

# 仁鮎水沢における天然秋田スギ個体の成長

## —樹冠形状、土壌条件及び局所密度の空間異質性に着目して—

秋田県立大学 森林科学研究室 ○石川雄一 井上みずき 星崎和彦 蒔田明史

### 1 はじめに

天然秋田スギは今日までの伐採のために資源の減少が深刻化し、保護林などの一部が現存しているだけとなっている。秋田県能代市二ツ井にある仁鮎水沢スギ植物群落保護林は平均約 280 年生と推定され、樹高 50m 級の天然秋田スギが現存している。

一般に樹木は高齢になり成熟した状態に達すると肥大成長はほぼ停止すると考えられているが、スギ人工林では樹齢 100 年を超えても間伐を行うことで肥大成長が継続することが知られている。また高齢期のスギ人工林では土壌水分が樹高成長を制限することも示唆されている。しかし、天然スギ林の成長が減退しているのかは明らかではない。本研究では、仁鮎水沢の保護林に生育する天然スギの胸高直径(DBH)の成長速度を算出し、個体レベルの成長の制限要因を明らかにすることを目的とする。光の当たり具合や土壌条件及び樹木の局所密度の空間異質性から、これらの要因が個体の DBH 成長にどのような影響を与えているのかを一般化線形モデルで検討した。

### 2 調査方法

2006 年に 200m×50m の調査区を設置し、これを 10m の格子状に分割して 100 個のプロットを設置した。調査区内の全てのスギについて、2006 年と 2010 年に DBH を測定し、成長速度を算出した。また、測量によりスギの根元の位置を記録した。土壌の水分は水分計を、A 層の厚さは検土杖を用いて、それぞれ各格子点で測定した。各個体位置における土壌水分及び A 層の厚さは、最近傍の 4 格子点からの距離で重み付けした値を用いた。また、各スギの半径 8m 以内に存在するスギ個体の胸高断面積の合計を局所密度の指標とした。各個体の光の当たり度合いの指標を得るために空中写真を撮影し、空中写真解析ソフトを用いて樹冠表面の等高線を描いた。等高線の値を用いて、対象のスギの樹冠と隣接したスギの樹冠の差が+4m以上または隣接木が一部無い場合を「1」、±3m 以下の場合を「0」、-3m~-6m 以下場合を「1」、-7m 以下または被圧され写真から読み取れない場合を「-2」と 4 段階で評価した。これらの 4 つの要因(土壌水分、A 層の厚さ、局所密度、樹冠の露出)を説明変数、各個体の DBH 成長速度を応答変数とする一般化線形モデルを構築し(飽和モデル)、変数選択を行って最も AIC の小さいモデル(最良モデル)を採用した。

### 3 結果

対象木( $n=159$ )の DBH は  $80.8 \pm 24.7$ (平均±SD)cm であり、一山型分布を示した(図 1)。成長速度は  $0.18 \pm 0.21$ (平均±SD)cm/year であった(図 2)。また、図 3 のように調査区には成長速度の良いスギ個体も悪いスギ個体も分布していた。

環境要因については、体積土壌水分率は  $41.8 \pm 6.3$ (平均±SD)%となっており(図 4)、地形図(図 5)と比べると尾根では値が 30%前後、谷では 46%前後の値を示していた。A 層の厚さは 12~35cm の厚さの場所が多く見受けられ、 $22.5 \pm 6.8$ (平均±SD)cm であり、特に D0, A1, 6 列, B11, B12, C12 などでもスポット的に厚くなっていた(図 6)。局所 BA 合計密度は定義上、調査区辺縁部に生育しているスギについては、局所 BA 合計密度が算出できないため、計算対象としたスギは 92 個体であっ

た。局所 BA 合計密度は  $1.7 \pm 0.9 \text{ m}^2/64 \pi \text{ m}^2$  (平均  $\pm$  SD) となり、最も高いもので  $4.1 \text{ m}^2/64 \pi \text{ m}^2$  であった(図 7)。樹冠の露出は評価「1」に属するスギが全体( $n = 159$ )の 53.5%であり、評価「0」は 33.3%であった。「1」と「0」(≒光が当たるスギ)を合わせた場合、80%以上のスギが光の当たる状況にあった(表 1)。

一般化線形モデルによる解析の結果、飽和モデルでは、体積土壌水分率と局所 BA 合計密度は有意に成長速度に負の影響を与えていたが、A 層の厚さと樹冠の露出は有意な影響を与えていなかった。AIC によって選択された最良モデルでは体積土壌水分率と局所 BA 合計密度が説明変数として採択され、同様に DBH 成長速度に負の影響を与えていた(表 2, 図 8)。また、DBH 成長速度に対する体積土壌水分率と局所 BA 合計密度の影響力を標準回帰係数で比較したところ、体積土壌水分率は -0.034、局所 BA 合計密度は -0.032 であり同等の影響力であった(表 2)。

#### 4 考察

この調査地は DBH が 60cm を超える大径木が多い林分である。成長速度(平均  $0.18 \text{ cm/year}$ )は、奈良県吉野のスギ人工林(230~232 年生)での値( $0.2 \sim 0.5 \text{ cm/year}$ : 竹内 2005)と同等であった。本調査地のスギは平均樹高が 50m 近くに達し、かつ高齢であることから、樹高成長が停止していると仮定し秋田地方天然生林の材積式(林野庁計画課 1970)に習って材積成量を算出すると  $8.81 \text{ m}^3/\text{ha/year}$  となる。他の林分でこの値と比較しうるものはないが、143~153 年生のスギ人工林(岩手県)での値( $11.9 \text{ m}^3/\text{ha/year}$ : 國崎ら 1999)と比較するとやや小さい。

スギの DBH 成長速度と環境要因の関係(表 2)から、体積土壌水分率と局所 BA 合計密度が直径成長に負の影響を与えることがわかった。一般に水分はスギの成長に正の影響を与えるとされている。しかし、本調査においては負の影響が検出された。これは、本調査地におけるスギ根元の土壌水分率が高く、過湿がスギの成長に負の影響を与えたのかもしれない(図 9, 10)。スギは他の針葉樹と比較すると水分の要求量が多いが、過湿な土壌条件での成長速度は低くなる可能性が示唆された。局所 BA 合計密度は 94 年生の人工林(Masaki et al., 2006)と同様に成長に負の影響を与えた。実際、密度の高い場所で DBH 成長速度が低い傾向がうかがえる(図 3)。局所 BA 合計密度が高いと土壌や光環境を巡り、隣接したスギとの競争が起こると考えられる。ただし、最良モデルにこの 2 つの要因(土壌、光環境)が採択されなかったのは、土壌の A 層の厚さと樹冠の露出度が指標としては粗かったためかもしれない。

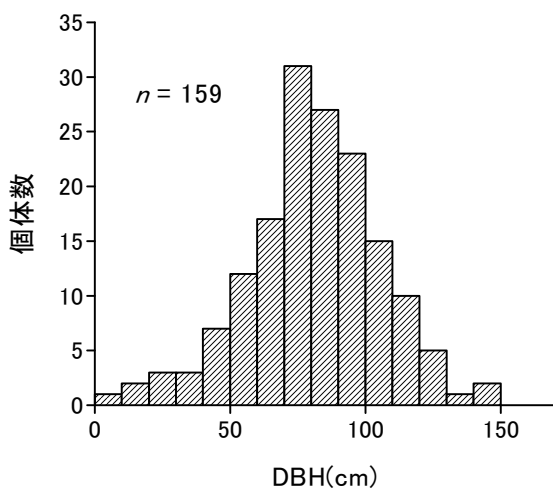


図 1. スギの胸高直径の頻度分布

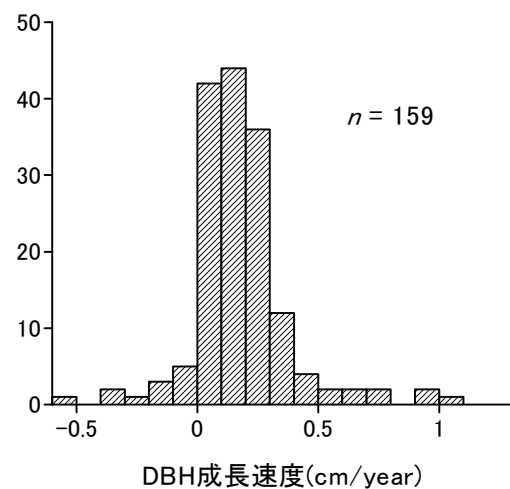


図 2. スギの胸高直径成長速度の頻度分布

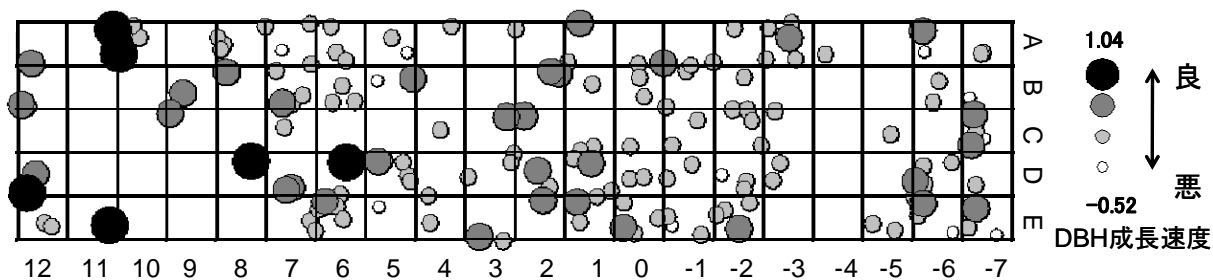


図3. スギの分布と成長速度

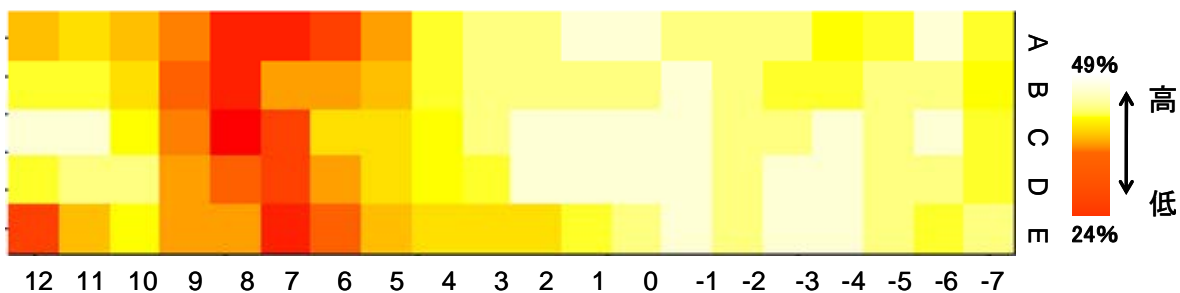


図4. 体積土壌水分率の分布

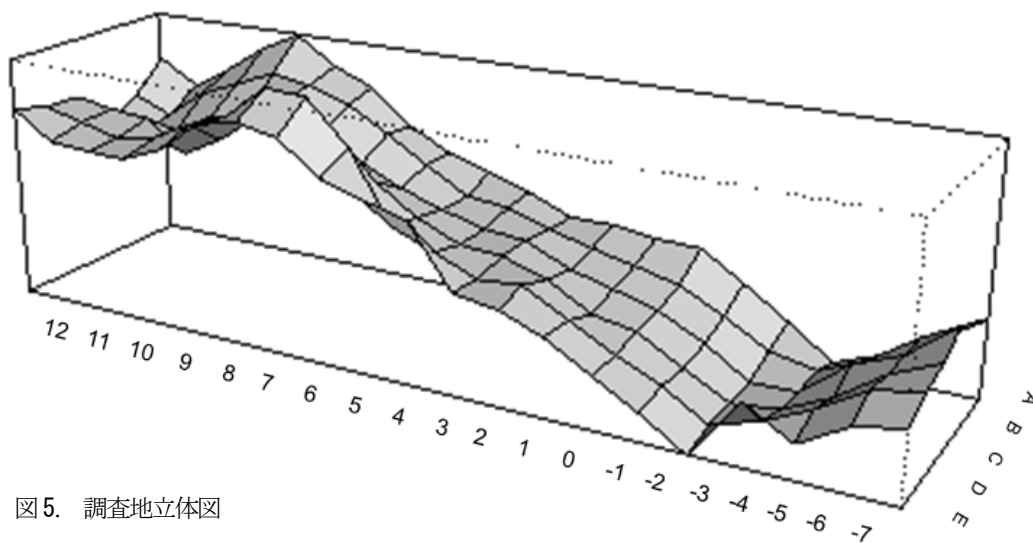


図5. 調査地立体図

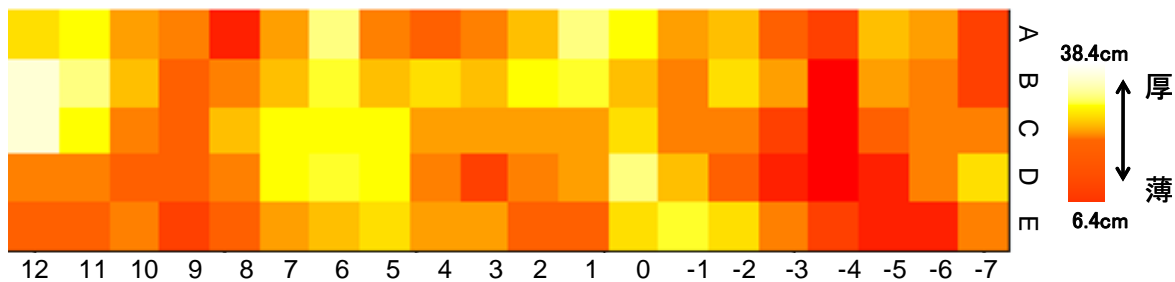


図6. A層の厚さの分布

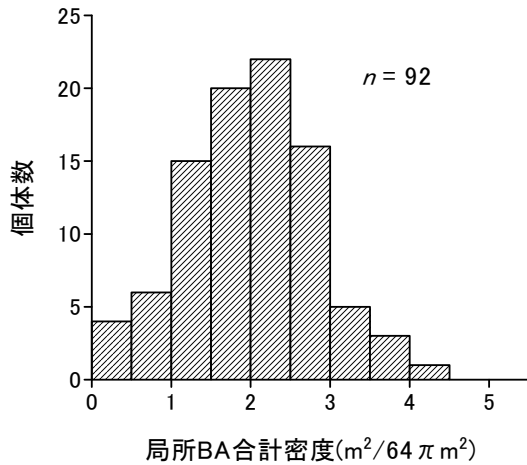


図7. 局所BA合計密度の頻度分布

表1. 樹冠の露出

階級	個体数	割合
1	85	53.5
0	53	33.3
-1	8	5.0
-2	13	8.2

表2. 係数推定値

	体積土壌水分率	局所密度	A層の厚さ	樹冠の露出度
飽和モデル	-0.68**	-0.045**	0.00039	-0.024
最良モデル	-0.62**	-0.039*		

\*P<0.05 \*\*P<0.01

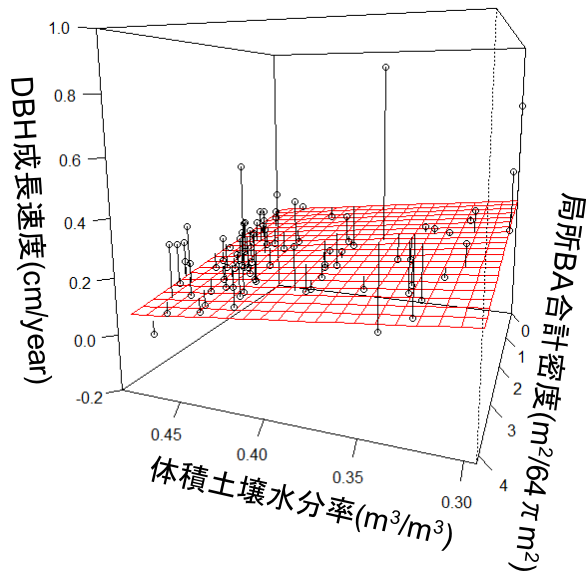


図8. minAIC モデルの予測値と実測値の関係

※モデルの予測値は平面で表される

点は実測値、平面と実測値を結ぶ線分は残差

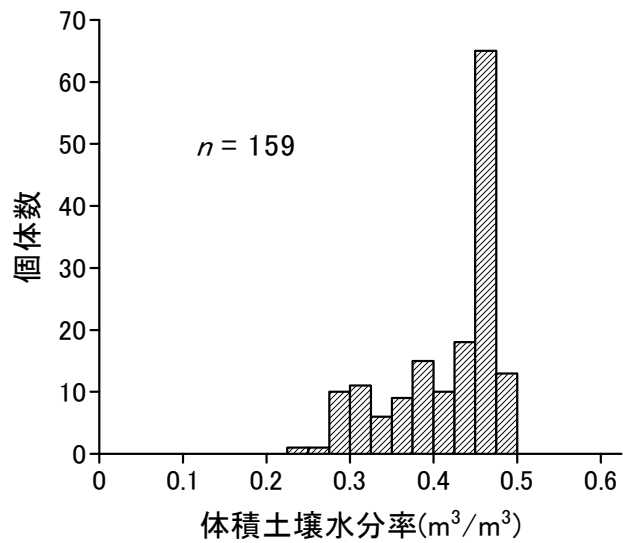


図9. 体積土壌水分率の頻度分布

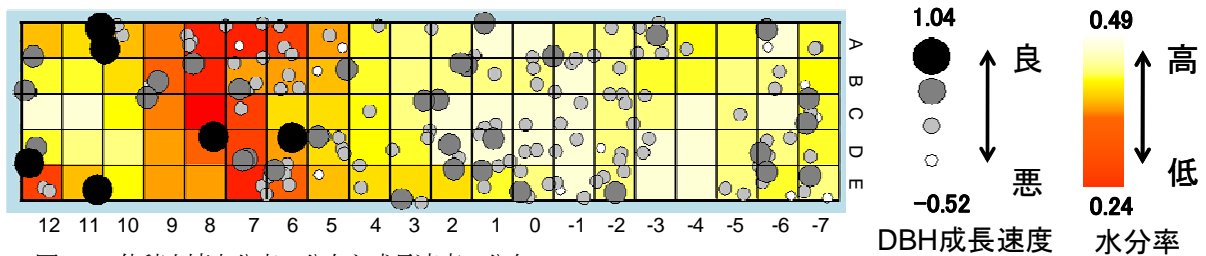


図10. 体積土壌水分率の分布と成長速度の分布

## 引用文献

- 國崎貴嗣, 藁谷紀恵, 柴田信明 (1999) 岩手山麓におけるスギ高齢林の林分構造と成長. 日本林学会誌 81:346-350
- Masaki T., Mori S., Kajimoto T., Hitsuma G., Sawata S., Mori M., Osumi K., Sakurai S., Seki T. (2006) Long-term growth analysis of Japanese cedar tree in plantation: neighborhood competition and persistence of initial growth deviations. Journal of Forest Research 11:217-225
- 林野庁計画課編 (1970) 立木幹材積表東日本編 日本林業調査会 東京 pp333
- 竹内郁雄 (2005) スギ高齢人工林における胸高直径成長と林分材積成長. 日本林学会誌 87:394-401

