日林誌（2021）103: 401-404

短　　報

過密なスギ人工林における樹冠長と直近5年間の胸高直径成長量との関係

國崎貴嗣*,[1]・白旗　学[1]・松木佐和子[1]

過密なスギ若齢，壮齢林計5林分を対象に，樹冠長と直近5年間の平均胸高直径成長量との対応関係を調べた。林木の胸高直径成長がほぼ停止する胸高直径の閾値は林分で異なるのに対し，樹冠長の閾値はいずれの林分でも4.0 mとなり，樹冠長4.0 m未満の平均胸高直径成長量は0～0.04 cm/年と，全く，あるいはほとんど成長していなかった。樹冠長が4.0 m以上の林木を対象に，樹冠長から4.0 mを減じた差引き樹冠長と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係を共分散分析で解析し，胸高直径を共変量とした共分散分析モデルと比較した。その結果，後者の自由度調整済み決定係数は前者のそれより明らかに高かった。スギ過密林での間伐木選定にあたっては，樹冠長4.0 m未満の林木を胸高直径成長停止木，樹冠長4.0 m以上の林木については胸高直径が大きいほど活力のある林木として判断すれば良いと考えられる。
キーワード：過密人工林，胸高直径，胸高直径成長量，樹冠長

Takashi Kunisaki,*,[1] Manabu Shirahata,[1] Sawako Matsuki[1] (2021) Relationships between Crown Length and the Increment of Diameter at Breast Height Over the Last Five Years of Japanese Cedar Trees in Overcrowded Young and Mature Plantations.　J Jpn For Soc 103: 401-404　The correlation between crown length and mean increment in diameter at breast height (DBH) over a period of five years was investigated in five overcrowded, young and middle-aged Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) stands. The threshold value of DBH, at which the mean DBH increment of Sugi trees is nearly zero, differed among the stands, whereas the threshold value of crown length, at which the mean DBH increment of Sugi trees is nearly zero, was 4.0 m in all stands. For the trees with a crown length over 4.0 m, the relationship between length index (with 4.0 m subtracted from the whole crown length) and mean DBH increment was analyzed using analysis of covariance (ANCOVA), and it was compared with the ANCOVA model with DBH as a covariate. The adjusted coefficient of determination of the latter model was significantly higher than that of the former model. With respect to the selection of thinned trees in overcrowded Sugi stands, it is reasonable to assume that trees with a crown length less than 4.0 m show little to no growth and that the greater the DBH, the more vigorous the growth of the trees with a crown length of over 4.0 m.
Key words: crown length, DBH, DBH increment, overcrowded plantation

I. は　じ　め　に

独自超過課税による森林整備の37府県への広がり（林野庁 2020）に反映されるように，間伐遅れの過密人工林の整備は現在も大きな課題として残っている（吉田ら 2018）。過密なスギ人工林を改善するにあたっては，林床植生を繁茂させるとともに林木の風雪害耐性を高めるため，間伐により林冠を疎開させ，樹冠長と幹直径の成長を促すことが重要である（千葉 2009；藤森 2012）。樹冠長は，樹冠競合での優位性あるいは成長と密接に関連する林木活力（Pretzsch 2009）の実用的な指標とされ（Hasenauer 2006；Burkhart and Tome 2012；藤森 2012），スギ林では樹冠長が林木の葉量と関係することも報告されている（橋本・玉泉 1995；千葉 2016）。このため，間伐に際して，活力のある林木，すなわち，直近の胸高直径成長が相対的に良く，今後も直径成長が持続する可能性の高い林木とそうでない林木とを樹冠長の値から区別できれば，樹冠長と胸高直径の成長促進において簡便である。

しかし，過密林に限らず，スギ林を対象に林木の樹冠長と胸高直径成長との関係を調べた論文は，陽樹冠長を説明変数としたもの（高橋・竹内 2007）や胸高断面積成長量を応答変数としたもの（杉田ら 2017）を除くと見受けられない。これは，胸高直径成長量に関連づける樹冠サイズの指標として，樹冠長ではなく樹冠体積（吉田 1991），陽樹冠表面積（梶原 1995），陽樹冠直径（高橋・竹内 2007；高橋 2015）を説明変数としたモデルの予測力が，より高いことが知られているためと考えられる。こうした研究の現状は，林分成長モデルとして将来の胸高直径成長量の正確な予測を追究する観点からは妥当である。他方で，スギ過密林において，活力のある林木（直近の胸高直径成長が相対的に良かった林木）を間伐時に適確に残す観点からは，樹冠サイズ指標の中で比較的簡易に測定できる樹冠長（間伐直前の樹冠長）を使って，直近数年間の平均胸高直径成長量を推定する手法の構築可能性について検討することも必要であろう。

杉田ら（2017）は，強度間伐されたスギ高齢林を対象に期首樹冠長と胸高断面積成長量との関係を調べ，強度間伐直後の期間では相関は認められなかったものの，強度間伐から20年以上が経過し，混み合い度が相対的に高まった期間で有意な正の相関が認められたことを報告した。高密・過密なスギ林の平均樹冠長は混み合い度に応じて変化することから（竹下 1985），スギ過密林を対象とすれば，樹冠競合に応じて変化した樹冠長と直近数年間の平均胸高直径成長量との間に有意な正の相関が認められる可能性が想定される。

一方で，現地での間伐木選定の効率を考えると，仰視に基づく樹冠長よりも胸高直径を指標とした方が良いはずである。加えて，針葉樹人工林では，期首胸高直径とその後の定期平均胸高直径成長量との間，および期首胸高直径と

*連絡先著者（Corresponding author）E-mail: kunisaki@iwate-u.ac.jp　https://orcid.org/0000-0002-5605-5356
[1] 岩手大学農学部　〒020-8550　岩手県盛岡市上田3-18-8（Faculty of Agriculture, Iwate University, 3-18-8 Ueda, Morioka, Iwate 020-8550, Japan）
（2021年5月26日受付；2021年10月1日受理）
©2021 一般社団法人日本森林学会：この著作はクリエイティブ・コモンズのライセンス CC BY-NC-ND（引用を表示し，改変せず，非営利目的に限定）の条件の元で再配布・二次利用が可能なオープンアクセスです。https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.ja

期末胸高直径との間で強い正の相関が認められることから（大隅 1987），期末胸高直径と直近数年間の平均胸高直径成長量との間に有意な正の相関が認められると予想される。このため，間伐木選定のための指標として樹冠長と胸高直径双方の有用性を比較し，これらの相違点を明らかにすることが重要である。

そこで，本研究では，過密なスギ若齢，壮齢林計 5 林分を対象に，樹冠長と胸高直径を説明変数として，直近 5 年間の平均胸高直径成長量との対応関係を明らかにすることを目的とする。なお，本研究では，過密という用語を，スギ人工林で自己間引きが発生しやすい相対幹距 15％以下（國崎 2013；吉田ら 2018）という意味で用いる。

II. 調査地と方法

1. 調査地と調査方法

調査林分は，岩手大学農学部附属寒冷フィールドサイエンス教育研究センター滝沢演習林（39° 47′ N，141° 10′ E）内にある。調査林分から 0.5～1.0 km 離れた位置（標高 210 m）の気象観測資料（2002～2015 年）によれば，年平均気温 9.7 度，暖かさの指数 80.1，年平均降水量 1,278 mm である。最深積雪深は 40 cm 程度であり，調査地は少雪地域に相当する。調査林分は 5 林分であり，同一林班内の東向き斜面（平均傾斜度 9～22 度）もしくは平坦地上にある。標高は 200 m 前後である（表-1）。

若齢無間伐林（以下，若齢無間伐）は，岩手県林業水産部（1983）に基づくと，地位級 1 等である。林齢 12 年（1997 年）に 0.179 ha の固定試験地を設定し，35 年（2020 年）まで毎年，成長停止期に胸高直径をスチール製直径巻尺により 0.1 cm 単位で測定した。また，胸高直径最小木と最大木を含めて様々な胸高直径階から，生立木の概ね 2 割（100 本前後）を標本木として選び，35 年まで毎年，成長停止期に樹高を Vertex III（Haglöf 社）を用いて 0.1 m 単位で測定した。また，35 年の成長停止期に，生枝下高を Vertex III を用いて 0.1 m 単位で測定した。生枝下高を，藤森（2012）の定義に従い，樹冠を形成しているとは言い難い生枝を無視し，樹冠最下部の斜面上部側と下部側の中間の高さと定義した。植栽密度は 3,500 本/ha であり，20 年以降，相対幹距 15％以下の過密状態にある。

若齢間伐林（以下，若齢間伐）は若齢無間伐と同一林齢の林分であり，地位級 1 等である。林齢 12 年に 0.125 ha の固定試験地を設定し，生立木の胸高直径と標本木の樹高と生枝下高を若齢無間伐と同様に調査した。若齢間伐では 13 年に本数率 3％の除伐，14 年に本数率 19％の下層間伐，18 年に本数率 26％の下層間伐が実施された。植栽密度は 3,500 本/ha であり，15 年以降，下層間伐等の伐採と関係なく，過密状態にある。

壮齢間伐林 1（以下，壮齢間伐 1）は地位級 1 等である。林齢 68 年（2013 年）に 0.093 ha の固定試験地を設定し，68，70，75 年の成長停止期に全生立木の胸高直径をスチール製直径巻尺により 0.1 cm 単位で測定した。樹高については，68，75 年の成長停止期に，全生立木を対象に Vertex III を用いて 0.1 m 単位で測定した。生枝下高については，75 年の成長停止期に，全生立木を対象に Vertex III を用いて 0.1 m 単位で測定した。壮齢間伐 1 では 41 年の本数密度が 858 本/ha であり（杉田ら 1990），67 年に本数率 38％の下層間伐が実施される直前の本数密度（生立木と伐根から推定された）837 本/ha と，ほぼ同じであった。この間の伐採履歴はない。本数一定（858 本/ha）を前提に地位指数曲線（吉川 2014）を用いて相対幹距を計算すると，51 年以降，67 年の下層間伐以後を含めて，過密状態にある。

壮齢間伐林 2（以下，壮齢間伐 2）は地位級 2 等である。林齢 75 年（2013 年）に 0.090 ha の固定試験地を設定し，75，77，82 年の成長停止期に，壮齢間伐 1 と同じ方法で胸高直径を測定した。樹高については 75，82 年の成長停止期に，生枝下高については 82 年の成長停止期に，壮齢間伐 1 と同様に測定した。壮齢間伐 2 では 48 年の本数密度が 676 本/ha であるものの（杉田ら 1990），73 年に本数率 28％の下層間伐が実施される直前の本数密度は，生立木と伐根から 736 本/ha と推定された。この間の伐採履歴はなく，48 年から 73 年まで本数密度は一定だったと考えられる。本数一定（676 本/ha）を前提に相対幹距を計算すると，59 年以降，73 年の下層間伐以後を含めて，過密状態にある。

壮齢間伐林 3（以下，壮齢間伐 3）は地位級 2 等である。林齢 77 年（2013 年）に 0.157 ha の調査区を設定し，壮齢間伐 1 と同じ方法で胸高直径，樹高，生枝下高を測定した。また，過去の平均胸高直径成長量を推定するため，調査区内の全生立木から成長錐を用いて長さ 15 cm 前後の木片を採取した。採取にあたっては斜面上側の胸高位置から幹の中心を目指して垂直・水平に成長錐を差し込んだ。採取した木片を実験室に持ち帰り，台木に固定の上，研磨して年輪幅を 0.01 cm 単位で読み取った。壮齢間伐 3 では 51 年に本数率 20％の下層間伐が実施され，本数密度が 586 本/ha となった（杉田ら 1990）。そして 77 年の本数密度は 573 本/ha とほぼ同じだった。この間の伐採履歴はなく，51 年から 77 年まで本数密度は一定だったと考えられる。本数一定（586 本/ha）を前提に相対幹距を計算すると，73 年以降，過密状態にある。

表-1. 調査林分における直近調査時の概要と標本木本数

調査林分	調査面積 (ha)	標高 (m)	林齢 (年)	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	本数 (本 /ha)	相対幹距 (%)	平均樹冠長率 (%)	標本木 本数
若齢無間伐	0.179	196～235	35	22.1	19.8	2291	9.8	24.2	103
若齢間伐	0.125	185	35	27.2	25.2	1787	8.7	33.0	55
壮齢間伐 1	0.093	188～195	75	42.4	31.0	516	14.0	33.2	48
壮齢間伐 2	0.090	195～200	82	40.9	31.0	533	14.2	30.4	48
壮齢間伐 3	0.157	190～206	77	37.5	28.0	579	14.4	29.0	91

2. データ解析

まず，5林分における期末の樹冠長と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係を散布図で調べた。胸高部から木片を採取した壮齢間伐3では，直近5年間の平均胸高半径成長量を二倍して平均胸高直径成長量とした。

次に，5林分における期末の胸高直径と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係を散布図で調べ，樹冠長を説明変数（横軸）とした場合と比較した。

樹冠長と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係から，後述するように樹冠長がある値未満のとき，平均胸高直径成長量がほぼ0 cm/年となる傾向が確認された。そこで，さらに，樹冠長がある値以上の林木について，樹冠長からある値を減じた「差引き樹冠長」と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係を共分散分析で解析し，若齢林と壮齢林での回帰直線の切片と傾きの違いについて確認した。また，樹冠長がある値以上の林木について，胸高直径と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係も共分散分析で解析し，差引き樹冠長を共変量とした解析結果と比較した。

すべての統計解析にR version 4.0.3（R Core Team 2020），RStudio version 1.4.1103を用いた。

III. 結果と考察

1. 胸高直径成長が停止する林木サイズの閾値

5林分における樹冠長と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係を図-1に示す。いずれの林分でも平均胸高直径成長量が0～0.04 cm/年と極めて低くなった林木の樹冠長は4.0 m未満であった。これに対し，5林分における胸高直径と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係（図-2）では，平均胸高直径成長量がほぼ0 cm/年となる胸高直径の閾値は，林分によって異なった。

初回林冠閉鎖直後のスギの平均樹冠長は6 m前後であり（橋本・玉泉 1995；竹内ら 1997；譽田・國崎 2018），また，幹成長に関与する陽樹冠（梶原 1995）の平均の長さ，つまり平均陽樹冠長は，初回の閉鎖直後では4 m弱である（橋本 1985；梶原 1995）。そして，その後も無間伐状態が続くなら，スギ下層木の樹冠長は時間とともに減少し，4.0 mに近づく事例が報告されている（橋本・玉泉 1995；右田・千葉 2010）。このことから，下層木の陽樹冠長が被圧に伴って短くなり，陰樹冠を含めた樹冠長が4.0 m未満に達すると，幹成長に不可欠な陽樹冠がほとんどない状態，換言すれば，胸高直径成長が数年間停止するほど被圧された樹冠競合状態に達するのではないかと推察される。

以上から，スギ過密林において林木の胸高直径成長が停止しているか否かの基準値として，樹冠長4.0 m未満に着目すれば良いと考えられる。

2. 説明変数としての差引き樹冠長と胸高直径の比較

樹冠長が4.0 m以上の林木を対象に，樹冠長から4.0 mを減じた差引き樹冠長を計算した。そして，5林分における直近5年間の平均胸高直径成長量を応答変数，差引き樹冠長，林分，これらの交互作用を説明変数とする共分散分析の結果を表-2に示す。切片（若齢無間伐），共変量である差引き樹冠長の傾き（若齢無間伐），交互作用（若齢無間伐の傾きとの差）はいずれも有意であった（切片 $p<0.001$，傾き $p<0.001$，交互作用 $p<0.001$～0.01）。切片（若齢無間伐）との差は，若齢間伐を除いて有意であった（若齢間伐 $p=0.73$，それ以外 $p<0.05$）。

各林分の回帰直線の傾きは0.02～0.15と正の値を示し，差引き樹冠長が長いほど直近の平均胸高直径成長量は有意に高かった。差引き樹冠長が林木葉量や樹冠サイズを反映すると仮定すれば，葉量が多い（樹冠サイズが大きい）ほど胸高直径成長量が高いという一般的な知見（例えば，吉田 1991；梶原 1995）と矛盾しない。また，若齢林と壮齢林を比較すると，回帰直線のy切片，傾きとも壮齢林で低かった（表-2）。これは，同一の差引き樹冠長の林木を比較した場合，林齢が高い林分では直近の平均胸高直径成長量が低いことを意味する。樹冠サイズが同じである場合，樹高や胸高直径がより大きな林木ほど胸高直径成長量は低くなるとされており（梶原 1995；正木 2018），この見解とも矛盾しない。ゆえに，差引き樹冠長は，スギ過密林における直近の平均胸高直径成長量の林木間差を理解するための指標として，一定の有用性はあると考えられる。

一方，樹冠長が4.0 m以上の林木を対象に，5林分にお

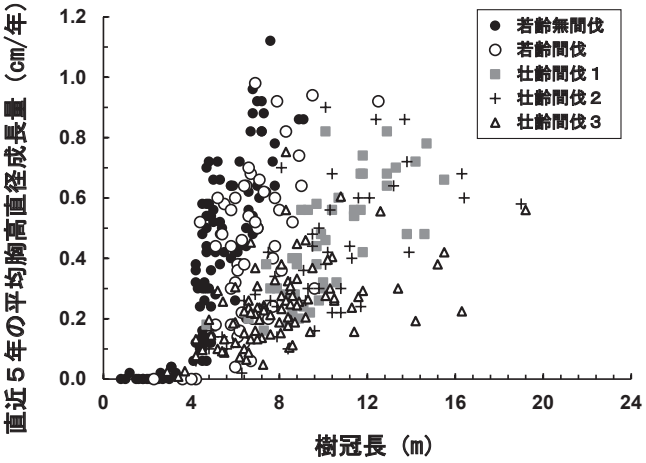

図-1. 5林分における期末の樹冠長と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係

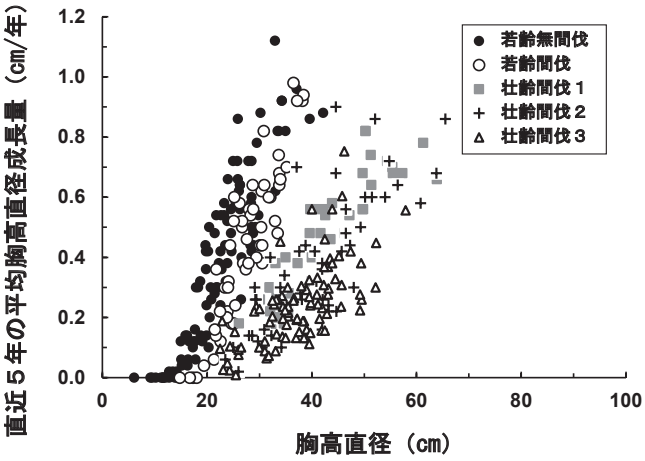

図-2. 5林分における期末の胸高直径と直近5年間の平均胸高直径成長量との関係

表-2. 直近5年間の平均胸高直径成長量を応答変数，差引き樹冠長を共変量とする共分散分析の結果

	係数	標準誤差	t 値
切片（若齢無間伐）	0.238	0.029	8.24***
傾き（若齢無間伐）	0.150	0.014	−10.21***
切片との差（若齢間伐）	−0.019	0.056	−0.35
切片との差（壮齢間伐1）	−0.173	0.074	−2.31*
切片との差（壮齢間伐2）	−0.136	0.056	−2.43*
切片との差（壮齢間伐3）	−0.088	0.043	−2.02*
交互作用（若齢間伐）	−0.067	0.021	−3.18**
交互作用（壮齢間伐1）	−0.088	0.018	−4.91***
交互作用（壮齢間伐2）	−0.101	0.017	−6.13***
交互作用（壮齢間伐3）	−0.128	0.016	−7.94***

* $p<0.05$，** $p<0.01$，*** $p<0.001$ である。切片は若齢無間伐のそれであり，傾きは若齢無間伐の差引き樹冠長のそれを示す。また，切片との差は若齢無間伐の切片との差を，交互作用は若齢無間伐の傾きとの差を示す。

ける直近5年間の平均胸高直径成長量を応答変数，胸高直径，林分，これらの交互作用を説明変数とする共分散分析の結果を表-3に示す。切片（若齢無間伐），共変量である胸高直径の傾き（若齢無間伐）はいずれも有意であった（切片 $p<0.001$，傾き $p<0.001$）。切片（若齢無間伐）との差は，若齢間伐（$p<0.01$）と壮齢間伐3（$p<0.01$）で有意であった。交互作用（若齢無間伐の傾きとの差）は，若齢間伐を除いて有意であった（若齢間伐 $p=0.10$，それ以外 $p<0.001$）。また，この共分散分析モデルの自由度調整済み決定係数は0.74であり，共変量を差し引き樹冠長としたモデルの0.50より顕著に高かった。

各林分の回帰直線の傾きは0.012～0.042と正の値を示し，胸高直径が大きいほど直近の平均胸高直径成長量は有意に高かった。また，若齢林と壮齢林を比較すると，傾きは壮齢林で低かったものの，回帰直線のy切片は若齢間伐で低く，壮齢間伐3で高く，他の林分（若齢無間伐と壮齢間伐1，2）で差がないといった具合に，林齢との対応関係が不明だった（表-3）。このように，林齢の増加に伴うy切片の変化パターンは不明であるものの，この共分散分析モデルの自由度調整済み決定係数は差し引き樹冠長を共変量とするモデルのそれより明らかに高いことから，樹冠長が4.0 m以上の林木を対象にする場合，胸高直径は，直近の平均胸高直径成長量を推定するための指標として，差し引き樹冠長よりも精度が良いと考えられる。

スギ過密林では，林木の胸高直径成長がほぼ停止する胸高直径の閾値は林分で異なるのに対し，樹冠長4.0 m未満の林木ではいずれの林分でも胸高直径成長がほぼ停止していることを示したのは，本研究の独自性である。樹冠長を直近の胸高直径成長の有無を判断する指標とすれば，間伐木選定に対する示唆を得られる。すなわち，スギ過密林での間伐木選定にあたっては，樹冠長4.0 m未満の林木を胸高直径成長停止木，樹冠長4.0 m以上の林木については胸高直径が大きいほど活力のある林木として判断すれば良いと考えられる。

謝　　辞

本研究を遂行するにあたり，編集委員と2名の査読者から有益なご助言を多数頂いた。ここに記して深甚の謝意を表する。

表-3. 直近5年間の平均胸高直径成長量を応答変数，胸高直径を共変量とする共分散分析の結果

	係数	標準誤差	t 値
切片（若齢無間伐）	−0.424	0.054	−7.73***
傾き（若齢無間伐）	0.036	0.002	16.79***
切片との差（若齢間伐）	−0.306	0.104	−2.94**
切片との差（壮齢間伐1）	0.091	0.099	0.92
切片との差（壮齢間伐2）	0.098	0.089	1.10
切片との差（壮齢間伐3）	0.230	0.088	2.62**
交互作用（若齢間伐）	0.006	0.004	1.64
交互作用（壮齢間伐1）	−0.018	0.003	−6.13***
交互作用（壮齢間伐2）	−0.019	0.003	−6.96***
交互作用（壮齢間伐3）	−0.024	0.003	−8.78***

*$p<0.05$，**$p<0.01$，***$p<0.001$。

引 用 文 献

Burkhart H, Tome M（2012）Modeling forest trees and stands. Springer
千葉幸弘（2009）長伐期化への道筋を考える（II）樹冠長を目安とした高齢林の管理．森林技術 802: 11-17
千葉幸弘（2016）木材生産のための造林技術．（造林学 第四版．丹下健・小池孝良編）．137-155
藤森隆郎（2012）森づくりの心得．全国林業改良普及協会
Hasenauer H ed（2006）Sustainable forest management. Springer
橋本良二（1985）スギ林の樹冠及び林分構造と光合成生産機構に関する数理解析的研究．岩大演報 16: 1-87
橋本良二・玉泉幸一郎（1995）スギ林における林冠の発達過程と個体の器官成長様式．日林誌 77: 153-162
譽田ひかり・國崎貴嗣（2018）スギ林における相対幹距と林分樹冠長比との関係．岩大演報 49: 35-60
岩手県林業水産部（1983）岩手県民有林スギ収穫予想表等作成に関する基礎調査書
梶原幹弘（1995）樹冠と幹の成長．森林計画学会出版局
國崎貴嗣（2013）粗放的に管理されたスギ若齢人工林の簡便な密度管理指標の探索．岩大演報 44: 1-18
正木　隆（2018）森づくりの原理・原則．全国林業改良普及協会
右田千春・千葉幸弘（2010）節解析によるスギ林木の成長過程の復元．森林立地 52: 87-94
大隅眞一編（1987）森林計測学講義．養賢堂
Pretzsch H（2009）Forest dynamics, growth and yield. Springer
R Core Team（2020）R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. https://www-R-project.org/ （2020年12月10日参照）
林野庁編（2020）令和2年版　森林・林業白書．全国林業改良普及協会
杉田久志・梶本卓也・福島成樹・高橋利彦・吉田茂二郎（2017）強度間伐が行われたスギ高齢人工林における林分および個体の成長．森林総研研報 16: 225-238
杉田久志・熊谷國夫・伊藤　勲・川村　勇・斉藤　誠（1990）滝沢演習林におけるスギ，アカマツ，カラマツ，ヒノキ人工林およびアカマツ天然生林の収量比数．岩大演業務資料 12: 4-13
高橋絵里奈（2015）壮齢スギ人工林における陽樹冠直径を基準とした間伐選木方法の検討―島根大学三瓶演習林での検討―．日林誌 97: 186-190
高橋絵里奈・竹内典之（2007）吉野林業地における長伐期高品質大径材生産林の陽樹冠管理．日林誌 89: 107-112
竹下敬司（1985）パラボラ樹冠形モデルによるスギ林の構造解析．九大演報 55: 55-104
竹内郁雄・川崎達郎・森　茂太（1997）ヒノキ若齢人工林における形状比の変化．日林誌 79: 137-142
吉田茂二郎（1991）樹冠によるスギ単純同齢林の定期直径成長量の推定．日林誌 73: 29-33
吉田茂二郎・田中　文・太田徹志・溝上展也・福本桂子（2018）密度管理されたスギ高齢人工林における4密度管理指標間の関係と過密林分での基準値の評価．日林誌 100: 77-80
吉川秀平（2014）スギ人工林における周辺林分や林地生産力の違いが下層木本の組成やサイズに及ぼす影響．岩手大学農学部卒業論文