

研究資料 (Research record)

小川試験地における 29 樹種の胸高直径－樹高関係

正木 隆^{1)*}、中静 透²⁾、新山 馨¹⁾、田中 浩³⁾、飯田 滋生⁴⁾

要旨

落葉広葉樹の老齢林である小川試験地に設定した 6 ha プロット内で 29 樹種 800 本の胸高直径と樹高を計測し、拡張相対成長式をあてはめて樹種ごとのパラメータを推定した。元データ及び推定結果は、付表および補足電子資料として提供する。本資料は落葉広葉樹林を育てる際の途中および最終の目標林型の設計など、種の多様な森林の育成・管理を進める上で有効に活用できると考える。

キーワード：落葉広葉樹、拡張相対成長式、生活型、小川試験地

1. はじめに

種の多様な森づくりを進める上では、森林を構成する広葉樹の種特性を把握することが必要である。樹種特性のうち、胸高直径と樹高の関係は、それぞれの種が森林のどの階層を構成するか（高木層まで到達するか亜高木層にとどまるか；田中 2007）、あるいは肥大成長と伸長成長のどちらを優先するか（正木 1993）などに関わる重要な形質である。そこで本報告は、茨城森林管理署管内の小川試験地において 29 種 800 本の胸高直径と樹高を測定し、胸高直径と樹高の関係を樹種ごとに推定した結果をとりまとめ、森林管理および広葉樹の生態研究のための基礎資料として提供するものである。

2. 試験地の概要

小川試験地は、関東森林管理局茨城森林管理署管内の生物群集保護林に指定されている 101 林班および 103 林班（面積は合計約 100ha）内に設定されている。この保護林は阿武隈山地南部の丘陵地帯に位置し（北緯 36° 56′、東経 140° 35′、標高 610–660m）、2002–2005 年の年平均気温は 9.2℃、2001–2006 年の年平均降水量は 1817mm である（阿部ら 2008）。基岩と土壌型は主に花崗岩および適潤性褐色森林土である（Nakashizuka and Matsumoto 2002）。森林は全体に成熟～老齢段階の林相を呈しており、優占種はコナラ、イヌブナ、ブナ等である（Masaki et al. 1992）。

3. 調査方法

1987 年に 6ha（300m × 200m）のプロットが試験地として設定され、胸高周囲長 15cm 以上の全個体に対

象に胸高周囲長がスチールメジャーで 1mm の精度で測定され（幹単位で 6,000 本弱）、樹種が同定された（Masaki et al. 1992）。1989 年 5 月に胸高周囲長を再測定した後、高木種・亜高木種 29 種（アブキ、カスミザクラ、クリ、イヌブナ、ブナ、コナラ、ミズナラ、ミズメ、アカシデ、イヌシデ、クマシデ、サワシバ、アサダ、（広義の）イタヤカエデ、ウリハダカエデ、オオモミジ、コハウチワカエデ、チドリノキ、ヒトツバカエデ、ヒナウチワカエデ、ミツデカエデ、メグスリノキ、ヤマボウシ、ミズキ、ハクウンボク、リョウブ、アオダモ、コシアブラ、ハリギリ）を対象に小径木から大径木までがバランス良く含まれるように 789 本の幹を選んで 1990 年 3 月に樹高（幹長ではなく根元からの自然高）を測定し、1989 年の胸高周囲長を円周率で除すことで得た胸高直径の値もあわせてデータセットを作成した。樹高の測定方法の目安として、おおむね 8m 未満の幹については測高ポールを用いて測定し、それよりも高い幹についてはブルーメリスを用いた。

また、稚樹（樹高 2m 以上）の調査のためにプロット内に 10m 格子で 2m × 2m のコドラートを設置し（計 651 箇所）、周囲長 15cm 未満及び自然高 2m 以上の幹を対象にノギスで直交する 2 方向で胸高直径を 0.1mm の精度で計測し、一部の個体については測高ポールで樹高を測定した（Nakashizuka and Matsumoto 2002）。コシアブラについては、その中から胸高直径（2 方向の測定値の平均）が 1cm 以上、かつ樹高のデータも備わっている幹を 11 本選んでデータセットに加えた。

以上の調査により、800 本分のデータを含むデータセットが得られた。データセット中、胸高直径の最大値は約 120cm（ハリギリ）、樹高の最大値は約 32m（ブ

原稿受付：平成 29 年 2 月 2 日 原稿受理：平成 29 年 3 月 31 日

1) 森林総合研究所森林植生研究領域

2) 東北大学大学院生命科学研究所

3) 森林総合研究所理事

4) 森林総合研究所九州支所

* 森林総合研究所森林植生研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1

ナ)である。1樹種あたりの幹数は25–35本だが、4–5本のチドリノキとヒトツバカエデ、あるいは47本のイヌブナなど、樹種によってサンプル数の変動があった(詳細はAppendix 1及び補足電子資料Table S1を参照)。このデータは、本報告のAppendix 1および補足電子資料Table S1として提供する。

4. 解析方法

胸高周囲長は円周率で除して胸高直径(D cm)に変換し、樹高(H_G m)は1.3mを差し引いて胸高からの樹高の値(H m)とし、以下の拡張相対成長式をあてはめた(Ogawa et al. 1965, 伊東 2015)。

$$H_G = H + 1.3$$

$$\frac{1}{H} = \frac{1}{aD^b} + \frac{1}{c}$$

ここで、 a 、 b 、 c は推定対象となるパラメータであり、 c は胸高からの樹高の潜在的な最大値に相当する。パラメータの推定の手順は以下のとおりである。まず、幹 i の樹種を j 、胸高直径の測定値を $D_{\text{OBS},i}$ とすると、これに対応する胸高からの樹高の予測値($H_{\text{EXP},i}$)は種特異的なパラメータを用いて以下のように計算される。

$$H_{\text{EXP},i} = \frac{1}{\frac{1}{a_j D_{\text{OBS},i}^{b_j}} + \frac{1}{c_j}}$$

そして、胸高からの樹高の測定値の真値($\bar{H}_{\text{OBS},i}$)を対数変換した値($\log \bar{H}_{\text{OBS},i}$)が、上式で求めた胸高からの樹高の予測値を対数変換した値 $\log H_{\text{EXP},i}$ を平均とし、分散を σ^2 とする正規分布に従うものと仮定した。

$$\log \bar{H}_{\text{OBS},i} \sim \text{Normal}(\log H_{\text{EXP},i}, \sigma^2)$$

対数変換を行なった理由は、そうすることによって樹高のバラツキ具合が胸高直径によらず見た目上ほぼ一定になることによる(生の樹高データでは小径木ではバラツキが小さく大径木ではバラツキが大きい傾向が見て取れる; Fig. 1 参照)。なお、広葉樹は針葉樹と異なり樹冠が丸くて梢端が不明瞭なため、樹高測定では観測誤差が避けられない。そこで樹高の観測値から1.3mを差し引いた $H_{\text{OBS},i}$ は、胸高からの樹高の真値 $\bar{H}_{\text{OBS},i}$ を平均とし、便宜的にその0.1倍の値を標準偏差とする正規分布からランダムサンプリングされたものとみなした。

$$H_{\text{OBS},i} \sim \text{Normal}(\bar{H}_{\text{OBS},i}, (\bar{H}_{\text{OBS},i} \times 0.1)^2)$$

さらに、種特異的なパラメータ a_j は未知の値 μ_a と σ_a^2 をパラメータとする対数正規分布に従うものとした。パラメータ b と c についても同様の仮定を置いた。

$$a_j \sim \text{LogNormal}(\mu_a, \sigma_a^2)$$

$$b_j \sim \text{LogNormal}(\mu_b, \sigma_b^2)$$

$$c_j \sim \text{LogNormal}(\mu_c, \sigma_c^2)$$

以上のモデルのパラメータをR (version 3.3.2; R Core Team 2016)とRStanパッケージ (version 2.14.1; Stan Development Team 2016)を用いたMCMC法により、無情報事前分布を前提としたベイズ統計学の枠組みで推定した。無情報分布はRStanが自動的に生成する一様分布とした。また、繰り返し回数は2,000回に設定し、初期の1,000回を切り捨てて事後分布を得た。Gelman-Rubinの収束診断は1.03未満の値を示した。推定された事後分布の平均値、標準偏差、および95%信用区間によってパラメータ推定値を要約した。なお、生態学におけるベイズ統計学及び階層モデルの利用については、McCarthy (2009)、久保 (2012)、Kéry and Schaub (2016)等による解説を参照されたい。

5. 推定結果

パラメータの推定値の一覧をTable 1とTable 2及び補足電子資料Table S2に示す。また、拡張相対成長式を当てはめた結果をFig. 1に示す。この図が示すように、樹種によってはサンプリングされた幹の胸高直径の値が小さい範囲に偏っており(例えばアワブキ)、その場合でも計算上は大径木の段階での地上からの樹高(以下、単に「樹高」と記す)の予測値が得られる(図中の灰色の曲線)。しかし、外挿であるためにその数値の信頼性は低く、実用上は計測された胸高直径の範囲(図中の赤色の曲線)内での推定にとどめるのが安全である。

また、今回対象としていない樹種については、推定した対数正規分布のパラメータ μ_a 、 μ_b 、 μ_c 、 σ_a 、 σ_b 、 σ_c を用いて、

Table 1. 一般パラメータの推定値一覧。

Estimates of the general parameters				
General parameters	Mean	SD	Lower CRI	Upper CRI
σ	0.15	0.01	0.14	0.16
μ_a	-0.20	0.10	-0.39	-0.01
μ_b	0.21	0.05	0.11	0.29
μ_c	3.17	0.07	3.03	3.32
σ_a	0.15	0.05	0.06	0.25
σ_b	0.05	0.02	0.01	0.10
σ_c	0.25	0.05	0.17	0.35

SDは標準偏差、CRIは95%信用区間の略号である。

with standard deviation (SD) and 95% credible intervals (CRI).

Table 2. 拡張相対成長式のパラメータの樹種ごとの推定値一覧。

The estimates of specific expanded allometry parameters between height and diameter at breast height

Family	Species	和名	Maximum DBH (cm)	Parameter a			Parameter b			Parameter c					
				Mean	SD	Lower CRI	Upper CRI	Mean	SD	Lower CRI	Upper CRI	Mean	SD	Lower CRI	Upper CRI
Sabiaceae	<i>Meliosma myriantha</i>	アブブキ	22.6	0.80	0.10	0.62	1.03	1.20	0.08	1.04	1.35	19.1	4.1	13.0	29.0
Rosaceae	<i>Cerasus levilleana</i>	カスミザクラ	64.4	0.76	0.11	0.55	1.00	1.24	0.07	1.10	1.39	29.0	2.9	24.3	35.5
Fagaceae	<i>Castanea crenata</i>	クリ	81.7	0.91	0.16	0.65	1.25	1.28	0.08	1.13	1.45	23.7	1.8	20.7	27.7
	<i>Fagus japonica</i>	イヌブナ	91.8	0.75	0.10	0.57	0.98	1.20	0.07	1.06	1.33	28.6	2.8	24.2	35.1
	<i>Fagus crenata</i>	ブナ	101.5	0.80	0.11	0.60	1.03	1.21	0.07	1.07	1.34	27.3	2.1	23.9	31.9
	<i>Quercus serrata</i>	コナラ	112.2	0.82	0.13	0.58	1.11	1.23	0.07	1.09	1.36	27.8	1.9	24.6	31.9
	<i>Quercus crispula</i> var. <i>crispula</i>	ミスナラ	100.1	0.79	0.12	0.58	1.04	1.22	0.07	1.09	1.35	26.0	2.0	22.7	30.2
Betulaceae	<i>Betula grossa</i>	ミズメ	90.2	0.94	0.15	0.67	1.26	1.28	0.07	1.15	1.44	27.1	2.2	23.4	31.7
	<i>Carpinus laxiflora</i>	アカシデ	58.3	1.01	0.16	0.75	1.35	1.30	0.09	1.14	1.50	17.4	1.4	14.9	20.4
	<i>Carpinus tschonoskii</i>	イヌシデ	50.5	0.73	0.11	0.53	0.95	1.21	0.07	1.06	1.35	28.7	3.7	23.2	37.3
	<i>Carpinus japonica</i>	クマシデ	41.5	0.84	0.12	0.63	1.10	1.23	0.08	1.08	1.38	17.3	1.9	14.1	21.4
	<i>Carpinus cordata</i>	サワシバ	45.0	0.93	0.12	0.72	1.20	1.23	0.08	1.07	1.39	15.0	1.7	12.4	18.9
	<i>Ostrya japonica</i>	アサダ	75.7	0.83	0.12	0.62	1.08	1.24	0.07	1.11	1.38	29.2	2.7	24.9	35.0
Sapindaceae	<i>Acer pictum</i>	イタヤカエデ	74.8	0.77	0.11	0.58	1.01	1.21	0.07	1.07	1.34	29.1	3.2	23.8	36.6
	<i>Acer rufinerve</i>	ウリハダカエデ	29.9	0.80	0.11	0.60	1.04	1.24	0.07	1.10	1.39	27.9	4.1	21.6	37.8
	<i>Acer amoenum</i>	オオモミジ	61.9	0.76	0.11	0.55	0.98	1.25	0.07	1.10	1.39	24.1	2.2	20.4	29.2
	<i>Acer sieboldianum</i>	コハウチワカエデ	40.3	0.74	0.11	0.54	0.97	1.23	0.07	1.08	1.37	27.4	4.3	20.8	37.4
	<i>Acer carpinifolium</i>	チドリノキ	11.7	0.72	0.13	0.48	0.97	1.18	0.09	1.01	1.34	19.6	5.3	11.5	31.9
	<i>Acer distylum</i>	ヒトツバカエデ	23.8	0.90	0.13	0.67	1.18	1.26	0.08	1.12	1.42	27.1	5.6	18.3	39.8
	<i>Acer tenuifolium</i>	ヒナウチワカエデ	29.3	0.70	0.11	0.52	0.93	1.18	0.08	1.01	1.32	24.1	5.1	17.2	35.9
	<i>Acer cissifolium</i>	ミツデカエデ	25.1	0.81	0.12	0.61	1.06	1.22	0.07	1.08	1.37	24.7	4.8	17.8	35.5
	<i>Acer maximowiczianum</i>	メダスリノキ	35.0	0.85	0.11	0.64	1.08	1.24	0.07	1.09	1.38	24.2	3.5	18.7	32.2
Comaceae	<i>Benthamidia japonica</i>	ヤマボウシ	32.7	0.82	0.11	0.63	1.05	1.20	0.08	1.03	1.35	15.0	2.7	11.1	21.6
	<i>Swida controversa</i>	ミズキ	49.4	0.91	0.13	0.68	1.19	1.27	0.07	1.13	1.42	28.6	2.8	24.2	35.5
Styracaceae	<i>Styrax obassia</i>	ハクウンボク	27.3	0.87	0.11	0.67	1.11	1.25	0.07	1.11	1.40	23.2	3.7	17.7	31.6
Clethraceae	<i>Clethra barbinervis</i>	リヨウブ	15.4	0.78	0.10	0.60	1.00	1.20	0.08	1.05	1.34	23.2	5.1	15.6	35.1
Oleaceae	<i>Fraxinus lanuginosa</i> f. <i>serrata</i>	アオダモ	21.0	0.95	0.13	0.72	1.22	1.26	0.08	1.12	1.42	23.3	4.1	17.0	32.6
Araliaceae	<i>Chengiopanax sciadophylloides</i>	コシアブラ	18.0	1.02	0.08	0.87	1.19	1.29	0.08	1.16	1.47	24.7	4.5	17.6	34.8
	<i>Katopanax septemlobus</i>	ハリギリ	120.2	0.80	0.14	0.56	1.09	1.22	0.07	1.08	1.36	27.9	2.8	23.5	34.2
All species		全種		0.83	0.08	0.69	1.00	1.23	0.06	1.12	1.34	24.7	1.8	21.5	28.8

樹種の学名は APG 体系に準拠し、順番は大場 (2011) に従った。SD は標準偏差、CRI は 95% 信用区間の略号である。with standard deviation (SD) and 95% credible intervals (CRI). Nomenclature follows the APG system. Species are ordered following Oba (2011).

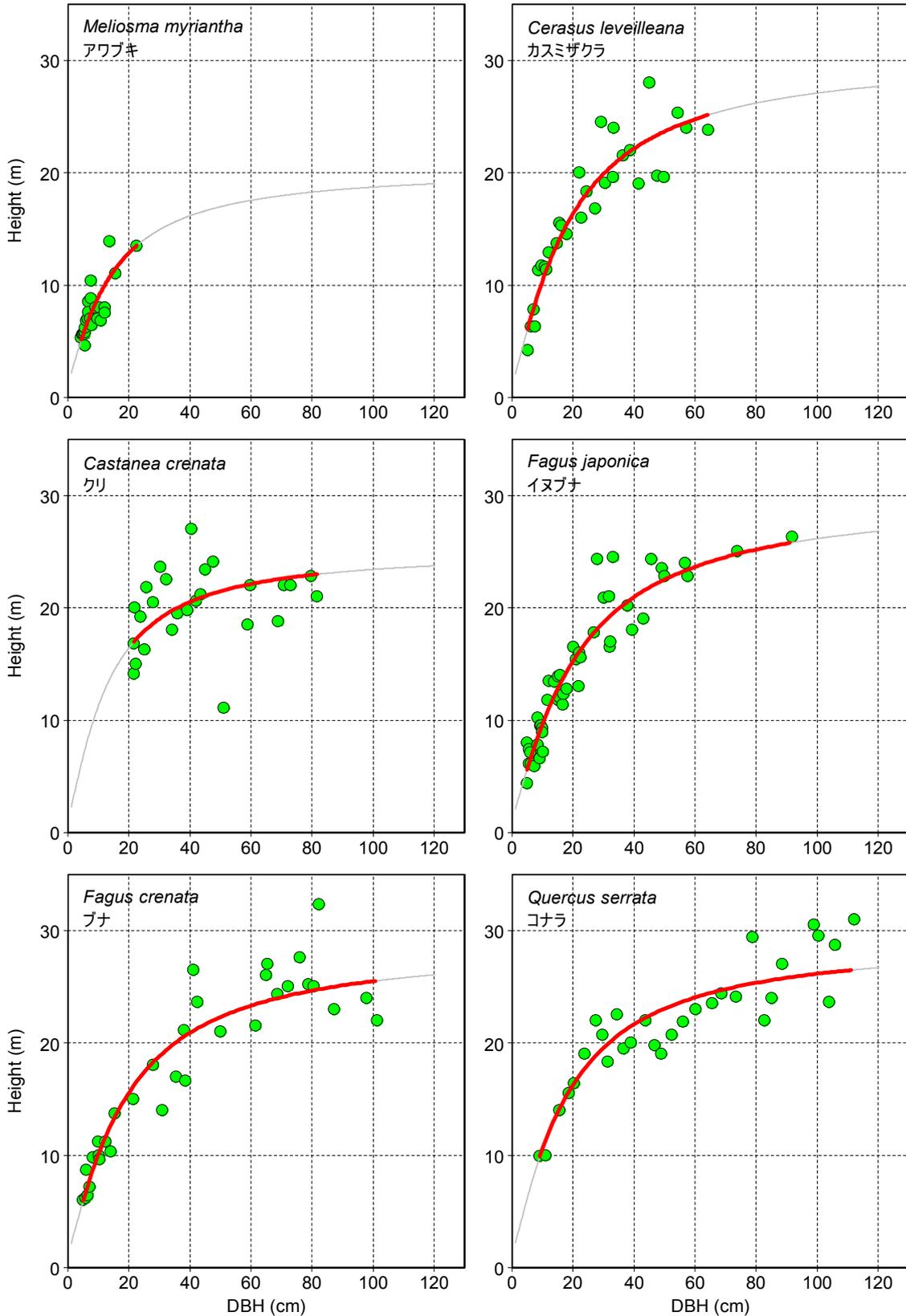


Fig. 1 樹種ごとの胸高直径と樹高の散布図と推定拡張相対成長式。

曲線の赤い部分は測定された胸高直径の範囲内であることを示す。最後のグラフは、樹種を区別せずに全データをプロットし a_{ALL} 、 b_{ALL} 、 c_{ALL} を用いた拡張相対成長式を描いたものである。

Specific plots for the height–diameter relationships with estimated expanded allometries.

The last plate shows all height–diameter data with the expanded allometry having the general parameters: a_{ALL} , b_{ALL} and c_{ALL} .

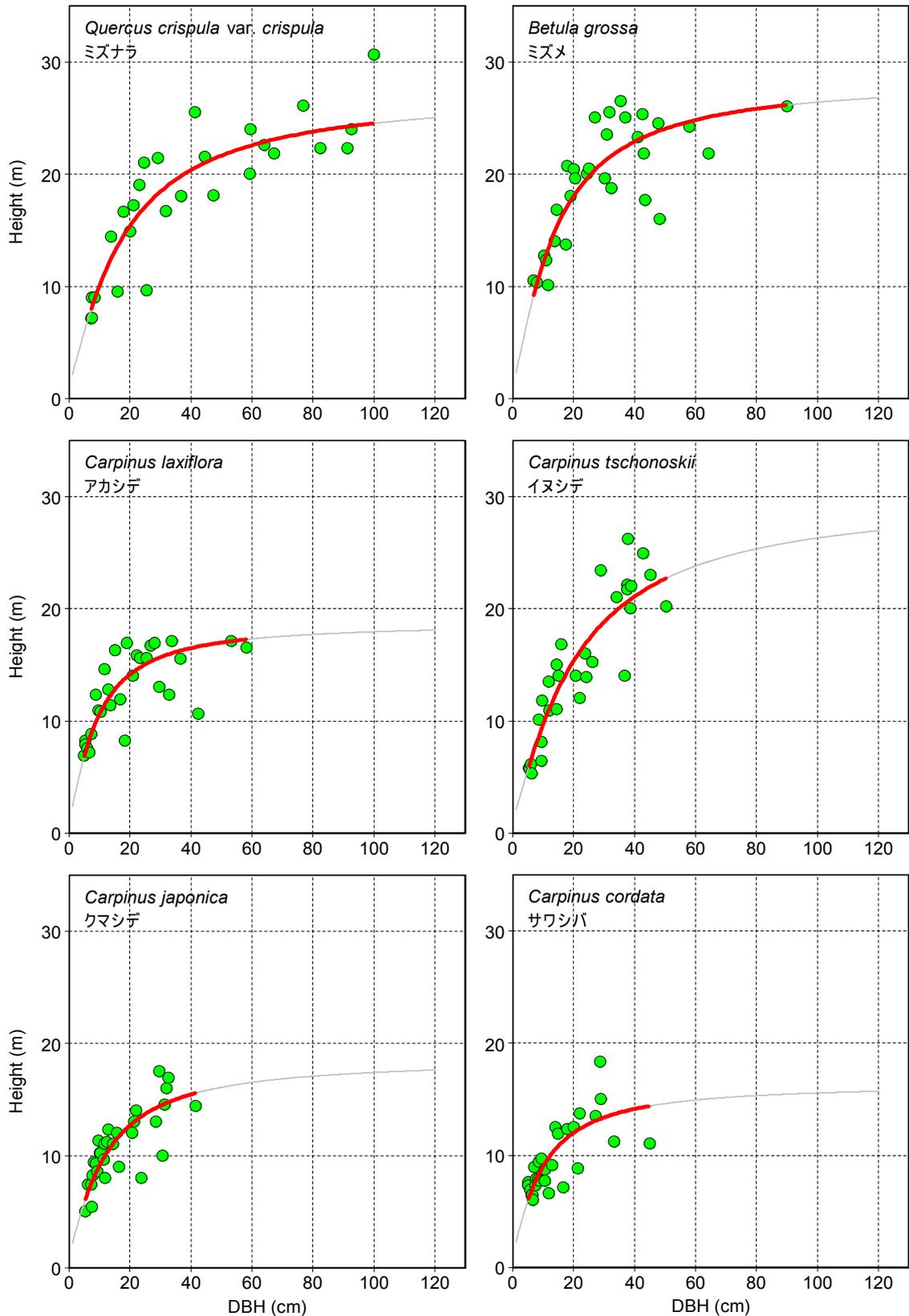


Fig. 1 樹種ごとの胸高直径と樹高の散布図と推定拡張相対成長式 (つづき)
 曲線の赤い部分は測定された胸高直径の範囲内であることを示す。最後のグラフは、樹種を区別せずに全データをプロットし a_{ALL} 、 b_{ALL} 、 c_{ALL} を用いた拡張相対成長式を描いたものである。

Specific plots for the height–diameter relationships with estimated expanded allometries. (Continued)

The last plate shows all height–diameter data with the expanded allometry having the general parameters: a_{ALL} , b_{ALL} and c_{ALL} .

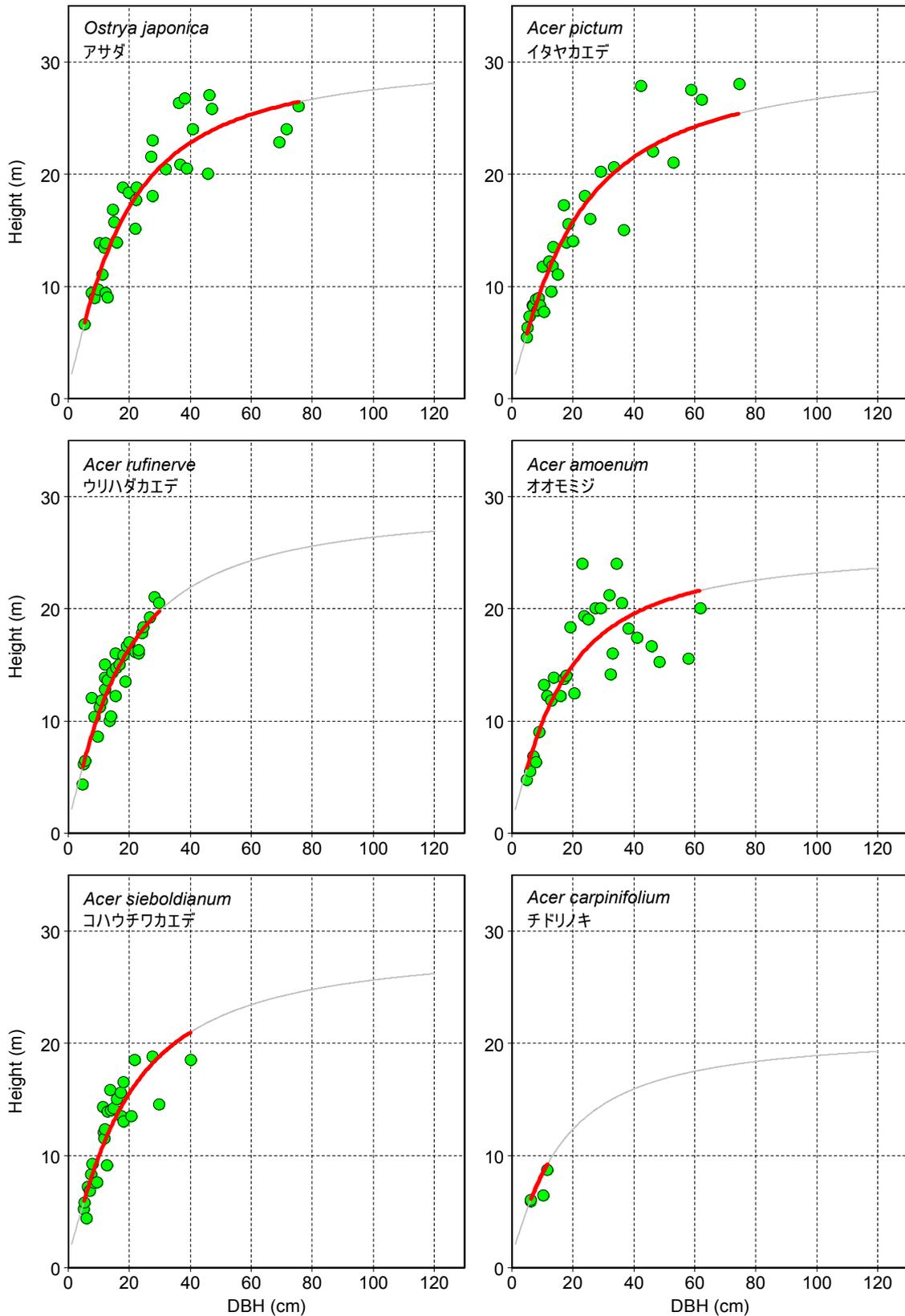


Fig. 1 樹種ごとの胸高直径と樹高の散布図と推定拡張相対成長式 (つづき)
 曲線の赤い部分は測定された胸高直径の範囲内であることを示す。最後のグラフは、樹種を区別せずに全データをプロットし a_{ALL} 、 b_{ALL} 、 c_{ALL} を用いた拡張相対成長式を描いたものである。

Specific plots for the height–diameter relationships with estimated expanded allometries. (Continued)

The last plate shows all height–diameter data with the expanded allometry having the general parameters: a_{ALL} , b_{ALL} and c_{ALL} .

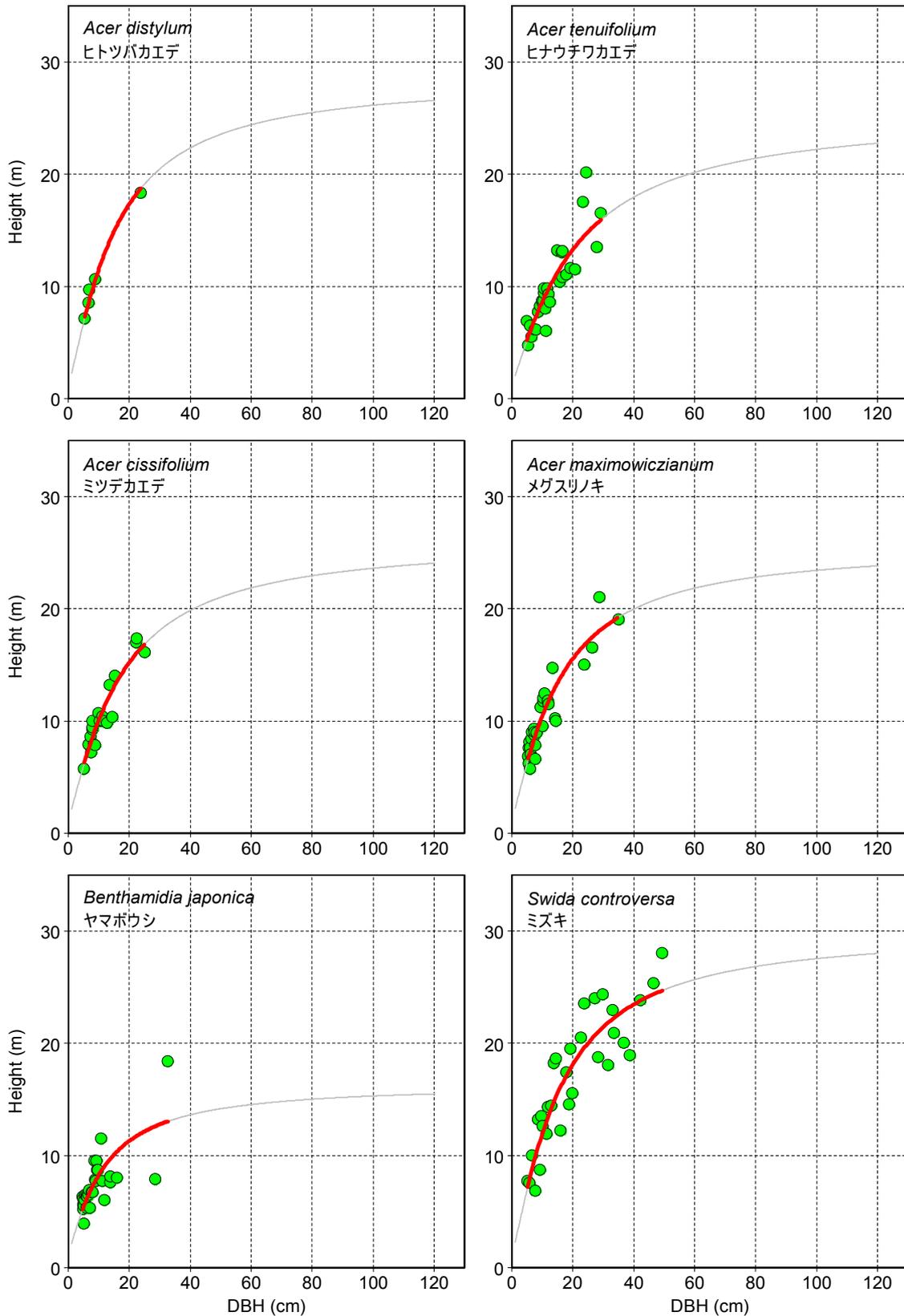


Fig. 1 樹種ごとの胸高直径と樹高の散布図と推定拡張相対成長式 (つづき)
 曲線の赤い部分は測定された胸高直径の範囲内であることを示す。最後のグラフは、樹種を区別せずに全データをプロットし a_{ALL} 、 b_{ALL} 、 c_{ALL} を用いた拡張相対成長式を描いたものである。

Specific plots for the height–diameter relationships with estimated expanded allometries. (Continued)

The last plate shows all height–diameter data with the expanded allometry having the general parameters: a_{ALL} , b_{ALL} and c_{ALL} .

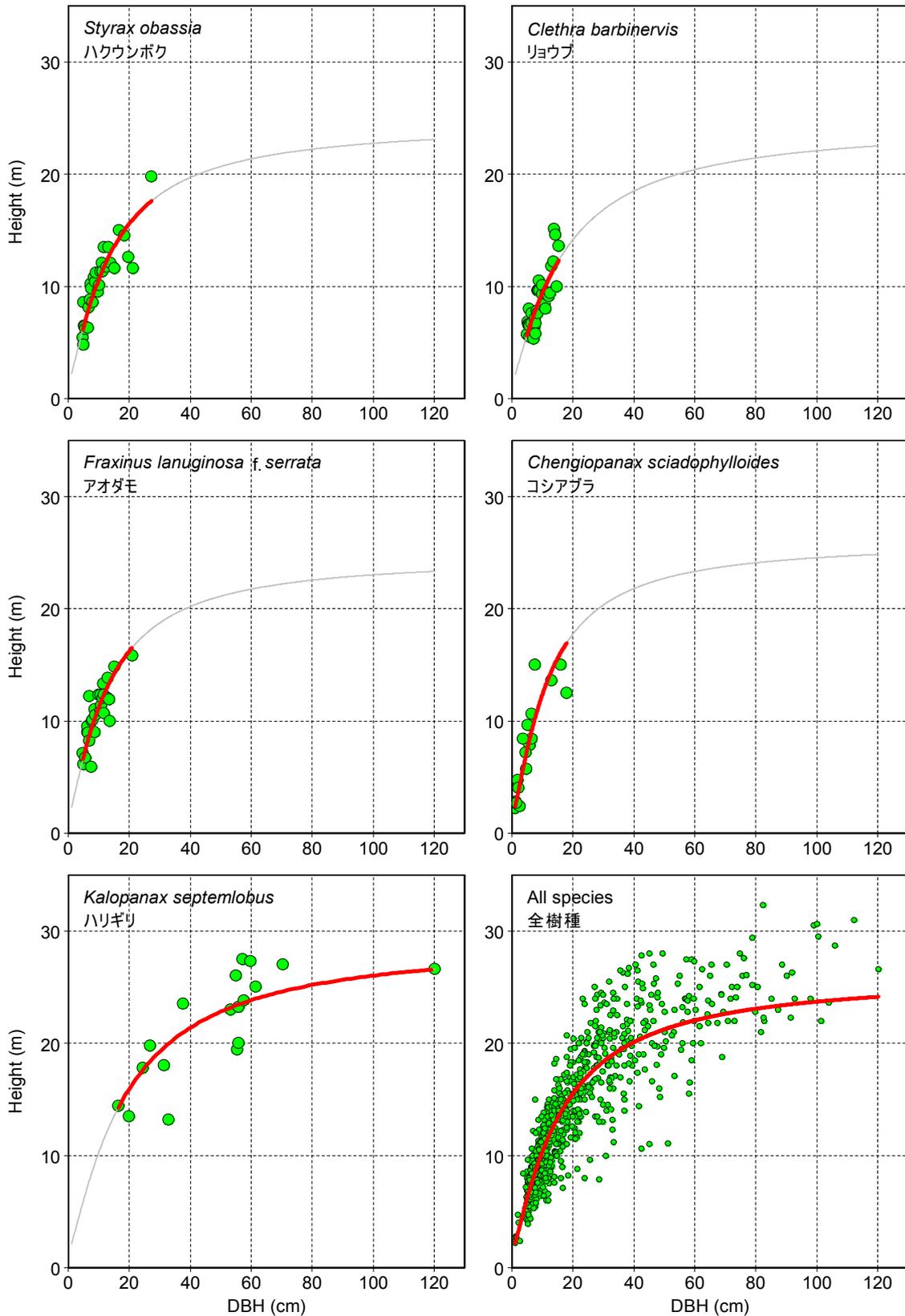


Fig. 1 樹種ごとの胸高直径と樹高の散布図と推定拡張相対成長式 (つづき)
 曲線の赤い部分は測定された胸高直径の範囲内であることを示す。最後のグラフは、樹種を区別せずに全データをプロットし a_{ALL} 、 b_{ALL} 、 c_{ALL} を用いた拡張相対成長式を描いたものである。

Specific plots for the height–diameter relationships with estimated expanded allometries. (Continued)

The last plate shows all height–diameter data with the expanded allometry having the general parameters: a_{ALL} , b_{ALL} and c_{ALL} .

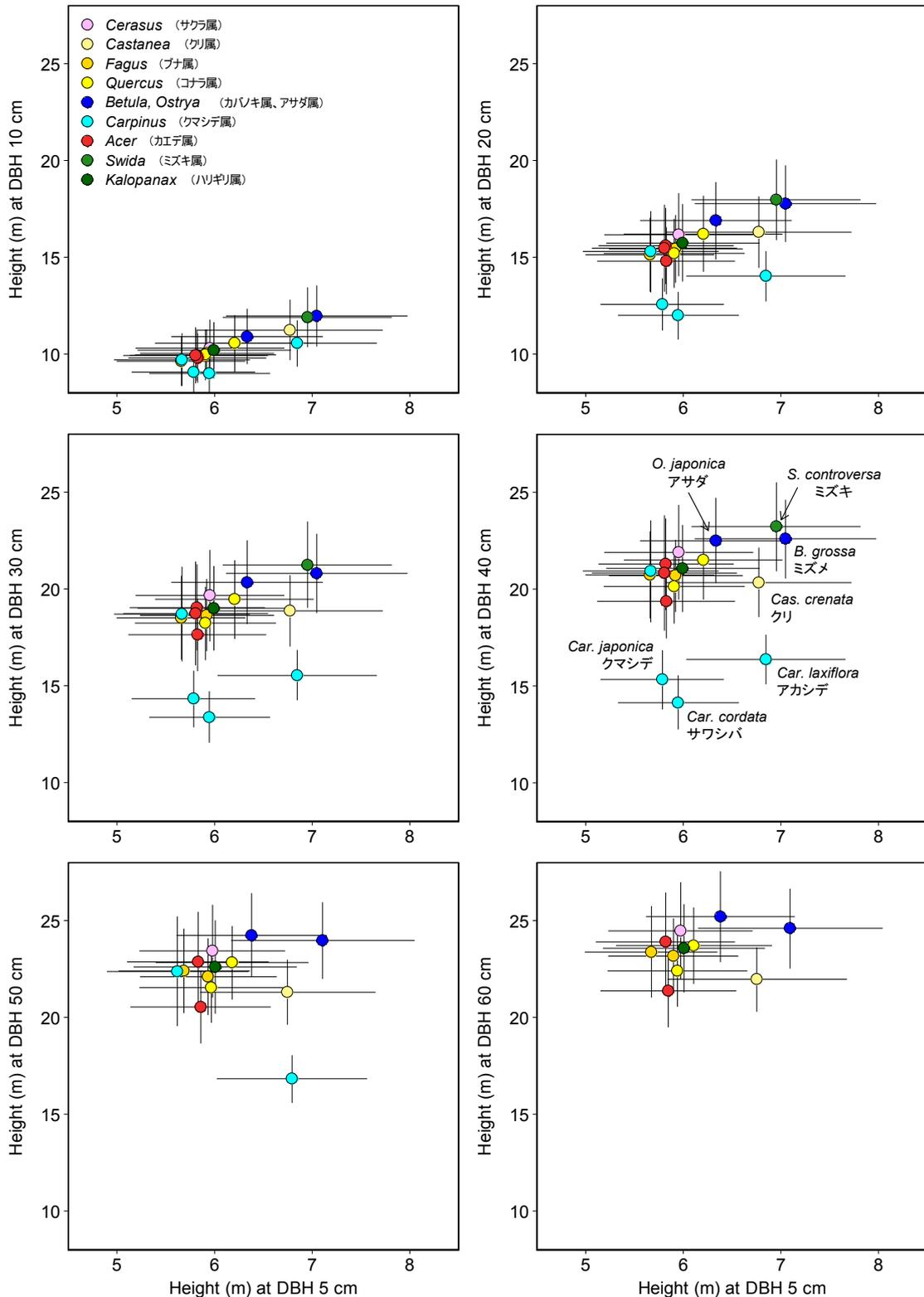


Fig. 2 プロット内で胸高直径 40 cm 以上に達していた樹種を対象に、胸高直径 5 cm、10 cm、20 cm、30 cm、40 cm、50 cm、60 cm における樹高を予測。

胸高直径 5 cm の段階での樹高を横軸に、胸高直径 10–60 cm の段階での樹高を縦軸にプロットした。パラメータ a 、 b 、 c を推定値の平均と分散を用いてランダムに 1000 個発生させて樹高を計算し、樹高の予測値の平均値と標準偏差を得た。縦棒と横棒が標準偏差を表す。

Predicted height at diameter at breast height (DBH) = 5, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 cm for species with stems >40 cm in DBH within the 6-ha plot.

The specific parameter a , b , and c were generated randomly (total of 1000 for each parameter) using their estimated mean and variance, and provided to calculate specific heights (mean and standard deviations). Vertical and horizontal bars represent standard deviations.

$$a_{ALL} = \exp\left(\mu_a + \frac{\sigma_a^2}{2}\right)$$

$$b_{ALL} = \exp\left(\mu_b + \frac{\sigma_b^2}{2}\right)$$

$$c_{ALL} = \exp\left(\mu_c + \frac{\sigma_c^2}{2}\right)$$

によって対数正規分布の平均値を算出し (Table 2 の最後の行)、以下の

$$H_G = \frac{1}{\frac{1}{a_{ALL} D^{b_{ALL}}} + \frac{1}{c_{ALL}}} + 1.3$$

を暫定的な関係式として用いるのが無難であろう (Fig. 1 の最後のグラフ)。カエデ属やクマシデ属のように同属内であっても胸高直径-樹高の関係式が大きく異なることがあるため (Fig. 1)、未知の樹種に対して本資料の近縁種のパラメータを当てはめることには、慎重であるべきと考える。また、上記のパラメータは落葉広葉樹のデータにもとづいて推定したものであり、基本的に常緑広葉樹あるいは針葉樹の樹高予測には用いない方がよいだろう。

試みに 29 種のうち 6ha プロット内で胸高直径 40cm 以上の個体を含む 17 種を対象に胸高直径 5cm、10cm、20cm、30cm、40cm、50cm、60cm における樹高の予測値を算出して比較した (Fig. 2)。平均的にどの樹種も、胸高直径が 20cm から 30cm の段階で林冠層 (概ね 15m 以上; Tanaka and Nakashizuka 1998) に到達するといえる。ただし、クマシデ属のうちイヌシデを除く 3 種は胸高直径 10cm の段階以降の樹高が相対的に低く、胸高直径 40cm に達しても全体として林冠層の最下部にとどまる傾向がみられた。クリは胸高直径 5cm の段階での樹高は相対的に高いものの、最終的には林冠層を突き抜けるほどの樹高には達しないことが見て取れる。逆にミズメ、アサダ、ミズキは一貫して相対的に肥大成長よりも伸長成長を優先する傾向が強く、胸高直径 20cm 以上のステージで他樹種よりも樹高の高い傾向がみられた。その結果、胸高直径 40cm の段階において最も高いミズキと最も低いサワシバの間に約 10m の樹高差が生じていた。こういった形態 (胸高直径と樹高の関係) の相対的な種間差は、胸高直径 30cm の段階以降ではほぼ一定となった。

6. 資料の活用

上で一例を示したように、本資料で提供するデータを用いて胸高直径と樹高の関係を種間で比較することで、肥大成長と伸長成長の相対的な優先の程度や、林内における垂直的な階層位置などの特性を樹種ごとに明らかにできる (正木 1993, 田中 2007)。森林管理への応用としては、例えばそれぞれの樹種のさまざまな

直径階での樹高を予測することで、多様な樹種からなる落葉広葉樹林を育てる際の途中および最終の目標林型を設計することができるだろう。また、種特異的な材密度の数値を併用することで、落葉広葉樹林の地上部の木部の炭素量推定などにも適用できる。生態学研究としては、他の気候帯や立地条件で同様の測定・推定を行なうことにより、それぞれの樹種の形態に地理的な変異があるかどうか、環境の変化に応じて樹形を柔軟に変えられるかどうかなど、種内の変異・可塑性の評価も可能だろう。落葉広葉樹林の管理や生態研究のさまざまな場面で、本報告で提供する資料が活用されることを期待する。

謝辞

森林総合研究所の柴田銃江氏と阿部真氏にはデータの管理の面で多大なご尽力をいただき、また、森林総合研究所多摩森林科学園の勝木俊雄氏には樹種の学名と和名を確認していただいた。以上の皆様に厚く御礼を申し上げる。なお、本報告は、環境省の事業「モニタリングサイト 1000」の一環として行われた。

引用文献

- 阿部 俊夫・坂本 知己・延廣 竜彦・壁谷 直記・萩野 裕章・田中 浩 (2008) 小川群落保護林における風向・風速の観測資料 (2003 年 11 月～2006 年 4 月). 森林総合研究所研究報告, 7 (4), 245-266.
- 伊東 宏樹 (2015) 樹種間差および測定誤差を考慮した胸高直径-樹高関係のベイズ推定. 森林総合研究所研究報告, 14 (2), 73-74.
- Kéry, M. and Schaub, M. (2012) (飯島 勇人・伊東 宏樹・深谷 肇一・正木 隆訳, 2016) BUGS で学ぶ階層モデリング入門 — 個体群のベイズ解析 —. 共立出版, 東京, 629pp.
- 久保 拓哉 (2012) データ解析のための統計モデリング入門 — 一般化線形モデル・階層ベイズモデル・MCMC —. 岩波書店, 東京, 267pp.
- 正木 隆 (1993) ミズキの個体群の維持機構 — とくに鳥による種子散布の評価 —. 東京大学大学院農学系研究科博士論文, 160pp.
- Masaki, T., Suzuki, W., Niiyama, K., Iida, S., Tanaka, H. and Nakashizuka, T. (1992) Community structure of a species-rich temperate forest, Ogawa Forest Reserve, central Japan. *Vegetatio*, 98, 97-111.
- McCarthy, M. A. (2007) (野間口 眞太郎訳, 2009) 生態学のためのベイズ法. 共立出版, 267pp.
- Nakashizuka, T. and Matsumoto, Y. (eds.) (2002) Diversity and Interaction in a Temperate Forest Community: Ogawa Forest Reserve of Japan. Springer-Verlag Tokyo, 319pp.
- 大場 秀章 (編) (2011) 植物分類表. アボック社,

513pp.

- Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K. and Kira, T. (1965) Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand II Plant biomass. *Nature and life in Southeast Asia*, 4, 49–80.
- R Core Team (2016) R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Stan Development Team (2016) RStan: the R interface to Stan. <http://mc-stan.org/>
- 田中 浩 (2007) カエデ属 3 種の共存機構についての比較個体群統計学的解析. 東京大学大学院農学系研究科博士論文, 79pp.
- Tanaka, H. and Nakashizuka, T. (1997) Fifteen years of canopy dynamics analyzed by aerial photographs in a temperate deciduous forest, Japan. *Ecology*, 78, 612-620.

補足電子資料

以下はオンライン版のみの掲載となります。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/bulletin/442/index.html>

Table S1. 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高－胸高直径データ。周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume–Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem.

Table S2. 拡張相対成長式のパラメータの樹種ごとの推定値一覧。樹種の学名は APG 体系に準拠し、順番は大場 (2011) に従った。SD は標準偏差、CRI は 95% 信用区間の略号である。

The estimates of specific expanded allometry parameters between height and diameter at breast height with standard deviation (SD) and credible intervals (CRI). Nomenclature follows the APG system. Species are ordered following Oba (2011).

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高-胸高直径データ。

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve.

<i>Meliosma myriantha</i> アワブキ		<i>Cerasus leveilleana</i> カスミザクラ		<i>Castanea crenata</i> クリ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
4.4	5.3	5.1	4.2	21.6	14.1
4.8	5.6	6.3	6.3	21.6	16.8
5.0	5.6	7.1	7.8	21.8	20.0
5.4	5.8	7.5	6.3	22.3	15.0
5.5	5.6	8.7	11.3	23.8	19.2
5.7	4.6	9.8	11.7	25.1	16.3
5.7	5.8	10.9	11.6	25.7	21.8
5.7	6.2	11.3	11.4	28.0	20.5
6.0	6.8	12.1	12.9	30.3	23.6
6.5	7.0	14.8	13.7	32.2	22.5
6.7	8.5	15.7	15.5	34.2	18.0
6.8	7.6	16.2	15.3	35.9	19.5
7.4	7.0	17.9	14.5	39.2	19.8
7.5	8.8	22.2	20.0	40.6	27.0
7.6	10.4	22.8	16.0	42.0	20.6
7.7	6.4	24.4	18.3	43.6	21.2
9.1	8.0	27.4	16.8	45.0	23.4
9.7	7.0	29.3	24.5	47.7	24.1
10.4	8.0	30.5	19.1	51.2	11.1
10.9	6.8	33.1	19.6	59.0	18.5
12.1	8.0	33.3	24.0	59.9	22.0
12.2	7.5	36.4	21.5	69.0	18.8
13.7	13.9	38.8	22.0	70.8	22.0
15.6	11.0	41.6	19.0	73.1	22.0
22.6	13.5	45.1	28.0	79.8	22.8
		47.6	19.7	81.7	21.0
		49.8	19.6		
		54.4	25.3		
		57.2	24.0		
		64.4	23.8		

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高－胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Fagus japonica</i>				<i>Fagus crenata</i>	
イヌブナ				ブナ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
4.9	4.4	32.2	17.0	5.0	6.0
5.0	8.0	33.1	24.5	5.8	6.2
5.7	6.1	37.9	20.2	6.1	8.7
5.7	7.4	39.4	18.0	6.6	6.4
6.1	7.1	43.2	19.0	7.1	7.2
6.3	6.1	45.8	24.3	8.2	9.8
7.4	5.9	49.2	23.5	10.0	11.2
8.4	7.8	50.1	22.8	10.1	10.0
8.4	10.2	56.8	24.0	10.5	9.6
9.0	6.6	57.7	22.8	12.4	11.2
9.3	9.5	73.8	25.0	14.0	10.3
9.6	9.5	91.8	26.3	15.3	13.7
9.9	9.3			21.5	15.0
10.0	8.9			27.9	18.0
10.1	7.2			31.0	14.0
11.6	11.8			35.6	17.0
12.2	13.5			38.1	21.1
13.9	13.4			38.6	16.6
15.1	13.9			41.1	26.5
15.2	11.8			42.5	23.6
15.7	12.0			50.0	21.0
15.8	14.0			61.5	21.5
16.6	11.4			64.9	26.0
16.8	12.3			65.4	27.0
18.0	12.8			68.7	24.3
20.2	16.5			72.1	25.0
21.0	15.4			76.0	27.6
21.8	13.0			78.9	25.2
22.2	16.0			80.6	25.0
22.6	15.6			82.4	32.3
26.8	17.8			87.3	23.0
27.9	24.3			97.9	24.0
30.1	20.9			101.5	22.0
31.9	21.0				
32.1	16.5				

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高-胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Quercus serrata</i>		<i>Quercus crispula</i> var. <i>crispula</i>		<i>Betula grossa</i>	
コナラ		ミズナラ		ミズメ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
9.2	9.9	7.3	7.1	6.9	10.5
11.0	10.0	7.5	9.0	8.1	10.3
15.7	14.0	7.6	7.2	10.5	12.7
18.7	15.5	8.4	9.0	11.1	12.3
20.3	16.4	13.8	14.4	11.7	10.1
23.9	19.0	16.1	9.5	13.9	14.0
27.6	22.0	18.0	16.6	14.5	16.8
29.7	20.7	20.2	14.9	17.5	13.7
31.5	18.3	21.2	17.2	17.9	20.7
34.4	22.5	23.1	19.0	19.0	18.0
36.7	19.5	24.6	21.0	20.2	20.4
39.1	20.0	25.6	9.6	20.5	19.6
43.7	22.0	29.3	21.4	24.4	20.0
46.8	19.8	31.9	16.7	25.2	20.5
49.0	19.0	36.9	18.0	27.0	25.0
52.5	20.7	41.3	25.5	30.3	19.6
56.1	21.9	44.6	21.5	31.0	23.5
60.2	23.0	47.4	18.1	31.9	25.5
65.7	23.5	59.3	20.0	32.5	18.7
68.7	24.4	59.6	24.0	35.6	26.5
73.4	24.1	64.1	22.6	37.0	25.0
78.8	29.4	67.4	21.8	41.1	23.3
82.7	22.0	77.0	26.1	42.7	25.3
85.2	24.0	82.5	22.3	43.2	21.8
88.7	27.0	91.5	22.3	43.5	17.7
99.0	30.5	92.8	24.0	47.9	24.5
100.6	29.5	100.1	30.6	48.3	16.0
104.0	23.6			58.1	24.2
106.0	28.7			64.3	21.8
112.2	31.0			90.2	26.0

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高－胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Carpinus laxiflora</i> アカシデ		<i>Carpinus tschonoskii</i> イヌシデ		<i>Carpinus japonica</i> クマシデ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
5.0	6.9	5.4	5.8	5.4	5.0
5.4	8.2	5.7	5.7	6.3	7.4
5.5	7.9	6.0	6.1	7.3	7.4
6.0	7.5	6.2	5.3	7.6	5.4
6.7	7.2	8.6	10.1	7.7	8.2
7.4	8.8	9.6	6.4	8.2	9.4
8.9	12.3	9.6	8.1	8.9	9.3
9.8	10.9	9.7	11.8	9.4	8.6
10.4	10.8	12.0	13.5	9.7	11.3
11.8	14.6	12.1	10.9	10.1	10.2
13.0	12.8	14.5	15.0	10.3	10.2
13.7	11.4	14.6	11.0	11.4	9.6
15.1	16.3	15.2	14.0	11.6	11.0
16.8	11.9	16.1	16.8	12.0	8.0
18.4	8.2	20.8	14.0	12.6	11.2
19.0	16.9	22.0	12.0	13.0	12.3
21.1	14.0	23.9	16.0	14.6	11.0
22.4	15.8	24.2	13.9	15.9	12.0
23.4	15.6	26.2	15.2	16.5	9.0
25.6	15.6	29.0	23.4	20.7	12.0
26.9	16.7	34.3	21.0	21.5	13.0
28.2	16.9	36.8	14.0	22.2	14.0
29.7	13.0	37.6	22.1	23.8	8.0
32.9	12.3	37.8	21.7	28.5	13.0
33.7	17.1	37.9	26.2	29.7	17.5
36.6	15.5	38.8	20.0	30.7	10.0
42.4	10.6	39.0	22.0	31.4	14.5
53.4	17.1	42.9	24.9	32.0	16.0
58.3	16.5	45.2	23.0	32.7	16.9
		50.5	20.2	41.5	14.4

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高-胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Carpinus cordata</i> サワシバ		<i>Ostrya japonica</i> アサダ		<i>Acer pictum</i> イタヤカエデ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
5.2	7.3	5.4	6.6	4.9	5.4
5.3	7.3	7.8	9.4	5.2	6.3
5.3	7.6	8.6	8.9	5.9	7.3
5.8	6.9	9.9	9.7	7.0	8.3
6.3	6.4	10.5	13.8	7.1	8.2
6.6	6.5	11.3	11.0	8.0	8.8
6.7	6.0	11.9	13.4	8.4	7.8
7.2	8.9	12.3	9.4	8.9	8.9
7.5	7.3	12.3	13.8	9.3	8.3
7.9	7.9	13.0	9.0	10.2	11.7
8.5	7.8	14.7	16.8	10.7	7.7
8.6	9.4	15.2	15.7	12.4	12.2
8.8	7.7	16.1	13.9	12.9	9.5
9.6	9.7	17.9	18.8	13.5	11.8
10.7	7.7	19.9	18.3	13.7	13.5
10.7	8.7	22.1	15.1	15.2	11.0
11.9	6.6	22.4	17.7	17.1	17.2
13.0	9.1	22.6	18.8	17.9	13.9
14.0	12.5	27.3	21.5	18.7	15.5
15.0	11.9	27.7	23.0	20.2	14.0
16.6	7.1	27.8	18.0	24.1	18.0
17.9	12.3	32.1	20.4	25.8	16.0
20.2	12.5	36.4	26.3	29.2	20.2
21.5	8.8	36.9	20.8	33.6	20.6
22.2	13.7	38.4	26.7	36.8	15.0
27.2	13.5	38.9	20.5	42.4	27.8
28.8	18.3	41.0	24.0	46.4	22.0
29.1	15.0	46.0	20.0	53.1	21.0
33.4	11.2	46.3	27.0	59.0	27.5
45.0	11.0	47.2	25.8	62.3	26.6
		69.3	22.8	74.8	28.0
		71.7	24.0		
		75.7	26.0		

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高－胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Acer rufinerve</i> ウリハダカエデ		<i>Acer amoenum</i> オオモミジ		<i>Acer sieboldianum</i> コハウチワカエデ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
4.7	4.3	5.0	4.7	5.2	5.2
5.3	6.1	6.0	5.5	5.5	5.8
5.7	6.4	7.1	6.8	6.0	4.4
7.7	12.0	8.1	6.3	6.4	7.2
8.6	10.3	9.1	9.0	7.1	6.8
9.7	8.6	10.6	13.2	7.5	8.3
10.3	11.2	11.7	12.2	8.1	9.2
11.1	11.8	12.9	11.8	8.6	7.5
12.1	12.8	13.8	13.8	9.6	7.6
12.1	13.8	16.0	12.2	11.5	14.3
12.2	15.0	17.1	13.7	11.6	12.0
13.1	13.6	18.0	14.0	11.9	11.5
13.6	10.0	19.3	18.3	12.2	12.3
14.1	10.4	20.5	12.4	12.7	9.1
14.5	14.3	23.1	24.0	13.1	13.9
15.6	16.0	23.8	19.3	13.9	15.8
15.7	12.2	25.1	19.0	14.1	14.0
15.9	14.7	27.6	20.0	15.0	14.2
16.9	15.0	29.2	20.0	16.0	15.0
18.3	15.8	32.1	21.2	17.3	15.6
18.8	13.5	32.4	14.1	17.5	13.5
19.2	16.6	33.1	16.0	18.1	16.5
20.2	17.0	34.4	24.0	18.3	13.0
22.0	16.1	36.2	20.5	20.9	13.5
23.1	16.0	38.4	18.2	21.8	18.5
23.2	16.3	41.1	17.4	27.8	18.8
24.3	17.8	45.9	16.6	29.8	14.5
24.8	18.3	48.5	15.2	40.3	18.5
26.9	19.2	58.1	15.5		
28.4	21.0	61.9	20.0		
29.9	20.5				

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細かいものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高-胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Acer carpinifolium</i> チドリノキ		<i>Acer distylum</i> ヒトツバカエデ		<i>Acer tenuifolium</i> ヒナウチワカエデ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
6.3	5.9	5.5	7.1	5.0	6.9
6.3	6.0	6.7	8.5	5.4	4.7
10.3	6.4	6.9	9.7	6.0	6.5
11.7	8.7	8.9	10.6	6.6	5.5
		23.8	18.3	7.5	6.1
				8.1	6.1
				8.7	7.7
				9.4	8.2
				9.9	8.7
				10.3	8.4
				10.4	8.7
				10.7	9.4
				10.7	9.8
				11.0	8.0
				11.3	6.0
				11.8	9.8
				12.2	9.3
				12.6	8.6
				15.0	13.2
				15.8	10.4
				16.5	13.0
				16.6	10.8
				16.6	13.1
				17.9	11.0
				19.2	11.6
				20.8	11.5
				23.4	17.5
				24.5	20.1
				28.0	13.5
				29.3	16.5

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高－胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Acer cissifolium</i> ミツデカエデ		<i>Acer maximowiczianum</i> メグスリノキ		<i>Benthamidia japonica</i> ヤマボウシ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
5.3	5.7	5.4	6.8	4.7	6.3
6.7	7.9	5.6	6.2	4.9	5.2
7.3	8.6	5.6	7.6	5.0	5.6
7.5	7.2	5.9	8.1	5.0	6.1
8.1	9.2	6.1	5.7	5.2	3.9
8.1	9.4	6.1	7.6	5.2	5.5
8.1	10.0	6.2	7.0	5.5	6.0
8.5	7.9	6.6	8.4	5.7	6.5
8.8	7.8	6.8	9.0	6.0	6.4
9.9	10.7	7.0	6.7	6.1	5.3
10.5	10.0	7.3	9.3	6.3	6.3
11.2	10.4	7.6	8.7	6.8	6.5
11.4	10.0	7.6	9.0	6.9	6.9
12.7	9.8	7.8	7.8	7.2	5.3
13.7	13.2	7.9	6.6	7.7	6.7
14.6	10.3	8.2	8.9	8.0	6.7
15.4	14.0	9.6	11.2	8.7	9.5
22.3	17.0	10.2	9.5	8.9	7.8
22.5	17.3	10.3	11.7	9.0	7.7
25.1	16.1	10.5	12.0	9.3	9.5
		10.8	12.4	9.6	8.7
		11.9	11.8	9.8	8.7
		12.1	11.5	10.9	11.5
		13.5	14.7	11.3	7.7
		14.2	10.2	12.0	6.0
		14.5	10.0	13.8	7.6
		23.9	15.0	13.9	8.1
		26.5	16.5	16.0	8.0
		28.9	21.0	28.7	7.9
		35.0	19.0	32.7	18.4

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高-胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Swida controversa</i>		<i>Styrax obassia</i>		<i>Clethra barbinervis</i>	
ミズキ		ハクウンボク		リョウブ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
5.2	7.7	4.7	5.4	4.9	5.7
5.8	7.5	4.9	4.8	5.2	6.8
6.8	10.0	4.9	8.6	5.4	6.6
7.9	6.8	5.3	6.5	5.6	6.6
8.6	13.2	5.5	6.4	5.7	8.0
9.3	8.7	5.7	6.2	5.8	6.5
9.8	13.5	6.4	6.3	5.9	5.5
10.1	12.6	6.8	8.1	6.4	7.6
11.5	11.9	7.2	8.8	6.6	6.7
12.0	14.3	7.4	10.2	6.9	5.7
13.1	14.4	7.6	9.8	7.2	5.3
13.8	18.2	8.1	8.6	7.5	7.1
14.6	18.6	8.4	10.8	7.6	6.5
16.1	12.2	8.8	10.4	7.7	6.7
17.9	17.4	9.2	11.2	7.8	5.8
18.8	14.5	9.8	9.5	8.3	7.8
19.2	19.5	10.1	10.1	8.5	7.6
20.0	15.5	10.6	11.3	8.5	9.6
22.8	20.5	11.0	12.1	8.6	9.6
23.9	23.5	11.3	11.3	8.8	10.5
27.4	24.0	11.7	13.5	9.2	9.6
28.3	18.7	12.5	11.7	9.9	9.3
30.0	24.3	13.3	13.5	9.9	10.1
31.6	18.0	13.9	12.1	10.4	8.2
33.1	22.9	15.2	11.6	10.8	8.4
33.5	20.9	16.6	15.0	11.1	8.0
36.9	20.0	18.5	14.5	11.2	9.4
38.7	18.9	19.7	12.6	12.1	9.1
42.2	23.8	21.3	11.6	12.6	9.4
46.5	25.3	27.3	19.8	13.0	11.8
49.4	28.0			13.7	12.2
				13.9	15.1
				14.3	14.6
				14.8	10.0
				15.4	13.6

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Appendix 1 小川試験地の 6ha プロット内 29 樹種 800 本の樹高－胸高直径データ (つづき)

Stem height (measured by a scaled pole for a stem lower than ca. 8 m or using the Blume-Leiss device for taller stems) and diameter at breast height of 800 stems from 29 species in a 6-ha plot of Ogawa Forest Reserve. (Continued)

<i>Fraxinus lanuginosa</i> f. <i>serrata</i>		<i>Chengiopanax sciadophylloides</i>		<i>Kalopanax septemlobus</i>	
アオダモ		コシアブラ		ハリギリ	
DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)	DBH (cm)	Height (m)
4.8	7.1	1.1	2.2	16.4	14.4
4.9	6.1	1.1	2.7	19.9	13.5
5.6	6.7	1.4	2.8	24.4	17.8
6.3	9.0	1.5	2.5	26.9	19.8
6.3	9.5	1.5	2.7	31.4	18.0
6.4	8.9	1.9	4.7	33.0	13.2
6.9	12.2	2.1	4.0	37.6	23.5
7.0	8.2	2.5	2.4	53.4	23.0
7.6	5.9	3.7	8.4	55.0	26.0
7.7	10.0	4.5	7.2	55.5	19.4
8.0	10.1	4.7	5.7	56.0	20.0
8.6	9.0	5.3	9.6	56.0	23.2
8.7	11.0	5.9	7.8	57.2	27.5
8.8	10.5	6.4	10.6	57.7	23.8
9.9	12.3	6.5	8.4	59.7	27.3
10.7	10.9	7.5	15.0	61.6	25.0
10.7	12.3	12.9	13.6	70.4	27.0
10.9	11.4	16.1	15.0	120.2	26.6
11.2	12.0	18.0	12.5		
11.5	13.3				
11.8	10.7				
11.8	12.3				
13.0	13.8				
13.1	12.0				
13.5	11.9				
13.7	10.0				
15.2	14.8				
21.0	15.8				

周囲長 15cm 以上の幹はスチールメジャーで 1mm の精度で測った周囲長を円周率で割り、それよりも細いものは直交する 2 方向でノギスによって 0.1mm の精度で測った直径を平均することで、胸高直径を求めた。

Stem diameter was calculated as the average of two values measured with calipers to the nearest 0.1 mm in perpendicular directions for a stem with a girth < 15 cm, or as the value obtained by dividing girth by π measured with a steel tape to the nearest 1 mm for a larger stem

Height–diameter relationships of 29 tree species in the Ogawa Forest Reserve

Takashi MASAKI^{1)*}, Tohru NAKASHIZUKA²⁾, Kaoru NIIYAMA¹⁾,
Hiroshi TANAKA³⁾ and Shigeo IIDA⁴⁾

Abstract

We measured diameter at breast height of 800 stems and their height from 29 tree species in a 6-ha plot of old-growth temperate deciduous forest established in the Ogawa Forest Reserve. An expanded allometric function was fit to these data, and specific parameters were estimated. The data and parameter estimates are provided as hard-copy tables and electronic materials. These data and estimates will be useful to establish management plans for forest stands of various species of deciduous trees.

Key words: deciduous tree, expanded allometry, life form, Ogawa Forest Reserve

Received 2 February 2017, Accepted 31 March 2017

1) Department of Forest Vegetation, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

2) Graduate School of Life Sciences, Tohoku University

3) Vice-President, FFPRI

4) Kyushu Research Center, FFPRI

* Department of Forest Vegetation, FFPRI, 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan; e-mail: masaki@ffpri.affrc.go.jp