幹にそって0.3m、1.3m、その後1m間隔で層の区切りとして切断した。次に各試料木の層ごとに幹、枝、葉、花と果実にわけてそれぞれの生重量を測定した。乾重量を求めるため、各部分から適量のサンプルを抽出し、これを90℃で48h乾燥し、乾物率をえた。また、各層から適量の葉のサンプルを抽出し、自動面積計（林電工AAM-7型）を使って葉面積（片面）を測定し、その後同様に乾燥して秤量した。試料木3本の選定は、8月1日のD²分布を参考に決めた（Fig.2参照）。

5) 伐木調査（12月）

生育期が終った12月1~2日に調査区内の全立木を伐木調査した。地際で伐り、個体ごと幹、枝、葉、枯れ枝に分けて生重量を測定した。乾重量はそれぞれの乾物率から求めた。果序（この時点には花、果実、軸で構成）はすべて摘み取り、全個体分まとめてこの乾重量を測った。この中から約40%を抽出し、花、果実、果枝に区別した⁹⁾。幹の成長量を調べるため全立木の樹幹解析を行った。幹から円板を0.0m、0.3m、0.8mと以後0.5m間隔で取り、皮付きおよび皮なし直径、1年前直径を測定した。

枝の成長量は全立木の平均 D^2 の値にちかい3個体を試料木として選び調査した。各試料木について枝を当年枝と旧年枝(1年生以上)に区分した。旧年枝はさらに幹から分枝したもの(主枝とよぶ)と枝から分枝したもの(側枝)に分けた。主枝は30 cmまたは50 cm(主枝の長さが2 m以上のとき)の間隔で円板をとり、幹と同様の方法で成長量を測定した。側枝および側枝から分枝した枝は全て20 cm間隔で切断し、取った円板から同様の測定を行った。これら実際に測定した主枝と側枝の材積成長量をもとにそれぞれの容積重を掛けて重量成長量を計算し、これに当年枝の乾重量を加えて枝重量成長量を求めた。幹の重量成長量も各個体の幹容積重を用いて求めた。

6) その他

群落内の照度をミノルタT-1H型照度計で測定した。測定したのは8月4日13:30~13:40まで、晴れ時々曇りであった。測点は50カ所、調査区内で1 m間隔とした。群落上の照度も同時に測り、相対照度RLIを求めた。

結果及び考察

群落の概要

Table 1は生育期の前後に行った毎木調査の結果を示す。立木本数は萌芽シュート1本が加わり22本(5,240本/ha)である。この萌芽のものは葉層に達したが、植栽木1本が下層木であった。樹高成長量は大きく、平均80 cm/yrであった。樹高成長が100 cm/yrをこえた個体は7本あって、その内3本は120~130 cm/yrを示した。この成長からみて、本調査群落は成長旺盛な時期・年齢にあったといえる。

幹直径 D は4~6 cmの個体が全体の67%を占めた。 D が7 cm以上の個体は14% (3本)、3 cm以下14% (下層をふくむ4本)である。地上高10 cm部での幹断面積合計は調査終了時に9.7 m²/haであった。

Table 1. A study plantation of *Clerodendrum trichotomum* in the nursery of Kyoto Prefectural University, Kyoto.

Date in 2003	13 Mar.	1 Dec.
No. of trunks (per plot)	22	22
*Height of trunks (m)		
mean	2.7	3.5
min. - max.	1.6 - 3.2	2.4 - 4.2
*Diameter of a trunk at 10 cm high (cm)		
mean	4.4	4.9
min. - max.	1.5 - 6.5	1.9 - 7.6

Area of plot: 6 × 7 m (42 m²).

Age of community after planting was 4 yr.

*: excluding a suppressed tree ($D=0.6$ cm, $H=0.45$ m).

現存量の垂直分布

Fig.1は8月1日時点の群落当り現存量の垂直分布を示す。この現存量は、3試料木の D^2 合計値に対する調査区全立木の D^2 合計値の比と、3試料木各部分各層の乾重量合計を掛けて求めた。Fig.2には調査区立木の D^2 分布を示し、これに試料木が該当する D^2 クラスに星(*)印をつけ示しておく。

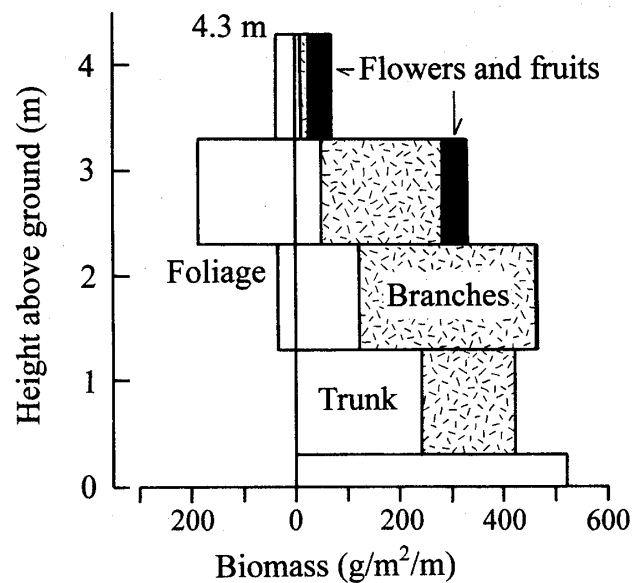


Fig.1. Profile diagram of the plot, showing the vertical distribution of foliage, trunk, branches, and inflorescences and infructescences.

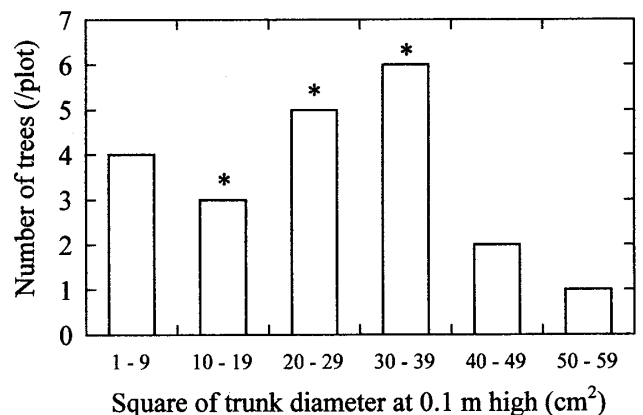


Fig. 2. Frequency distribution of D^2 (square of trunk diameter at 10 cm high) on 1 August 2003.

*: classes, in which sample trees were taken.

幹現存量の垂直分布をみると上部ほど減少する一般的な型を示した。一方、枝は地上0.3~1.3mの層から上部層で多く、とくに2.3~3.3m層に集中した。これは地面近くから分枝していて、主枝の枯れ上がりが少ないことを示している。これは若い群落のためだと思われる。

花と果実は上方の2層にほぼ等量があり、この厚さ2mの空間に全体の98.5%が集中して存在した。花序が頂生するためである。これらの層は、次に述べる葉が集中分布する層であった。

葉は上方から2番目の2.3~3.3m層に全体の74%が存在した。この上方の3.3~4.3m層に14%、この下方の1.3~2.3m層に12%の葉量があり、さらに下方の層には葉はなかった。最上層には葉より花と果実が多く存在した。

なお、伐木調査を行った8月1日時点には、幹直径Dの成長は年間成長量の81%を終えていたので (Fig. 3), Fig.1の幹枝の垂直分布は生育終了時点とほぼ同じと考えられる。一方、成熟したクサギ群落を観察すると単幹のものが多く、樹冠上部で平面状に分枝して、樹形は傘形を示しているものが多い。Fig.1から想像される樹形はホウキ形である。したがって、今回の垂直分布形は若い一時期のタイプと考える。

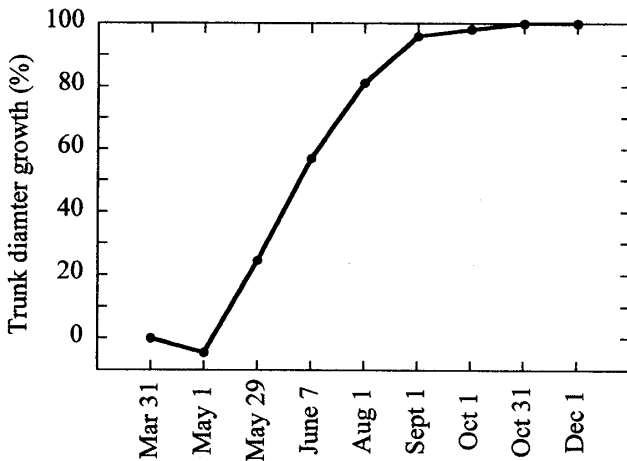


Fig. 3. Seasonal change in mean diameter growth of trunks at 10 cm high.

葉現存量

各層の葉量を合計した本群落の葉現存量は247.7 g/m²となった。この値は、後述する葉の純生産量213.9 g/m²/yrより大きく、これには少ない試料木による推定の粗さがあるだろう。ほかに、落葉前におきる葉から枝幹への物質の転流による重量減少もある。また調査時の8月1日までに落葉が認められる (「落葉の季節」を参照)。

わが国落葉広葉樹林の平均林分葉量は3.1 ± 1.5 t/haで

ある¹²⁾。若い本調査群落は葉量の最も多い生育ステージにあったと思われるが^{54,12)}、本群落の値は小さい。これは花序の頂生が原因だと考える。

各層の葉面積を合計した本群落のLAIは5.3 (ha/ha)であった。この値では、わが国落葉樹林の3~7の範囲¹²⁾に入った。

落葉の季節

Fig.4は落葉の季節的変動を示す。若い林分では成熟林分とは異なる落葉季節が知られている^{2,6,7)}。今回の落葉低木クサギの群落では落葉が月をおって漸増し、10月が山になるという特徴があった。

8月1日の伐木調査までの落葉量は39.5 g/m²、年間量の21%に達した。この値を、前述の葉現存量に加えると287 g/m²となり、わが国の平均葉量にちかづくが、後述する葉の純生産量・落葉量 (213.9 g/m²/yr) との格差は大きくなる。

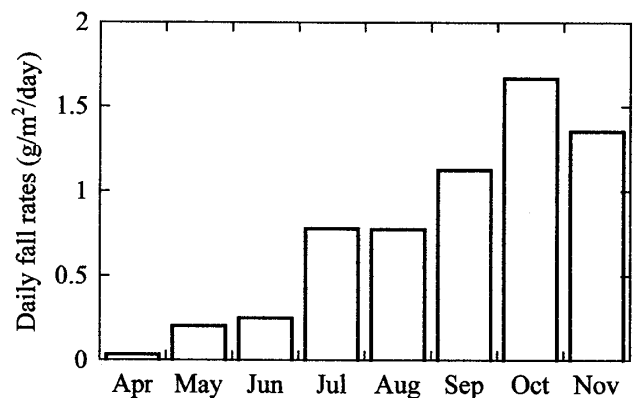


Fig. 4. Seasonal fluctuation of daily leaf-fall rates.

群落内照度

Fig.5は群落内の相対照度RLIを7クラスに分けた頻度分布図である。RLIの出現範囲は2.2%~35.3%であった。この分布はいわゆるL字型を示した。RLIを対数変換すると、いくらか正規分布型にちかづけることができる。算術平均でのRLIは6.9%、対数変換すると5.4%になった。夏季の値としては高い。

地上部現存量

Table 2は生育終了後の地上部現存量を示す。全伐法による器官部分ごとの値を合計したものである。12月でも葉が少量ついていた。果序のほかに花もみられた。地上部の現存量は1,206.6 g/m²となった。幹枝の合計は全体の96.3%を占め、幹は54.5%、枝41.9%であった。枝の割合が大きいのは広葉樹の低木で、しかも若いとみとえられる。

枯枝量が133.7 g/m²であった。調査開始前に付着する

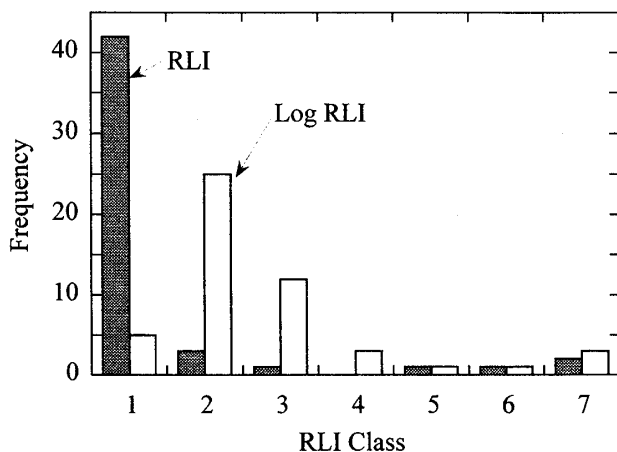


Fig. 5. Frequency distribution of relative light intensity (RLI) under the canopy, at 13:30-13:40 on 4 August 2003 (fine, occasionally cloudy skies).

RLI class, 1: 2.2%-6.9%, 2: 7.0%-11.6%, 3: 11.7%-16.4%, 4: 16.5%-21.1%, 5: 21.2%-25.8%, 6: 25.9%-30.5%, 7: 30.6%-35.3%.

Log RLI class, 1: 2.2%-3.3%, 2: 3.4%-4.9%, 3: 5.0%-7.2%, 4: 7.3%-10.7%, 5: 10.8%-16.0%, 6: 16.1%-23.7%, 7: 23.8%-35.3%.

枯枝は除去したから、この枯枝は本調査期間内に枯れたものである。この量は枝現存量の約25%に相当した。

枝の枯死は、秋季に多く起きたと観察された。そこで枯枝を含めた地上部現存量 $1,340.3 \text{ g/m}^2$ を平均樹高3.5mで割って求めた地上部現存量密度⁴⁾は 0.38 kg/m^3 になった。葉量を、8月1日の値と入れ換えて最大値を計算しても、この密度は 0.45 kg/m^3 をこえることはなかった。

最近の資料を加えると、陽樹林の地上部現存量密度は陰樹林に比べて小さく、大きいものでも 1 kg/m^3 である^{6,8)}。若いネムノキ植栽群落⁶⁾のそれ(0.58 kg/m^3)と比べても本群落の方が小さい。今回のクサギ群落は若い陽性の低木群落であることが原因で小さな現存量密度を示し、これが遷移初期段階に成立するクサギ群落の特徴であると考えた。

地上部の純生産量

Table 3は地上部純生産量をKira and Shidei⁴⁾の「方法2」で推定したものである。幹は、調査区全立木の幹重量成長量を合計して求めた。枝は3試料木の平均重量成長率(枝重量に対する重量成長量の比率)を枝現存量に掛けて推定した。葉は12月1日伐木時の現存量とそれまでの落葉量の合計である。花と果実などは本群落の値⁹⁾である。なお、新部分の枯死および被食量は測定しなかったうえ少量なのでゼロとし、また調査期間内の枯死枝

Table 2. Above-ground biomass (1 December 2003).

	g/m ²	%
Total (living biomass)	1,206.6	100
Trunk and branches	1,162.6	96.3
Trunk	657.0	54.5
Branches	505.6	41.9
Foliage	23.0	1.91
Infructescences*	21.0	1.74
Dead branch biomass	133.7	-

*: including flowers and stalks.

Table 3. Above-ground net production rates.

	g/m ² /yr	%
Total	738.9	100
Trunk and branches	428.1	58.0
Trunk	217.0	29.4
Branches	211.1	28.6
Foliage	213.9	28.9
Biomass (1 Dec.)	23.0	-
Leaf fall*	190.9	-
Flowers and fruits**	96.93	13.1

*: from 31 March 2003 to 1 December 2003.

**.: including pollen and stalks (cited from Saito and Ogawa⁹⁾).

では成長はなしとした。

地上部純生産量は $738.9 \text{ g/m}^2/\text{yr}$ と推定した。この内、幹と枝でそれぞれ29%の合計58%を、葉と花、果実などは42%を占めた。調査期間内に枝現存量の約25%は枯れたことから、本クサギ群落の純生産量の半分以上は更新器官で占められたことになる。なお、花・果実($96.93 \text{ g/m}^2/\text{yr}$)は13.1%、花粉($2.73 \text{ g/m}^2/\text{yr}$)0.4%にそれぞれ相当した⁹⁾。花粉割合が低いのは虫媒によるところが大きい。

本群落の純生産量はわが国森林における値と比較して少ない。冷温帯落葉広葉樹林の平均地上部純生産量は $8.74 \pm 3.47 \text{ t/ha/yr}$ で、この資料にはブナ林が多い³⁾。本群落は、純生産量が最も多くなるステージにあると思われるが³⁾、純生産量は成熟林より少なかった。

Table 4には落葉広葉樹で若い陽樹林分(群落)の地上部純生産量について、花粉をはじめ花、果実のそれを測定している報告をまとめた。本クサギ群落の値は他の群落の約50%に相当する。生産量が低いのは落葉性低木の群落であるためだが、花・果実の頂生によって葉量が少ないことが直接に関係すると思われる。なお、幹枝、葉、花と果実への純生産量割合は、単幹性の若いネムノキ⁶⁾のそれにちかい。

Table 4. A comparison of aboveground net production rates among young communities of deciduous broadleaf and shade intolerant trees (t/ha/yr) (rewritten from Mikoizawa *et al.*⁶⁾).

Community	Tree age	Aboveground (total)	Woody parts	Leaves	Flowers and fruits	Authors
<i>Salix subfragilis</i>	ca.10 yr	20.32	15.93	3.86	0.53	Kawaguchi <i>et al.</i> , 2005
		100%	78.4%	19.0%	2.6%	
<i>Alnus sieboldiana</i>	7 yr	21.1	12.9	6.96	1.28	Saito, 1990
		100%	61.0%	33.0%	6.0%	
	8 yr	19.4	11.7	7.08	0.6.8	
		100%	60.4%	36.5%	3.1%	
<i>Alnus sieboldiana</i> **	6-7 yr	15.0*	8.97*	4.35*	1.71*	Iwasaki <i>et al.</i> , 1995
		100%	59.7%	28.9%	11.3%	
<i>Comptothea</i>	6 yr	14.50	9.17	5.37	0	Saito, 1980
<i>acuminata</i> **		100%	63.2%	37.0%	0%	
(exotic species)	3 yr	11.10	6.73	4.35	0	
		100%	60.6%	39.2%	0%	
	3 yr	9.97	5.69	4.27	0	
		100%	57.1%	42.8%	0%	
<i>Albizia julibrissin</i> **	8 yr	14.22	8.86	4.14	1.23	Mikoizawa <i>et al.</i> , 2005
		100%	62.3%	29.1%	8.6%	
<i>Clerodendrum trichotomum</i> **		7.39	4.28	2.14	0.97	Ogawa <i>et al.</i>
	ca. 9 yr	100%	58.0%	28.9%	13.1%	(this study)

Flowers and fruits: total values including flowers, pollen, fruits, and flower and fruit stalkes.

*: average for 2 years. **: planted community.

引用文献

- 1) 林 弥栄 (1969) 有用樹林図鑑 (林木編). 427pp. 誠文堂新光社.
- 2) 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齡群落の一次生産. 日林誌87: 430-434.
- 3) Kira, T (1977) Production rates. In "Primary productivity of Japanese forests (Shidei, T. and Kira, T., eds.), 289pp. University of Tokyo Press", 101-108.
- 4) Kira, T. and Shidei, T. (1967) Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems of the western Pasific. Jpn. J. Ecol. 17: 70-87.
- 5) 気象庁 (編) (2001) 平年値 (統計期間1971~2000年). 気象業務支援センター (CD-ROM).
- 6) 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・人・農 57: 65-71.
- 7) 齋藤秀樹 (1981) 森林におけるリターフォール研究資料. 京都府大演報25: 78-89.
- 8) 齋藤秀樹 (1989) 森林の現存量 (森林生態学 (堤編), 166pp. 朝倉書店). 45-56.
- 9) 齋藤秀樹・小川夢子 (2006) 若いクサギ植栽群落における花粉生産量. 花粉誌 51: 81-85.
- 10) 坂口勝美 (1969) スギのすべて. 448pp. 全国林業改良普及協会.
- 11) Shidei, T. and Kira, T (eds.) (1977) Primary productivity of Japanese forests (JIBP Synthesis 16) . 289pp. University of Tokyo Press.
- 12) Tadaki, Y. (1977) Leaf biomass. In "Primary productivity of Japanese forests (Shidei, T. and Kira, T., eds.), 289pp. University of Tokyo Press", 39-44.
- 13) 只木良也・森 篤則・森 茂太 (1987) 森林の生産構造に関する研究 (XX) ハンノキ幼齡林の一次生産力. 日林誌69: 207-214.