

間伐方法の異なるスギ人工林における着花クラスと推定開空度

The flowering density and the simulated canopy openness
at the *Cryptomeria japonica* plantation for the various thinning conditions.

川崎達郎*¹, 齊藤哲*¹, 壁谷大介*¹, 田中憲蔵*¹, 右田千春*¹, 五十嵐哲也*¹, 清野嘉之*¹, 福島成樹*², 梶本卓也*¹
Tatsuro KAWASAKI*¹, Satoshi SAITO*¹, Daisuke KABEYA*¹, Kenzo TANAKA*¹, Chiharu MIGHTA*¹,
, Tetsuya IGARASHI*¹, Yoshiyuki KIYONO,*¹ Shigeki FUKUSHIMA*² and Takuya KAJIMOTO*¹

*1 国立研究開発法人森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato Tsukuba 305-8687

*2 千葉県農林総合研究センター

Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center, Haniya 1887-1, Sanmu, Chiba 289-1223

要旨: 間伐方法によるスギの雄花着花量への影響を調べる試験地において、間伐後 2 年間、個体ごとに樹冠の光条件(開空度)をモデルで推定し、雄花の着花クラスとの関係を検討した。試験地は千葉県のスギ人工林(31 年生)で、多雄花木優先間伐、通常間伐、無間伐の 3 処理区を設置し、各処理区の個体について冬季に樹冠部を観察して、「着花なし」から「樹冠全体に高密度に着花」まで 5 クラスに区分した雄花の着花量を記録した。個体の平均開空度は、樹木位置と樹高から円錐形で近似する樹冠モデルを用いて計算した。多雄花木間伐区では通常間伐に比べて開空度の高い個体の割合が多く、両処理区とも同じ材積間伐率(26%)を用いたが、多雄花木間伐の方が残存木の光環境はより改善されていることがわかった。一方、間伐後の個体の着花クラスと開空度との間には明瞭な関係は見られなかった。両間伐区とも、無間伐区に比べると雄花を多く付ける個体の割合が高かった。解析結果からは、雄花の豊作年は、多雄花木間伐の方が通常間伐に比べて極端に着花する個体の割合が低くなり、間伐方法によって雄花の生産に違いが生じる可能性が示唆された。

キーワード: 多雄花木間伐、仮想樹冠、開空度、豊作年

Abstract: We examined how post-thinning change of light condition (Canopy Openness) was associated with pollen (male-flower) production of *Cryptomeria japonica* trees. On the male-flowering monitoring site of *C. japonica* stand (31 years old), research plots of two different style types of thinning, Male-flowering trees thinning (MT) and ordinal Low thinning (LT), and no thinning plot (control) were established. During three years after the thinning operation, we observed the extent of flowering density for each individual every winter, and classified the density into 5 levels. The Simulated Canopy Corn model was used to calculate canopy openness for each tree. Trees of MT plot showed relatively high values of Canopy Openness than those of LT plot, indicating that light condition was improved more in MT plot. However, there was no clear relationship between the flowering classes and openness of the individuals. Compared with the control plot, both thinning plots showed larger percentage of the “dense” flowering trees. Our analysis suggested that male-flowering thinning may have potential for reducing pollen production more than low thinning, especially in the mast year of male-flower.

Keywords: Male-flowering trees thinning, Simulated Canopy Corn model, Canopy Openness, Mast year of male-flower

I はじめに

戦後の急激なスギ人工林の拡大は、春期のスギ花粉の飛散を招き、国民の多くにスギ花粉症を生み出している。スギ花粉の飛散を抑制して花粉症を抜本的に解決するためには、樹種転換等を行いスギ人工林を減らすことや、またスギを再造林する場合でも無花粉・少花粉スギへ植え

替える方法を選択する必要がある。しかしながらこれらの対応策は、通常の林業経営のサイクルの中で行われるため、数十年掛かってようやく効果が発揮されることになる。したがって、現存する林分を間伐等の適切な管理によって花粉の生産も多少とも抑制できる方法が求められている。一般に、強度な間伐後は花粉量が増加するとされるが(5)、

花粉抑制に効果がある方法として、雄花を多くつける個体を優先的に間伐する多雄花木間伐が知られている(4)。その効果については、例えば間伐後3年間ではあまり効果がないという結果(1)もあるが、雄花の豊作年に限って効果が期待できる(3)、さらに遺伝的に着花しやすい個体が多い林分ほど効果があるとの報告がある(2, 4)。

間伐による着花の増加には、光環境の改善が強く関係することが示唆されている(5)。そのため、間伐による着花量への影響を検討するには、おもな影響因子と思われる光環境を個体ごとに定量的に評価することが重要になる。若木の場合は、幹の梢端部の光環境を測定すれば容易に評価できる。しかし、成熟した林分の場合は、隣接個体と樹冠が重なり、個体レベルで正確に光条件を評価するのが難しくなる。近年、3Dレーザで測定した個体の位置やサイズ情報から仮想空間上に林分を詳細に再現させる技術が発達してきたが、本研究では、成木の樹冠構造モデルによる簡便な光環境推定法を用いて、異なる間伐方法により個体ごとの光環境がどう変化するか推定した。本報では、スギの雄花着花量のモニタリング試験地のデータを使って、間伐後の個体レベルの着花の多寡と光環境の関係を解析した。さらに、それらの解析結果に基づき、多雄花木間伐の花粉生産の抑制効果についても検討した。

II 方法と材料

調査は、千葉県富津市鬼泪山の西向き斜面に位置するスギ人工林で行った。本数密度が約1500本/haの31年生時に、各40m×40mの処理区を3個設定し、それぞれ、多雄花木間伐、通常間伐、無間伐の処理を行った。間伐直後の3試験区合わせた平均樹高は約17mで、間伐後の林分密度は多雄花木間伐区1038本/ha、通常間伐区988本/ha、無間伐区1638本/haである。両間伐区の間伐率はともに材積で約26%に揃えた(3)。

1. 着花クラス観察

間伐前から4年間、雄花の開花前の冬季に双眼鏡で各処理区の全個体の樹冠を観察し、5段階の雄花の着花度(クラス)を記録した。この雄花の着花クラスとは、A: 樹冠全体

に著しく高密度に着花、B+: 樹冠全体に高密度に着花、B: 樹冠全体に着花、C: 部分的に着花、D: 着花なし、と定義した。なお、スギの雄花生産はかなり年変動するため(4)、本報では、後述するように雄花の凶作年となった間伐後1年目と、豊作年となった間伐後2年目の結果を用いて解析した。

2. 開空度

梢端部を頂点とする円錐形で近似したモデルを用いて樹高データからスギ全個体の樹冠形を再現した(図-1)。試験区林床に50cm四方の格子点を配し、その上空の再現した樹冠上の点から周囲の天球を見上げ、隣接樹冠により天球が遮蔽された見上げ角度を求めて開空度を計算した。各処理区の間伐後に残存した全個体について、個体の樹冠表面の全ての点の開空度を平均した値を個体の開空度と定義した。なお、このモデルによる開空度の推定値と、光量子センサーを用いた実測値との間には良好な相関関係が得られている(川崎ら 未発表)。

III 結果と考察

間伐後2年目の豊作年における個体ごとの雄花の着花クラスと開空度の関係を図-2に示した。いずれの処理区とも、個体数の少ないDクラスを除き、着花クラス間の平均開空度は有意に異なり(Kruskal Wallis test, 多雄花木間伐区 $p=0.017$ 、通常間伐区 $p<0.001$ 、無間伐区 $p<0.001$)、着花が多いクラスほど平均開空度は高い傾向が見られた。(図-2)。

各処理区の間伐前と間伐後2年目までの着花クラス別の本数を表1にまとめた。着花が多いAやB+の個体数は、雄花の凶作年となった間伐後1年目は、翌年の豊作年(2年目)に比べてかなり少なかった。また、無間伐区に比べると、両間伐区とも、凶作年には雄花を多く付ける個体の割合がやや高めであったが、一方、豊作年には大きな差がみられなかった。そこで、このうち雄花生産が多かった2年目に着目して、以下、間伐方法によって個体の着花にどのような影響の違いがあるか検討した。

受光量の多い個体と少ない個体を開空度30%を基準に分けて、各処理区でそれぞれの本数頻度を比較すると、

多雄花木間伐区では、通常間伐区より明るい個体がやや多かった(図-3)。また、着花クラス別の本数頻度を比べると間伐方法による大きな違いがみられ、多雄花木間伐区では、着花クラスがAの個体は通常間伐区に比べてかなり少なかった(図-4)。開空度が30%以上の明るい個体だけで比べてみると、この着花クラスがAの本数は、通常間伐区の4分の1であった(図-5)。

図-6は、無間伐区における間伐試験前年の着花クラス別に分けた個体が、間伐後2年目の豊作年、どのような着花クラスになったかを示したもので、当初着花が多かった個体(B, B+)は、豊作年も高い着花クラスになることが多いことを示している。多雄花木間伐では、こうした着花が多い個体を優先的に間伐したため、豊作年では、その除去による雄花生産の抑制効果が、通常間伐に比べるとより発揮された可能性を示唆している。

本報では、個体の平均的な光環境に基づき解析したが、今後は、さらに樹冠上部だけに着目した解析などを行い、雄花生産への光環境の影響を検討する必要がある。

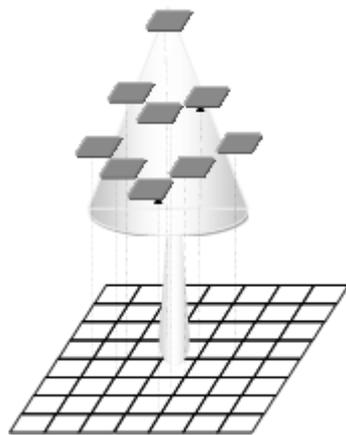


図-1. 開空度推定に用いた樹冠モデルの概念図
Fig.1. Image of the crown model to estimate Canopy Openness

引用文献

- (1) 福島成樹・小平哲夫・横山敏孝(1996) 森林施業によるスギ花粉生産抑制効果(I). 日林論 107: 475-478
- (2) 福島成樹 (2013) 千葉県南房総市の実生スギ林における多雄花間伐の効果. 関東森林研究 64-1:25-28
- (3) 梶本卓也・福島成樹・金指達郎・齊藤哲・川崎達郎・千葉幸弘・五十嵐哲也・清野嘉之(2013) 雄花量に着目した間伐が成長に及ぼす影響の解明. 森林総合研究所交付金プロジェクト研究成果集「雄花量に着目したスギ林の間伐効果の科学的検証」研究成果集:28-32
- (4) 梶本卓也・福島成樹 (2015) 森林管理による花粉生産の抑制—間伐の可能性について. 森林科学 73:17-20
- (5) 清野嘉之・奥田史郎・竹内郁雄・野田巖・近藤洋史・堀靖人 (2002) スギ林の間伐と間伐1年目の花粉生産量. 日本生態学会大会要旨集 49: 159
- (6) 清野嘉之・奥田史郎・竹内郁雄・石田清・野田巖・近藤洋史(2003) 強い間伐はスギ人工林の雄花生産を増加させる. 日林誌 85: 237-240

表-1. 着花クラスの推移

Table 1. Change of the number of trees for each flowering class

処理区	着花クラス	間伐前 (2009年)	間伐 1年後	間伐 2年後
多雄花木間伐	A	4	1	5
	B+	17	4	32
	B	28	30	41
	C	27	41	20
	D	24	25	1
通常間伐	A	2	0	31
	B+	20	6	32
	B	36	39	27
	C	23	38	10
	D	20	18	0
無間伐	A	0	0	5
	B+	10	3	23
	B	31	18	36
	C	17	25	23
	D	42	54	13

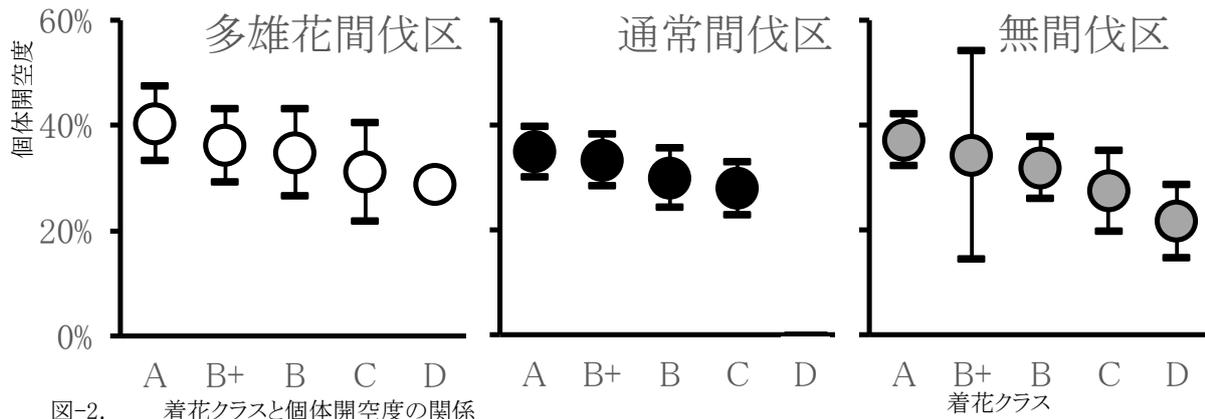


図-2. 着花クラスと個体開空度の関係
(エラーバーは標準偏差を表す。通常間伐区のDはサンプルなし。)

Fig.2. Relation of flowering density and Canopy Openness
(Bars indicate standard deviation. There is no data of D-class in Normal thinning.)

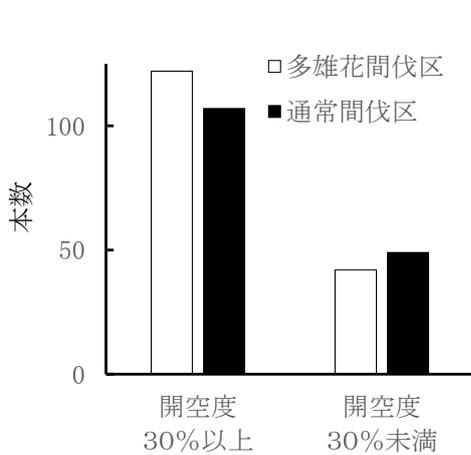


図-3. 2009年の開空度30%で分けた個体数
Fig.3. The number of trees with 30% ≤ or 30% > openness in 2009

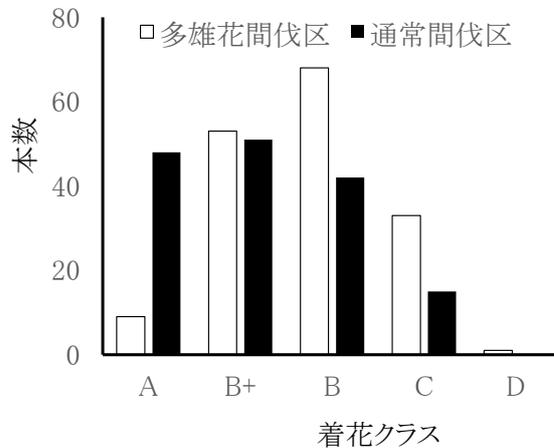


図-4. 間伐後2年目の個体着花クラスの頻度
Fig.4. The number of trees for each flowering class in two years after thinning.

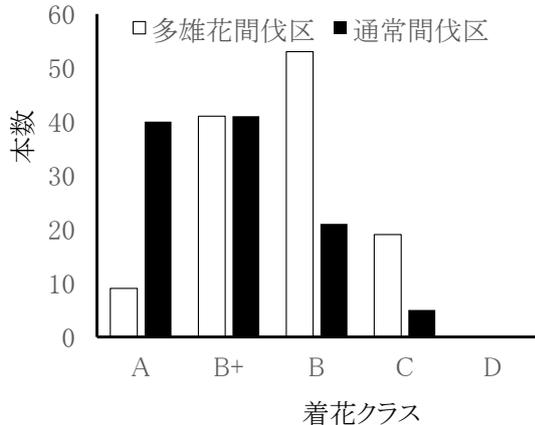


図-5. 2011年の開空度30%以上個体の着花クラスの個体数
Fig.5. The number of trees with 30% ≤ openness in 2011

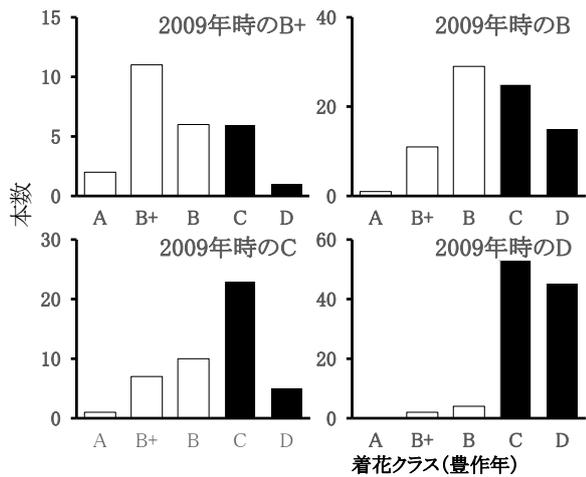


図-6. 間伐前(2009年)着花クラス毎の豊作年(2011年)における着花状況(白:A, B+ またはB, 黒:C またはD)
Fig.6. The number of trees for each flowering classes. Four figures (B+, B, C and D) shows flowering classes in 2009. (White and black bar show A, B+ or B and C or D class respectively.)