

# Relationship between Tree Height and Diameter of *Betula ermanii*: Growing at the Forest Limit on the High Mountains of Central Japan

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-11-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24517/00055966">https://doi.org/10.24517/00055966</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



沖津 進\*・里見 至\*：本州中部山岳の森林限界付近に  
分布するダケカンバの樹高と胸高直径の関係

Susumu OKITSU\* and Itaru SATOMI\* : Relationship between Tree Height  
and Diameter of *Betula ermanii*  
Growing at the Forest Limit on the High Mountains of Central Japan

Abstract

Tree form, in terms of tree height/diameter at breast height, was examined for *Betula ermanii* growing at the forest limit on three high mountains of Central Japan. The ratio of *Betula* trees at the forest limit was smaller than *Betula* trees in the coniferous forest zone. Among *Betula* trees at the forest limit, the ratio of trees on windward slopes against winter northwesterly wind was smaller than that on leeward slopes. These facts suggest that strong wind around the forest limit, especially winter northwesterly wind, limits the vertical growth of trees and influences the tree form of *Betula ermanii* at the forest limit.

**Key Words:** *Betula ermanii*—Forest limit—Northwesterly wind—Tree form—Tree height/d.b.h. ratio

日本列島の山岳域では冬季の北西季節風が植生の分布や木本植物の樹形などに大きな影響を及ぼしていることはよく知られている。山岳上部に生育する樹木に対する北西季節風の影響としては、針葉樹の偏形樹に関する研究例が多い（例えば YOSHINO, 1973 など）。また、針葉樹の偏形方向から卓越風向を推定し、さらにはそれに基づく地域区分を試みた例もある（甲斐, 1977）。わが国では、山岳上部における、樹木の生育形に対する季節風の影響の研究は針葉樹についてのものが大部分で、その他の樹種については少ない。

日本列島中部山岳の森林限界は針葉樹によって形成されることが多いが、ダケカンバが形成する森林限界も意外に多い。これは冬季北西季節風に対して風下側斜面で主にみられるが、風上側斜面にもある程度分布する。森林限界付近は冬季北西季節風が強いいため、それがダケカンバの分布や成立、あるいは樹形に対して大きな影響を及ぼしていることが予想される。このことを明らかにすることは、日本列島山岳上部の植生帯の成立機構を検討したり、ダケカンバ林の生態的位置づけを論ずる場合に重要である。しかし、こうしたダケカンバに関する生態学的な研究はこれまでわずかであり、樹形についても殆ど検討されていない。

本報では、中部山岳地方の3山岳での森林限界付近に分布するダケカンバの樹形を検討し、さらに、冬季北西季節風の影響がより少ないと考えられる針

葉樹林帯のダケカンバの樹形と比較した。樹木の樹形を定量的に正確に把握することは困難であるため、樹形についての定量的な比較をともなった詳しい検討は現実にはむずかしい。今回は、きわめて単純に樹高と胸高直径に着目して論議した。これは、この二つの形質は測定が容易なこと、また、多くの調査例があるため他地域における調査資料との比較検討が行いやすいことによる。

調査地と方法

調査は北アルプス西穂高岳、中央アルプス木曾駒ヶ岳、南アルプス鳳凰山の3山岳で行った。具体的な調査地域として、西穂高岳では西穂山荘から独標に至る南西—北東稜線、木曾駒ヶ岳では、木曾駒ヶ岳山頂から将棋頭山への南西—北東稜線、鳳凰山では薬師岳から観音岳に延びる南東—北西稜線を選んだ。各稜線において、森林限界付近で純林状のまとまった林分を形成しているダケカンバを調査対象とした。

調査対象としたダケカンバの生育立地は冬季の北西—西西北西季節風に対してほぼ直交する主稜線の両側斜面に限定した。稜線の西側が風上斜面、東側が風下斜面に当たる。また、地形的にみて冬季の季節風の方向が変わっている可能性がある斜面、たとえば大きな支尾根の南—東側や明らかな谷頭斜面は除いた。これは、樹形に対する冬季北西季節風の影響を検討するためである。なお、付近に生育している

\* 〒271 松戸市松戸648 千葉大学園芸学部  
Faculty of Horticulture, Chiba University, 648 Matsudo, Matsudo City, Chiba Prefecture 271.

針葉樹の偏形方向からも、各調査地が風上側か風下側かを確認した。風上・風下両斜面の調査対象地のうち、傾斜や斜面形がほぼ等しく（傾斜は $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 、また、斜面形はやや凸形）環境条件の類似した立地をそれぞれ2から4カ所選び、そこに分布しているダケカンバを調査した。

各立地で胸高直径0.5 cm以上のダケカンバを任意に40~60本選び、調査対象とした。調査項目は樹高と胸高直径（根元からの垂直高1.3 mでの直径）である。樹高は根元から鉛直上方への樹冠最上部の高さとした。資料の解析は各稜線で風上側および風下側のものをそれぞれまとめて行った。

### 結果

Table 1に各山岳での調査結果の概要を示す。最大樹高は5.0 mから12.0 m、最大胸高直径は19.0 cmから45.0 cmであったが、胸高直径20 cm以上の個体は各山岳共に数が少なく、木曾駒ヶ岳の風上斜面には見られなかった。

樹高(m)と胸高直径(cm)を指標にして樹形を表現するために、樹高/胸高直径比を計算した。この値が大きいくほど胸高直径に対して樹高が高く、“細長い”樹形となる。逆に、この値が小さいほど胸高直径に対して樹高が低く、“ずんぐりした”樹形となる。なお、この値は樹高と胸高直径の単位が異なるためm/cmの次元となる。そのため、胸高直径にこの値を掛けた数値の100倍が樹高(cm)となる。比の値の分布を胸高直径階別(10 cm以下、10 cmから20 cm、20 cm以上)に調べた(Fig. 1)。

Fig. 1を見ると、3山岳共通して胸高直径が大きくなるに連れて全体として比の値が小さくなって行き、さらに、樹高/胸高直径比の値のばらつきが少なくなる。胸高直径の小さな個体では胸高直径に対す

る樹高の割合がばらつき、様々な樹形となっているが、胸高直径の大きな個体になると樹形が揃ってくる。つぎに、樹高/根元直径比の値自体を胸高直径階別にみると、直径10 cm以下の個体では0.1から2.0以上に及び、各直径階のなかでは最も値のばらつきが大きい。ただし、分布の中心は0.6から0.8の間にあり、多くの個体はこのあたりに分布している。胸高直径10 cmから20 cmの個体についてみると、比の値は多くは0.4から0.6の間にある。さらに、胸高直径20 cm以上の個体になると0.2から0.4程度となる。3山岳間で比の値の分布に著しい違いはみられない。

風上側斜面と風下側斜面を比べると、胸高直径10 cm以下および10 cmから20 cmの個体については、いずれの山岳でも風上側斜面のほうが風下側斜面に比べて樹高/胸高直径比の値が小さい傾向にある。つまり、同じ様な直径の個体を比べた場合、風上側のダケカンバのほうが風下側のものに比べて樹高が低い。胸高直径20 cm以上の大きな個体については、各山岳ともに数が少ないかあるいは欠けているため(Table 1)、はっきりとした傾向は読み取れないが、Fig. 1で見える限り胸高直径20 cm以下の個体での傾向と矛盾しないものとなっている。

以上の傾向は3山岳でほぼ共通しており、森林限界付近のダケカンバの一般的な特徴と見なせる。

### 考察

森林限界付近のダケカンバの樹形的な特徴を明らかにし、樹形に及ぼす冬季北西季節風の影響を検討するために、十勝川源流部に広がる針葉樹林帯のダケカンバ(Fig. 2; 沖津ほか, 1982の資料に基づく)と比較した。ここは胸高直径100 cm、樹高30 mに達するエゾマツ・アカエゾマツが全域に分布してお

Table 1. Outline of the results of three mountains surveyed on each slope side.

Items	Mt. Nishiho		Mt. Kisokoma		Mt. Ho-oh	
	Windward	Leeward	Windward	Leeward	Windward	Leeward
Number of Stems Surveyed in Each Diameter* Class						
less than 10cm	47	115	109	182	56	167
10cm-20cm	38	68	15	16	44	38
more than 20cm	10	4	0	1	23	10
Total	95	187	124	199	123	215
Maximum Tree Height (m)	10.0	12.0	5.3	5.0	12.0	10.0
Maximum Diameter* (cm)	39.0	34.0	19.0	22.5	45.0	38.0
Tree Height (m)/Diameter* (cm) ratio						
Mean	0.510	0.859	0.575	1.102	0.534	0.792
Range	0.14-1.14	0.06-4.67	0.07-3.50	0.15-5.00	0.04-2.17	0.16-3.0

\* : Stem diameter at breast height (1.3m)

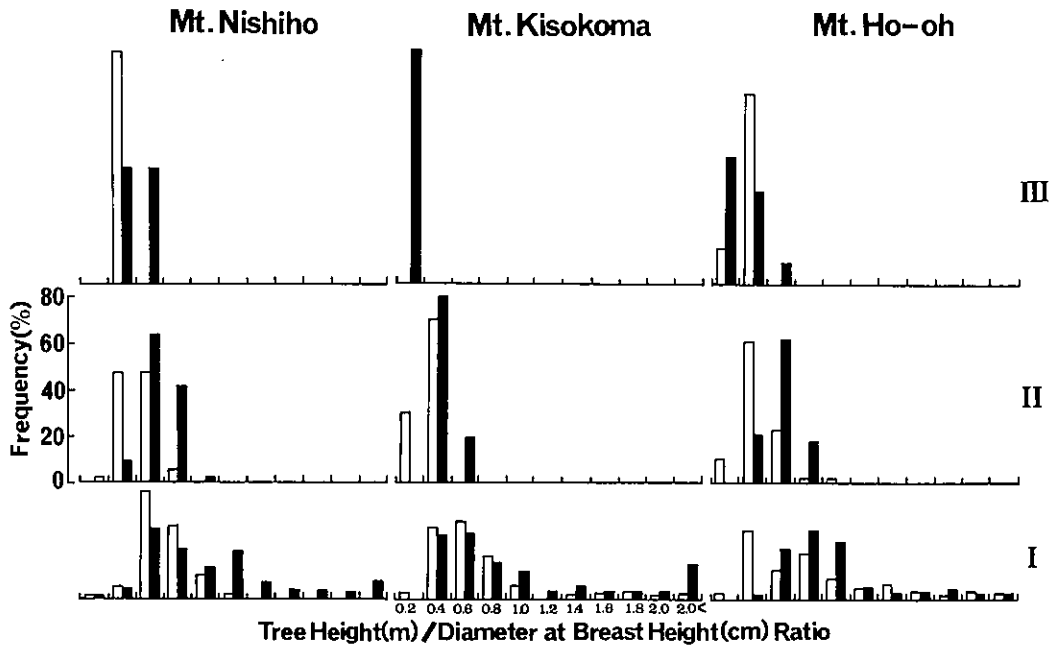


Fig. 1 Frequency distribution of the tree height/diameter at breast height for *Betula ermanii* growing at the forest limit on three mountains surveyed. White bar indicates the trees on windward slopes; black bar indicates the trees on leeward slopes. I: Diameter at breast height less than 10 cm, II: Diameter 10 cm-20 cm, III: Diameter more than 20 cm.

り、長期間にわたって大規模な攪乱から免れた静穏な環境下にあるものと考えられる(沖津ほか, 1982)。また、地形的にみても西・北・東の3方を山体に囲まれた平坦な台地をなしており、森林限界付近に比べて風の影響が少ないものと見られる。Fig. 1とFig. 2とを比べると、胸高直径が大きくなるに連れて樹高/胸高直径比の値が小さくなること、および、ばらつきが少なくなっていくことは両者共通している。しかし、値自体の分布は異なっている。同一の胸高直径階で比べると、いずれの直径階でも森林限界のダケカンバのほうが小さい値に傾いている。すなわち、両者は相同の樹形となっていない。同じ様な胸高直径の個体でみると、森林限界付近のものは針葉樹林帯のものに比べて樹高が低い傾向にある。つまり、森林限界付近のダケカンバは樹高生長が相対的に抑えられて、“ずんぐりとした”樹形となっている。なお、針葉樹林帯のダケカンバでも胸高直径40 cm以上になると樹高/胸高直径比は0.4から0.6と小さくなる。これは、林冠に達して樹高生長が止まった後も長期間林内に留まって直径生長を続ける(沖津ほか, 1982)ためである。このため、林冠木は樹高に比べて胸高直径が相対的に大きくなる。ただし、これでも森林限界付近のダケカンバの胸高直径20 cm以上のものと比べて樹高/胸高直径比の値は大きく、“細長い”樹形となっている。

森林限界付近のダケカンバが針葉樹林帯のものに比べて樹高が低いのは、樹形形成に影響を及ぼす環境条件のうち、森林限界付近では樹高生長を抑えるような条件が卓越していることを示す。森林限界付近と針葉樹林帯の環境条件はかなり異なっており、全体として森林限界付近の環境は樹木の生育にとって不適なものである。そうした環境条件の違いのうち、生長量全体に差が出るものだけが卓越した場合、樹形の相同性は保たれるので、樹形そのものには大きな違いは生じないものと思われる。例えば、温量条件や土壌条件の違いなどがその例であろう。しかし、この場合には樹高生長を抑制する条件も顕著に作用している。そのような環境条件として、森林限界付近で強まる風の影響を挙げることが出来る。

日本列島の上空は冬季の北西季節風が世界で最も強い地域に当たるため(吉野, 1968)、山岳上部ではとりわけその影響が目立って現れることが予想される。それは風上側斜面で強く風下側斜面で弱いため、影響がはっきりしている場合、同一山岳内でも風上・風下側斜面間で樹高/胸高直径比の値が違ってくるであろう。Fig. 1を見ると、いずれの山岳でも基本的には風上側斜面のほうが風下側斜面に比べて樹高/胸高直径比の値が小さい傾向にある。こうした斜面間での違いは、斜面方位の違いによる冬季北西季節風の強さの差を反映しているものと考えられる。

冬季の北西季節風が森林限界付近のダケカンバの樹形に及ぼす具体的な影響として寒乾害(酒井, 1982)が挙げられる。枝の先端部にある越冬芽は冬季間に強風にさらされるが、幹や枝は凍っているために水分の供給がなく、結果として強制的な脱水作用を受けて乾燥・枯死しやすい。そのため枝の伸長生長は抑えられるかたちとなる。したがって、同じ様な胸高直径の個体と比較した場合、森林限界付近のものは、風の影響が少ない立地のダケカンバと比べて樹高が低く、“ずんぐりとした”樹形となる。また、冬季北西季節風は風上側斜面で強く、風下側斜面ではより弱まるため、同じ森林限界付近のものについてみても、風上側のダケカンバのほうが風下側のものに対して胸高直径に対して樹高が低くなる。

樹形に対する風の影響として、その機械的なストレスも知られている。樹高と直径の関係については、風に揺られた樹木が揺られないものに対して樹高に対して直径が大きくなるのが、いくつかの樹種で実験的に明らかにされている(JACOBS, 1954; LARSON, 1963, 1965; NEEL and HARRIS, 1971; ASHBY *et al.*, 1979)。こうした現象の組織学的に具体的なメカニズムは今の所必ずしも十分には明らかになっていないが(GRACE, 1977)、風の影響を含めた環境の機械的なストレスに対する植物の反応現象を表現するものとしてJAFFE(1980)はThigmomorphogenesisの概念を提唱している。これは機械的なストレスに対する植物の生長反応で、絶えず繰り返されるストレスに応じてそれに対する適応性を増加させる能力を言う。この現象の具体的な実験結果の例はJAFFE(1980)に述べられている。この概念によれば、常に強風にさらされている植物はthigmomorphogeneticな反応の結果、風に耐えられるように、樹高に対して直径が相対的に大きくなることもある。LAWTON(1982)は、風の影響に対する樹木のthigmomorphogeneticな反応の実際例としてCosta RicaのElfin forestにおける樹木の樹高と幹直径との関係を挙げている。それによると、風の強い立地に成立する林分の樹木ほど樹高に対して直径が大きくなる。LAWTONは、この適応的な意味を次のように述べている。すなわち、樹木が風に揺られることによりthigmomorphogeneticな反応が起こり、幹が相対的に太くなるが、それは、風に対する抵抗力を増大させる結果となる。森林限界付近のダケカンバにもこの説明はある程度適応することが出来よう。

以上に、主に北西季節風の影響を中心に検討してきたが、稜線をはさんで非対称分布する環境要因はほかにもいくつか考えられる。主なものとして、夏の季節風、積雪量、気温、日照量等が挙げられよう。

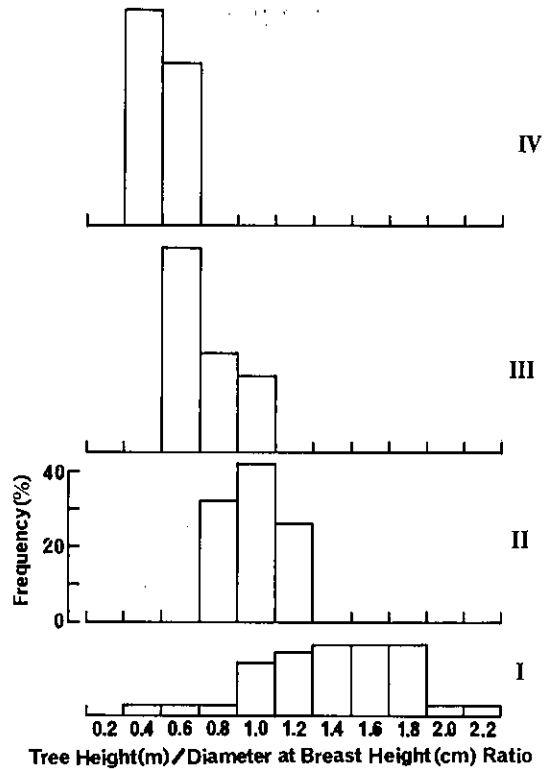


Fig. 2 Frequency distribution of the tree height/diameter at breast height for *Betula ermanii* growing in the wilderness area of the headwaters of the Tokachi River. I: Diameter less than 10 cm, II: Diameter at breast height 10 cm-20 cm, III: Diameter 20 cm-40cm, IV: Diameter more than 40 cm.

このうち、夏の季節風は生育期間の風としてthigmomorphogeneticな影響を及ぼすことはありうる。しかし、その方向は冬季の北西季節風とはむしろ逆行することもあり、Fig. 1の結果を充分説明するには至らない。積雪量についても同様で、それが多くなる風下斜面で樹高/胸高直径比が大きくなることは、積雪の影響としては今の所理解がむづかしい。また、気温、日照量、あるいは残雪量の違いによる生育期間の差などは、いずれも生長量そのものには違いをもたらすが、樹形に対しては大きな影響は与えないものと考えられる。

胸高直径 10 cm 以下の個体は、森林限界、針葉樹林帯とも共通して樹高/胸高直径比の値が大きくばらついている(Fig. 1, 2)。これは、個体が分布しているマイクロな環境の違い、たとえば林冠のうっぺいの差や個体間の競争、あるいは隣接樹木の位置関係などの影響が樹形に対してより強く現れた結果と考えられる。ただし、この場合でも、森林限界付近のものの方が針葉樹林帯のものに比べて値が小さ

く、また、森林限界付近のものについては風上側斜面の方が風下側斜面に比べて比の値が小さい。このため、この段階ですでに森林限界付近のダケカンバの樹形形成に対して北西季節風を主とする風の影響は現れている。それに対して、胸高直径 10 cm 以上の個体については森林限界、針葉樹林帯共通して同一直径階内での樹高/胸高直径比の値は揃っている (Fig. 1, 2)。これは、個体の生長が進むに連れて樹種本来の樹形形成が進んで樹形が類似してきて、各個体が置かれたミクロな環境の違いは樹形に対して大きな影響を与えないためと思われる。しかし、さきに述べたように、森林限界付近のものは樹形形成に対する風の影響が著しい。

森林限界付近は風の影響のほかにも様々な環境条件が樹木の生育にとって不適であり、そこに生育している樹木の生長量は全体に大きく低下する。今回調査したダケカンバでは、様々な環境条件の中でも、風の影響が顕著に樹形に現れていることが明かとなった。このような風の影響が、積雪の不均衡分布と相まって森林限界付近のダケカンバの林分構造や更新にも大きな影響を与えていることが予想される。今後はそうした面からの検討も必要であろう。

#### 摘 要

本州中部地方の 3 山岳で、森林限界付近に生育するダケカンバの樹高と胸高直径の関係を調べた。樹高/胸高直径比の値は針葉樹林帯のものに比べて小さく、全体に“ずんぐりとした”樹形となっていた。また、冬季北西季節風に対して風上側斜面と風下側斜面を比べた場合、風上側のダケカンバの方が樹高/胸高直径比が小さかった。これらのことは、森林限界付近のダケカンバの樹形形成に対して、風、特に冬季の北西季節風が影響を及ぼしていることを示している。

#### 引用文献

ASHBY, W.C., HENDRICKS, T.R., KOLAR, C.A. and PHARES, R.E. 1979. Effects of shaking and

shading on growth of three hardwood species. For. Sci. 25: 212-216.

GRACE, J. 1977. Plant response to wind. 204 pp. Academic Press, New York.

JACOBS, M.R. 1954. The effect of wind sway on the form and development of *Pinus radiata*. Aust. J. Bot. 2: 35-51.

JAFFE, M.J. 1980. Morphogenetic responses of plants to mechanical stimuli or stress. Bio-Science 30: 239-243.

甲斐啓子. 1977. 偏形樹から推定した卓越風向による本州山地の地理区分. 地理評 50: 45-54.

LARSON, P.R. 1963. Stem form development of forest trees. For. Sci. Monogr. 5: 1-42.

—. 1965. Stem forms of young *Larix* as influenced by wind and pruning. For. Sci. 11: 412-424.

LAWTON, R.O. 1982. Winds stress and elfin stature in a montane rain forest tree: an adaptive explanation. Amer. J. Bot. 69: 1224-1230.

NEEL, P.L. and HARRIS, R.W. 1971. Motion induced inhibition of elongation and induction of dormancy in *Liquidambar*. Science 173: 58-60.

沖津 進・並川寛司・春木雅寛・伊藤浩司. 1982. エゾマツ優占型森林群落の量的特徴とその成立機構. 「環境庁委託十勝川源流部原生自然環境保全地域調査報告書」, 189-205. 日本自然保護協会, 東京.

酒井 昭. 1982. 植物の耐凍性と寒冷適応—冬の生理・生態学—. 469pp. 学会出版センター, 東京.

吉野正敏. 1968. 気候学. 258pp. 地人書院, 東京.

YOSHINO, M.M. 1973. Studies on wind-shaped trees: their classification, distribution and significance as a climatic indicator. Climatol. Notes. Hosei Univ., 12: 1-52.

(Received Feb. 13, 1989)

## 会 記

### 植物地理・分類研究会 1989 年度総会の報告

1989 年度の総会が予定通り 1989 年 6 月 3 日に金沢大学教養部で行われた。総会に引続き河野昭一氏の「北米の植物相とアジア要素」と清水建美氏の「植物の分類と根系の形態」と題するふんだんにスライドや図を使った講演があり、夕刻は大学近くの料理屋で和やかに懇親会を行った。翌 4 日は早朝から車に分乗して能登半島は先端、猿山岬付近でのエクスカッションを行い、好天のもと日本海側特有の暖帯要素と冷温帯要素が入り混った植物相を観察し、親睦を深め、事故もなく成功に終わった。