

若いネムノキ植栽群落の乾物生産

神子澤 佳子*・齋藤 秀樹**・糟谷 信彦

Dry-matter production in a young *Albizia julibrissin* plantation

YOSHIKO MIKOZAWA*, HIDEKI SAITO** and NOBUHIKO KASUYA

要旨：植栽した若いネムノキの群落（樹齢7年生）において地上部の現存量と純生産量を、生育期間のリターフォール調査と同終了時の皆伐調査とで推定した。今回は花粉をふくめ花や果実の生産量を測定した。推定した現存量や純生産量を陽樹で若い他の落葉広葉樹林の値と比較するとネムノキだけにみられる特徴は認められなかった。ネムノキ群落には陰樹が侵入しやすい特徴を示す値として、低い地上部現存量密度（0.58 kg/m³）、少ない葉量（10月末時点の現存量2.31 t/haとLAIの概数2.5）、そして高いRLI（10月下旬に平均19%）があげられる。

キーワード：地上部現存量密度、純生産量、落葉広葉樹、陽樹、葉量、RLI

(2005年9月22日受理)

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(Kira and Shidei, 1968; Shidei and Kira, 1977など)。一方、個々の成果を検討すると、欠落した調査項目や森林の種類・樹種などがみつかると、年間を通して樹体に存在しない花や実などは測定対象からもれていることが多い。調査対象の森林には極相を構成する樹種や針葉樹が中心であり、広葉樹の陽樹林を調査した例は少ない(只木ら, 1987)。

植物群落の遷移では陽樹林から陰樹林へ移行する。陽樹林内に陰樹が侵入できる理由を、物質生産の側面から解析してみる必要がある。

この報告は、陽樹であるネムノキ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リターラップ法と収穫法とを併用して調査し、ネムノキの物質生産の特徴を比較検討したものである。

ネムノキ *Albizia julibrissin* Durazz. はマメ科の落葉高木である。通常樹高は5~10 m、胸高直径20~30 cmに達する陽樹であり、個体成長は早い。川岸、崩壊地やその周辺などの裸地に多く見られるが、適潤で肥

沃な緩傾斜のものが最もよく生育する(林, 1969)。

なお、本調査群落における花、花粉、果実などの生産についてはすでに報告した(神子澤・齋藤, 2005)。

調査群落

調査したネムノキ群落は京都府大構内苗畑(京都市左京区下鴨半木町、北緯35度2.5分、東経135度46.1分；標高70 m)に2年生ポット苗を購入、植栽して育てたものである。植栽は1994年3月に行い、6生育期目に当たる1999年に調査を行った。植栽間隔は2 m、正方形植えとした。1996年には連続した葉層が形成され、大半の個体で着花した。アブラムシ防除とすす病予防のために薬剤散布を行った。調査年にはアドマイヤー1000倍溶液を4~7月に計5回散布している。

本調査群落を構成する立木の生育期前後の測定値をまとめるとTable 1のとおりである。樹幹は地面ちかくでも分枝し、斜上していた。詳しくは後の章「群落の概要」で述べる。

本群落の気候環境を京都地方気象観測所(北緯35度0.4分、東経135度44.1分；標高41.4 m)の平年値(気象庁, 2001)で見ると平均気温15.6℃、年降水量1,535.7

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, Kyoto 606-8522, Japan

*現在, 笠 佳子(株)朝日興産緑化部〒541-0041 大阪市中央区北浜2-6-26, 大阪グリーンビル3F

**現在, 〒610-0121 城陽市寺田大畔10-11

mm；月別平均気温から暖かさの示数と寒さの示数を求めると各々128.1および -0.6°C monthであった。森林帯では照葉樹林帯に属する。

調査方法

本調査群落内に面積 72m^2 のプロットを設定した。プロット内の個体17本（他に1本は植栽後2年目に枯死）について幹（および枝）の地上高30cm部に印をつけ、その周長を生育開始前の1999年3月29日と調査終了時の同年10月31日に測定した。樹高は3月29日にだけ測った。

現存量の調査は収穫法で、生産量のそれは収穫法のほかにリタートラップ法でも行った。

まず、リタートラップ法の調査を説明する。開葉前の4月15日から10月31日までの期間、個体ごとのリターフォール量が測定できるようにリタートラップを設定した。使用したトラップは $40\times 40\text{cm}$ の木製枠に化学繊維製ゴース布（網目 0.2cm ）を袋状（深さ 45cm ）にとりつけたものである。このようなトラップをプロット内の全個体17本の樹冠下に、原則として1個体に2個のトラップ、合計34個を設定した。例外は、小さい樹冠の1個体では1個、広い面積を占める樹冠の1個体に3個とした。リターフォールの採集は各月の15日と末日に行った。採集したリターはトラップごとに紙袋に入れて実験室に持ち帰った。そして葉、枝、花序、果序などに分別し、葉および枝、花序、果序（果皮、種子、柄など）の乾重量を測定した。他に花序柄数と果序柄数を測った。乾重量の測定は 85°C で48h乾燥した後に感量 1mg の天秤を用いた。

収穫法による調査は、プロット内に設けた小プロット 56m^2 の全個体13本について11月2日に行った。まず地際で伐倒し、葉と果序を摘み取り、さらに材部（幹と枝）と枯枝を切り離した。葉と材部、枯枝は生（フィールド）重量を測り、果序は紙袋に入れて実験室に持ち帰って乾

重量を測定した。生重量から乾重量を求めるため適量のサンプル（葉 $200\sim 550\text{g}$ 、材部 400g 、枯枝 150g ）をとって乾燥し、それぞれの乾物率をえた。使用した天秤は感量 0.01g である。材部の成長量は樹幹解析法を使って測定した。各個体の材部・幹枝のうちで最も長く太いのを幹とし、次に幹に準ずる太い枝を主枝として個体により0~5本選び、残った枝を測枝としてそれぞれ分枝箇所切断した。樹幹解析用の幹円盤の採取は、幹では地上高 0.0m 、 0.3m 、 1.3m …とその後 1m 間隔で、主枝は分枝箇所 0.0m から 1m 間隔とした。側枝の成長量は幹および主枝の成長率を用いて推定した。材部に占める側枝の重量割合は個体によって $2\%\sim 15\%$ の範囲であった。

個体の材部重量成長量は材部乾重量に幹および主枝の材積成長率を掛けて、個体ごとに求めた。

群落内地表面の照度をミノルタT-1H型照時計を使って測った。測定日は10月25日、快晴時の $12:40\sim 12:55$ に64点である。

群落の概要

プロット内の全個体について生育期の前と後に測定した資料をまとめたのがTable 1である。個体数と幹（と枝）本数のちがいからわかるように地面近くでも分枝していた。幹の直径成長は地上高 30cm 部で平均 1.14cm/yr 、最大は 4.3cm/yr を示した。幹は斜上している。そのため、幹が大きく伸長した個体でも樹高の増加はほとんどなかった。斜上の著しい個体では、開葉後は葉の重みで樹高が低下した。

Fig. 1は群落内相対照度RLIの頻度分布図である。RLIの最小は 2.4% 、最大は 85.4% であった。低いRLIの出現頻度が高いのは一般の森林のばあい共通する。本群落では高いRLIが多くみられる。RLIが 30% 以上の測点は計12点、全体の 19% 、 50% 以上のRLIは6点、 9.4% を数

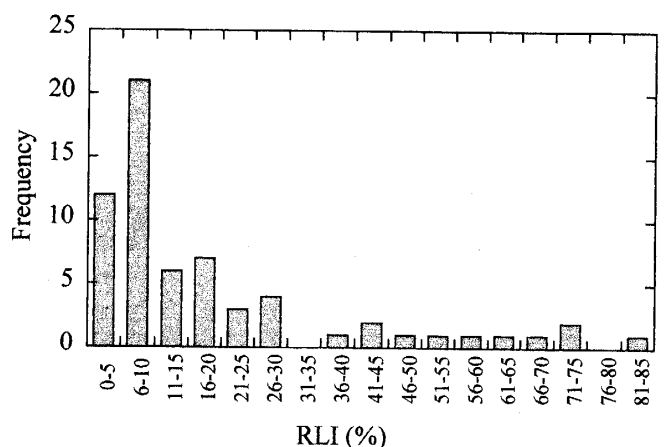


Fig. 1. Frequency distribution of relative light intensity (RLI) on the ground in the *A. julibrissin* plantation.

Date: 12:40 to 12:55, on 25 October 1999.

Light intensity on the ground: 178 - 6,360 lx.

Light intensity above the canopy: 7,160 - 7,700 lx.

Table 1. The study plantation of *Albizia julibrissin* in the Campus of Kyoto Prefectural University.

D/M/Y	29/3/1999	31/10/1999
No. of trees (/plot)	17	17 (2,361 /ha)
No. of trunks* (/plot)	29	29 (4,028 /ha)
Mean $D_{0.3}$ (cm)	4.7	5.8
Range of $D_{0.3}$ (cm)	1.9 - 7.6	1.9 - 11.5
Mean tree height (m)	3.7	—
Range of tree height (m)	2.4 - 5.2	—

Plot area: 72m^2 . *: including branches at 0.3 m high.

$D_{0.3}$: diameter of trunk and branches at 0.3 m high.

えた。平均RLIは算術平均で19.2%となった。

以上のように群落内のRLIが高いのは、後述する葉現存量やLAIが小さいことに直接の原因がある。この他、調査した10月下旬は太陽高度が低いこと、しかもネムノキは大形複葉を水平に展開していることも関係すると思われる。群落内が明るいことは陰樹の侵入と生育を可能にしている。

落葉季節

Fig. 2は落葉の日落下速度の季節的変動を示している。この日落下速度は1日当りの平均落葉量であり、これは個体別平均落葉量すなわち同一樹冠下に設置したリタートラップ(1~3個)の平均値を、さらに全個体について平均した値である。

落葉は5月前半に始まり、その後は増加をつづけて8月前半にピークに達した。8月後半には激減し、その後再び増加した。ネムノキは落葉樹であるから調査終了後の11月に多量の落葉がみられるはずである。

本群落のように夏季に落葉のピークが認められる現象はアキニレ稚樹林(只木・四手井, 1960)をはじめ若い落葉樹林(齋藤, 1981)で報告されている。これは過剰に展開した葉が旺盛なシュート伸長とあいまって光不足になり落葉するためとされる。本群落のばあい、前述したように群落内は比較的明るかったので光不足が原因と直ちに断定できない。今回は夏季のRLIは測定していないし、ネムノキ葉の光補償点の資料もみあたらない。

ここで、劣勢木および優勢木のそれぞれ4本を例として落葉の季節を折れ線グラフで示したのがFig. 3とFig. 4である。両者はともに7月後半と8月前半に落葉ピークがみられ、8月後半と9月前半に落ち込みが認められる。この傾向は先の全個体平均を示したFig. 2の季節変動と同

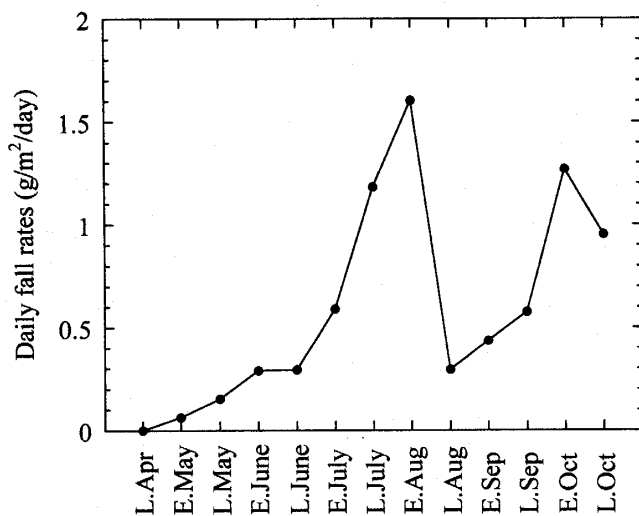


Fig. 2. Seasonal fluctuation of leaf-fall rates of averages for 17 trees.

E: early. L: late.

じであった。劣勢木と優勢木とのちがいをFig. 3とFig. 4を比較してあげれば夏季の落葉ピークの高さである。劣勢木の夏季の日落下速度は優勢木に比べて2倍ほど大きい。これは劣勢木の葉が被陰によって落葉していることを示唆している。

以上から、若い本調査群落の夏季の落葉は葉の被陰が原因であると考えられる。

現存量

地上部現存量を乾重量でまとめたのがTable 2である。サブプロットを皆伐法で調査したわけだから、個体ごとの部分ごとの重量を合計しただけである。地上部には2,147 g/m²と、他に枯枝110.0 g/m²が存在した。葉現存量は231.2 g/m²、haベースで2.312 t/haであった。この値はわが国落葉広葉樹林の平均葉量 3.1 ± 1.5 t/ha (Tadaki, 1977)に比べて少なかった。しかし本群落の値は秋季のものであり、また先述の落葉季節を考慮すると夏季の葉量は今回の値よりは多いと思われる。

ここで葉面積指数LAIを推定した。ネムノキの葉は偶数2回羽状複葉の大形であるが小葉は小さい。自動面積計(林電工AAM-5型)で多くの試料を能率的に測定でき

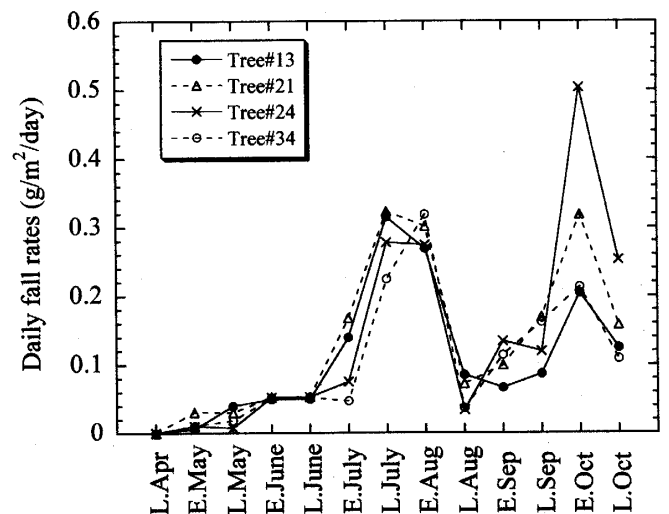


Fig. 3. Seasonal fluctuations of leaf-fall rates by trees of 4 intermediate ones.

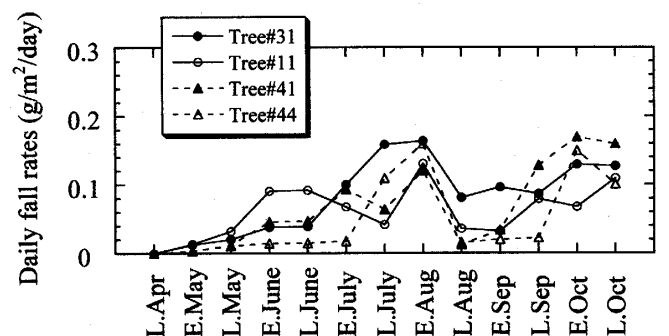


Fig. 4. Seasonal fluctuations of leaf-fall rates by trees of 4 dominant ones.

Table 2. Aboveground biomass on 2 November 1999.

	g/m ²	%
Woody parts	1,865	86.9
Leaves	231.2	10.8
Fruits and its stems	50.8	2.4
Total	2,147	100
Dead branches	110.0	—

Woody parts: trunk and branches. Dead branches: attached to living trees.

Table 3. The ratios of one-side area to dry weight of leaves.

n	Main leaf stem	Leaflets and stem forks
30	13.96 cm ² /g	139.0 cm ² /g
5	8.28	105.6
7	—	123.5
9	—	126.8
Mean	11.12	123.7

n: number of leaves sampled. A leaf area was measured with an automatic planimeter (Hayashi-Denko AAM-5).

るように、葉を「主葉軸」と「小葉+羽片軸」に切りわけ試料として用いた。Table 3は乾重量1g当りの平均面積（片面）を主葉軸と小葉+羽片軸とに分けて示している。全試料平均は前者が11.1 cm²/g、後者123.7 cm²/gであった。次に葉の乾重量にしめる小葉+羽片軸の割合はTable 4に示す2試料平均が86.4%であった。

本群落の葉現存量231.2 g/m²の値の86.4%が小葉+羽片軸、残りが主葉軸が占めるので、各々の現存量に単位重量当り葉面積を掛けて合計するとLAIは2.5となった。今回は層別刈取り法を採用しなかったから、このLAIは概数である。秋季であっても閉鎖した群落の値として、予想した値より小さかった。

群落の現存量比較に用いられる地上部現存量密度 (Kira and Shidei, 1968) を計算した。平均樹高が3.7 mであったから (Table 1), この値は0.58 kg/m³と求められた。本群落がさらに発達すれば現存量密度はこの値より少しは大きくなる。地上部現存量密度は森林タイプで若干異なる (齋藤, 1989)。陽樹林は陰樹林に比べて小さく、大きいもので1 kg/m³ (Zavitkovski, 1972) である。このように小さい現存量密度を示すことが陽樹の先駆樹種群落の特徴であって、群落内への陰樹の侵入を可能にしている。

純生産量

Table 5は1999年の地上部純生産量を示している。材部のそれは、調査方法で述べたように大部分 (85%~

Table 4. Dry weight allocation among leaf stems and leaflets (%).

n	Leaf stems			Leaflets	Leaf (total)
	Main	Forks	Total		
Measured on 4 November 1999					
22	—	—	25.2	74.8	100
10	—	—	26.1	73.9	100
30	12.3	—	—	87.7*	100
Measured on 6 November 2000					
5	15.0	11.5	26.5	73.5	100
7	—	16.4**	—	83.6**	100**
9	—	15.0**	—	85.0**	100**

n: number of leaves sampled.

*: including leaf stem forks. **: excluding main leaf stem.

98%) の幹枝を樹幹解析によって測定し求めている。葉は現存量に、それまでの期間の落葉量を加えて求めた。花序はトラップ法で、果序は収穫法とトラップ法の併用で、花粉は開花前の花に含まれる花粉重量を別途調査して推定した (神子澤・齋藤, 2005)。測定にもれた生産量として、付着枯れ枝の枯死前に成長した分があり、これは少量と推定される。また枝の新部分の枯死脱落量は測定しなかった。これは落枝量に含まれているが旧部分との分離は不可能である。なお旧部分をふくめた落枝量は10.7 g/m²/yrと少量であった。側枝の成長量を幹および主枝の成長率を用いて推定したが、側枝の成長率は幹や主枝より小さいと考えられることから過大値となっている。しかし前述のように側枝の量自体が少ないから数値上の影響は小さい。

地上部純生産量は1,422 g/m²/yr (14.22 t/ha/yr) と推定した。この内で材部の割合は62%、葉29%、花と果実8.6%となった。

ネムノキと同じ落葉広葉樹で若い陽樹林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た報告をTable 6にまとめた。このTable 6には着花前の若い外来樹種カンレンボク (齋藤, 1980) をつけ加えた。純生産量が約20 t/ha/yrをもつのはタチヤナギ (川口ら, 2005) とオオバヤシャブシ (齋藤, 1990) の群落がある。苗畑に植栽したオオバヤシャブシ群落では間伐直後の2カ年平均15.0 t/ha/yrであった。カンレンボク群落は10~14.5 t/ha/yr、花粉生産は含まないがハンノキ群落 (只木ら, 1987) 16.3 t/ha/yrの報告があるので、これら全資料と比較して今回のネムノキの純生産量は低い部類に入る。しかしながら材部、葉、花と果実の各部分の純生産量を樹種間で比べてとくに特徴はみられなかった。

次に、地上部純生産量のうち材部、葉、花と果実がしめる割合は本群落では順に62%、29%、8.9%であった。オオバヤシャブシの2つの群落についてはネムノキの割

Table 5. Aboveground net production rates in 1999.

	g/m ² /yr	%
Woody parts	885.7	62.3
Leaves	413.8	29.1
Flowers and fruits	122.9*	8.6
Total	1,422	100

Woody parts: trunk and branches. *: pollen included (from Mikozaawa and Saito, 2005).

合と大略一致している。また、カンレンボクの3群落では材部割合は60%前後を示した。一方、タチヤナギ群落では材部78.4%、花粉などを含まないがハンノキ群落72.7%（只木ら, 1989）と高い値を示す。この両樹種は単幹性が強い。この性質と幹現存量の高割合は関係があると考えられる。

以上のように純生産量とそこでの部分別割合を比較して、ネムノキは他の陽樹の落葉広葉樹林と大きなちがいはみられなかった。

次に個体別に純生産量と部分別割合をみよう。Fig. 5はサブプロット内の全個体13本について、地上部重量の大きいものから順に並べた個体別の純生産量を、Fig. 6は材部、葉、花と果実の部分別割合を示している。個体別純生産量は地上部重量の大きい個体・優勢木ほど多い傾向がある。大きい個体では葉生産量が多く、小さい個

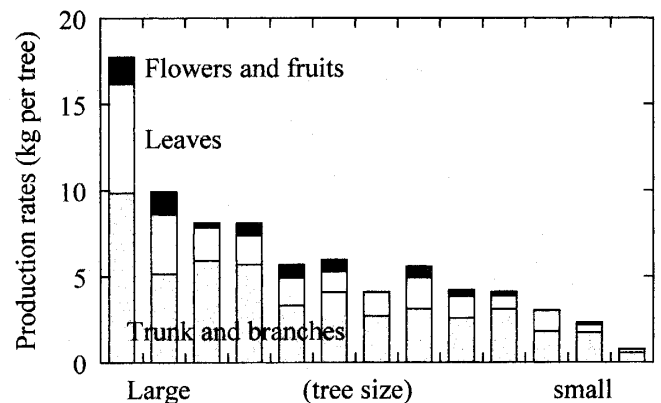


Fig. 5. Net production rates of woody parts, leaves, and flowers and fruits by tree individuals.

体で花と果実の生産量が少ない傾向がみられる。部分別割合でみても同様の傾向があり、優勢木の2本ではとくに葉の割合が高い。

一方、自然間引きで枯死しないよう劣勢木は生育空間の確保に努力する時期があると想像され、この考えを基にすると劣勢木は高い材部割合を示すのではと期待された。今回の調査結果では、Fig. 6のように個体間のバラツキが大きいこともあるが明白な傾向はなかった。この結果は逆に、ネムノキ群落では自然間引きがおきやすいことを示すと考えられる。

Table 6. A comparison of aboveground net production rates and allocation among young communities of deciduous broadleaf and shade intolerant trees.

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%	
<i>Alnus sieboldiana</i> *	8 yr	19.4	11.7	7.08	0.6.8	Iwasaki <i>et al.</i> , 1995
		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>Comptotheca acuminata</i> *	6 yr	14.50	9.17	5.37	0	Saito, 1980
		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	Mikozaawa <i>et al.</i> (This study)
		100%	62.3%	29.1%	8.6%	

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

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

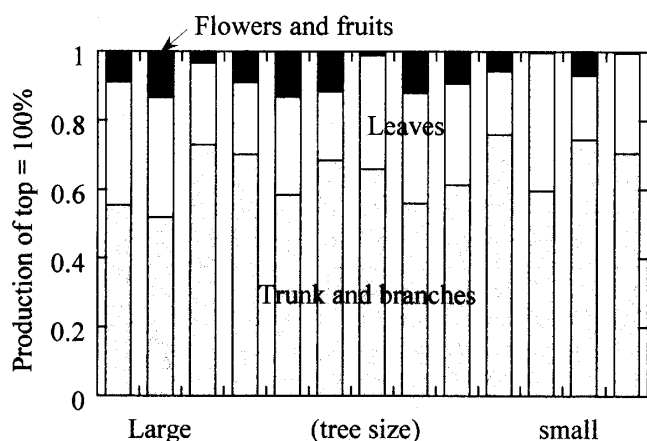


Fig. 6. Allocation of net production rates among woody parts, leaves, and flowers and fruits by tree individuals.

引用文献

- 林 弥栄 (1969) 有用樹木図鑑 (林木編). 472pp. 誠文堂新光社.
- Iwasaki, Y., Kasuya, N., Yosida, H. and Saito, H. (1995) Dry-matter production and its change by thinning in a young *Alnus sieboldiana* plantation. J. Jpn. Soc. Reveget. Tech. **20**: 214-222.
- 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 (印刷中).
- Kira, T. and Shidei, T. (1967) Primary production and turnover of organic matter in different forest ecosystems

- of the western Pacific. Jpn. J. Ecol. **17**: 70-87.
- 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).
- 神子澤佳子・齋藤秀樹 (2005) 若いネムノキ植栽群落における花粉生産量. 花粉誌**51**: 21-24.
- 齋藤秀樹 (1980) 落葉広葉樹 (*Camptotheca acuminata* Decne.) 小型林分における物質生産の研究. 京都府大学報・農**32**: 94-100.
- 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.
- 齋藤秀樹 (1989) 森林の現存量 (森林生態学 (堤編), 166pp. 朝倉書店). 46-56.
- 齋藤秀樹 (1990) 残土処理場に成立したオオバヤシャブシ幼齢群落の乾物生産の特徴—とくに繁殖器官について—. 日林誌**72**: 208-215.
- Shidei, T. and Kira, T. (eds.) (1997) Primary productivity of Japanese forests (JIBP Synthesis 16). 289pp. University of Tokyo Press.
- Tadaki, Y. (1977) Leaf biomass. In Primary productivity of Japanese forests (Shidei, T. and Kira, T., eds.). 39-44.
- 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) ハンノキ幼齢林の一次生産力. 日林誌**69**: 207-214.
- 只木良也・四手井綱英 (1960) アキニレ稚樹林における葉量の時期的変化とその乾物生産. 日林誌**42**: 427-434.
- Zavitkovski, J. and Stevens, R. D. (1972) Primary productivity of red alder ecosystems. Ecol. **53**: 235-242.

Dry-matter production in a young *Albizzia julibrissin* plantation

YOSHIKO MIKOZAWA, HIDEKI SAITO and NOBUHIKO KASUYA

Synopsis : Aboveground biomass and net production rates in a young persimmon (*Albizzia julibrissin*) plantation (age after planting: 6 years) were studied with the litter trap method during a growth period in 1999 and by the clear-cutting method at the end of this period. The production rates of flowers, pollen, fruits, and flower and fruit stems were measured. Judging from the comparison of dry-matter production among young deciduous broadleaf and shade-intolerant tree communities, no striking characteristics of the *A. julibrissin* community were found. The plantation showed features suggestive of invasion of shade-tolerant trees into pioneer tree communities, including low biomass density of aboveground parts (0.58 kg/m^3), small leaf-mass (2.31 t/ha in dry matter and approximately 2.5 ha/ha in leaf area, at the end of October), and high relative light intensity on the ground (19%, on 25 October).

Key words : biomass density of aboveground parts, deciduous broadleaf trees, leaf biomass, net production, relative light intensity, shade-intolerant trees