

## 埼玉県秩父市における間伐強度の異なるサワラ人工林の成長解析

原口竜成・千嶋武・高德佳絵・丹羽悠二・神塚武一・五十嵐勇治  
・相川美絵子・吉田弓子・鎌田直人（東大秩父演）

**要旨：**東京大学秩父演習林（埼玉県秩父市）のサワラ人工林固定測定地（1928年植栽）では、1961年に強度の異なる間伐（強度間伐区・弱度間伐区・無間伐区）を行った。これら3区の立木本数、平均胸高断面積、胸高断面積合計および直径分布の時系列変化を調べ、間伐の効果を考察した。2010年（間伐から49年後）には弱度間伐区と無間伐区で林分構造に差がみられなくなった。強度間伐区では上位木の成長率向上による大径木生産効果が認められた。間伐によって小さくなった胸高断面積合計は、弱度間伐区では間伐後49年で無間伐区との差がなくなった。今後も同様の速度で胸高断面積合計が増加すると仮定すると、強度間伐区の場合、間伐後70年～80年で無間伐区との差がなくなるものと推測された。これらの間伐手法には、大径木や良質材の生産、コスト面等で長所と短所があるため、主伐の時期や社会経済状況、所有者の経営戦略等に応じて選択するのが好ましいと考えられた。  
**キーワード：**秩父、サワラ、間伐強度、長伐期施業

**Abstract :** In the University of Tokyo Chichibu Forest (Chichibu, Saitama, Japan), a plantation of Sawara cypress was established in 1928. In 1961, three subplots were made in the plantation and received different intensities of low thinning: high-intensity (c. 55% of individual trees was removed; HI), low-intensity (c. 36%; LI), and control (no thinning). Diameter at breast height (DBH) was measured at c. 5-yr intervals after the thinning. Average, total, and distribution of the DBH and abundance of living trees were calculated for each subplot. Changes in these values were analyzed to determine effects of thinning in relation to thinning intensity. In 2010 (49 years following the thinning), stand structures of LI and control were similar because no difference were found in these values between the two plots. The DBH of superior individuals was significantly greater in HI than in the other two plots. Total DBH decreased by the thinning. However, in 2010 (49 years after the thinning), there were no difference in the total DBH between LI and control. It is likely that the total DBH in HI will also catch up with that in the control 70-80 years following the thinning. Each thinning intensity has advantage and disadvantage depending on size, quality, and costs. Forest owners should determine intensity of thinning by considering age of the main harvest, social and economic situations.

**Key words :** Chichibu, Sawara cypress, thinning intensity, long-term silviculture

## I. はじめに

社会・経済情勢の変化から従来の通常伐期での林業が困難になり、近年、長伐期施業への傾向が強まっている。しかしながら、歴史が浅いため、長伐期施業に適した間伐手法は未確立で、長期にわたる間伐の影響を追跡調査した事例（たとえば3など）は少ない。

東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林秩父演習林（以下、秩父演習林）には、樹種や間伐強度の

違い（強度・弱度）が林木の成長に及ぼす影響を明らかにし、植栽樹種選定や間伐の指針とすることを目的に設置された人工林固定測定地（スギ・ヒノキ・サワラ・カラマツ）がある（2）。固定測定地では長期間のデータが蓄積されている。これらのデータは随時報告され（1, 2）、間伐後25年間の間伐の効果や成長等について報告されている（4, 5, 6）。

Ryusei HARAGUCHI, Takeshi CHISHIMA, Kae TAKATOKU, Yuji NIWA, Takekazu KAMIZUKA, Yuji IGARASHI, Mieko AIKAWA, Yumiko YOSHIDA, Naoto KAMATA (Univ. Forest in Chichibu, The Univ. of Tokyo, Hinodamachi 1-1-49, Chichibu, Saitama 368-0034) Radial growth of Sawara cypress in plantations under different thinning intensity in the University of Tokyo Chichibu Forest, Chichibu, Saitama

本研究では、これまで蓄積されたサワラ固定測定地の測定結果をもとに、間伐後 49 年の立木本数、平均胸高断面積、胸高断面積合計および直径分布を解析し、間伐の効果や施業のあり方についての考察を行った。

## II. 方法

1. 測定地の概要 測定地は埼玉県秩父市大滝に位置する秩父演習林 31 林班の 14 小班にあり、2010 年時点での林齢は 82 年生であった。調査地の標高は 1,075m、土壌は埴土・埴質土壌を主とし、腐植質に富み、礫の混入が少なく地味は良好である。

1928 年に ha 当たり 3,000 本の植栽が行われた後、1961 年に間伐と測定地の設定が行われた。その際、間伐強度の異なる 3 つの間伐区（強度間伐区、弱度間伐区、無間伐区）に細分化された（表-1）。強度間伐区 (1,360m<sup>2</sup>) では本数比 55 %・胸高断面積比 39%の強度間伐が、弱度間伐区 (1,668 m<sup>2</sup>) では本数比 36%・胸高断面積比 22%の弱度間伐が行われた。なお、間伐は直径上位木を残した下層間伐 (4) であった。

2. 測定 測定地設定後、これまでに 10 回の調査が行われた。1985 年以降の調査間隔は 5 年であった。

調査項目は測定地内の全立木の胸高直径と樹高であるが、本稿では胸高直径のみを解析の対象とした。胸高直径は地上 1.3 m の位置で測定した。

3. 解析 解析として、まず、間伐後 24 年まで (33 年生・38 年生・42 年生・51 年生・57 年生) の胸高断面積合計の変化を間伐区ごとに比較した。

次に、間伐後 24 年～49 年の林分構造を詳細に把握するため、57 年生から 82 年生までの 5 年間隔・6 回 (57 年生・62 年生・67 年生・72 年生・77 年生・82 年生) のデータを使用し、ha 当たりの立木本数、平均胸高断面積と胸高断面積合計について時系列で解析した。

さらに、直径階幅を 2.0 cm として、間伐直後 (33 年生)、間伐の 24 年後 (57 年生)、49 年後 (82 年生) の各間伐区の直径分布を時系列で比較した。

## III. 結果

### 1. 間伐後 24 年までの胸高断面積合計の変化 (図-1)

間伐直後 (33 年生時点) における胸高断面積合計は、無間伐区 (59.4 m<sup>2</sup>/ha)、弱度間伐区 (38.5 m<sup>2</sup>/ha)、強度間伐区 (33.6 m<sup>2</sup>/ha) の順に大きかった。

時間の経過とともに、弱度間伐区の成長速度が速くなり、間伐後 24 年後 (57 年生時点) では、弱度間伐区 (74.3 m<sup>2</sup>/ha) の胸高断面積合計は無間伐区 (83.7 m<sup>2</sup>/ha) と強度間伐区 (65.9 m<sup>2</sup>/ha) のほぼ中間の値を示した。

表-1. 固定測定地の概要

Table 1 Outline of subplots

間伐区名	面積 (m <sup>2</sup> )	設定時 (33 年生時)		
		立木本数 (trees/ha)	間伐率 本数 (%)	間伐率 断面積 (%)
強度間伐区	1,360	1,184	55	39
弱度間伐区	1,668	1,739	36	22
無間伐区	703	2,987	0	0

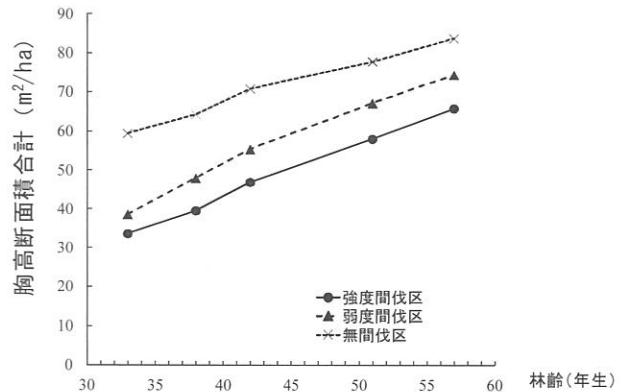


図-1. 間伐後 24 年までの胸高断面積合計の変化

Fig.1 Time-series changes in total DBH per hectare 24 years after thinning

### 2. 間伐後 24 年～49 年の林分構造の時系列変化

ha 当たりの立木本数は、いずれの間伐区でも調査期間を通して減少を続けた (図-2)。減少速度は無間伐区、弱度間伐区、強度間伐区の順に大きく、その結果、無間伐区と他の 2 区との差は小さくなった。82 年生時点での立木本数は、無間伐区 (1,465 本/ha)、弱度間伐区 (1,367 本/ha)、強度間伐区 (993 本/ha) であった。

平均胸高断面積は、いずれの間伐区でも調査期間を通して増加を続けた (図-3)。3 つの間伐区間で比較すると、82 年生時点で大きい順から強度間伐区 (905.0 cm<sup>2</sup>, SD=403.1)、弱度間伐区 (732.9 cm<sup>2</sup>, SD=305.8)、無間伐区 (682.6 cm<sup>2</sup>, SD=340.2) で、強度間伐区は調査期間を通じて常に最も高い値を示した。また、成長速度 (直線の傾き) には間伐区間で大きな差は認められなかった。

ha 当たりの胸高断面積合計は、いずれの間伐区でも調査期間を通して増加を続けたが、無間伐区において増加速度が鈍る傾向が認められた (図-4)。その結果、82 年生時点で、弱度間伐区における ha 当たりの胸高断面積合計 (100.2 m<sup>2</sup>/ha) が、無間伐区 (100.0 m<sup>2</sup>/ha) よりも大きくなった。

一方で、弱度間伐区と強度間伐区との間には、胸高断面積合計の増加速度に明確な差はみられなかった。その結果、強度間伐区と無間伐区との差は縮小したものの、強度間伐区と弱度間伐区との差は縮小せず、強度間伐区の胸高断面積合計は調査期間を通して常に最も小さい値を示した。

3. 直径分布の変化 直径分布はすべて単峰型を示した(図-5)。林齢とともにばらつきが大きくなりピークが低くなる傾向が認められた。

下層間伐の結果、間伐直後には強度間伐区と弱度間伐区で小径木が少なかった。間伐から49年後(82年生)には、強度間伐区で胸高直径40cm以上の大径木の本数が増加していた。また、無間伐区では枯損によって小径木が減少し、間伐から49年後では弱度間伐区と無間伐区の直径分布には差が認められなくなった。

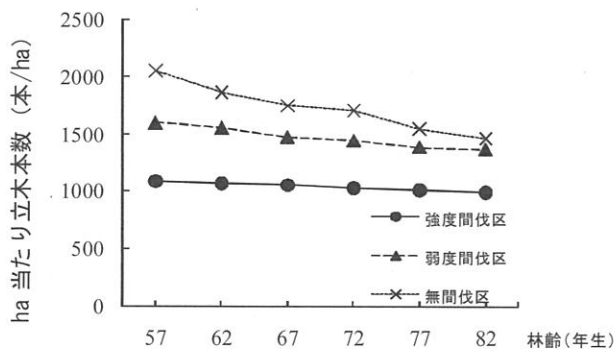


図-2. ha 当たりの立木本数の時系列変化

Fig.2 Time-series changes in tree density per hectare

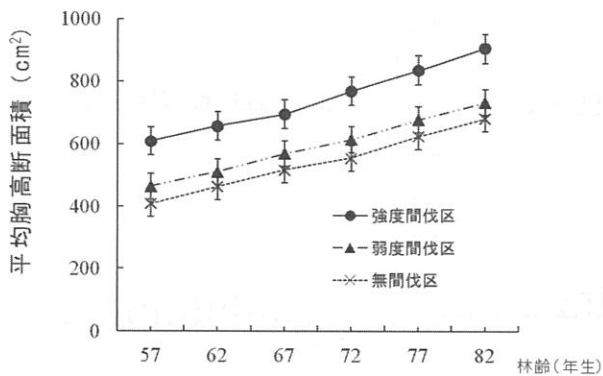


図-3. 平均胸高断面積の時系列変化

Fig.3 Time-series changes in average of DBH

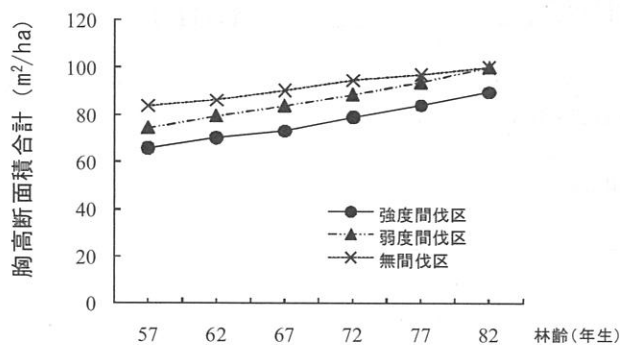


図-4. ha 当たりの胸高断面積合計の時系列変化

Fig.4 Time-series changes in total DBH per hectare

#### IV. 考察

1. 林分構造の現状 強度間伐区では、立木本数が最も少ない一方で、平均胸高断面積は最も大きく、大径木が多かった。直径分布もこれらの結果を支持していた。

間伐の49年後には、弱度間伐区と無間伐区では、立木本数と胸高断面積合計は同様の値を示し、直径分布にも差が認められなかったことから、林分構造に差はないと考えられた。しかし、強度間伐区では立木本数と胸高断面積合計は他の間伐区より小さく、間伐から49年後(82年生時点)でも、無間伐区とは林分構造が異なっていた。

2. 施業のあり方についての検討 間伐の24年後の解析(5)によると、間伐の効果として上位木の成長率向上による大径木生産効果が認められた。その後の25年間でも、強度間伐区で大径木本数が増加していたが、弱度間伐区では強度間伐区ほどの大径木生産効果は認められなかった(図-5)。

また、山本ら(5)は、間伐後24年間の年平均材積成長量が弱度間伐区で最大(19.3m³/ha・年)となり、強度間伐区(16.8m³/ha・年)と無間伐区(16.3m³/ha・年)では差が認められなかったことから、本数比50%を超える強度間伐は強すぎたと考察した。しかし、間伐後約50年が経過した現在では、強度間伐区と無間伐区との胸高断面積合計の差が縮小しており、このまま増加が続くと間伐度70年~80年(103年生~113年生)で無間伐区と差がなくなるものと推測される。したがって、100年程度の長伐期施業で考えた場合には、強度間伐も間伐強度が強すぎたとはいえない。また、枯死する本数は強度間伐区が最も少ないという長所もある。しかし、年齢が同じ大径木は年輪幅が広いことにほかならない。年輪幅の狭い材の生産という点では、強度間伐は、無間伐や弱度間伐に劣るものと考えられた。

今回の結果から明らかにされた強度間伐・弱度間伐・無間伐の長所と短所を整理した(表-2)。

強度間伐の長所は、長伐期を想定した場合に、早期に大径木生産が期待できること、強度間伐の際の間伐木で収入を得ることができれば、収入間伐が期待できること、枯死する本数が少なく材の利用率が高くなることなどがあげられる。逆に、短所としては、短伐期を想定した場合には間伐効果が現れないこと、長伐期でも年輪幅が広くなり年輪幅の狭い材の生産という点では劣ること、材価が安い場合には間伐が所有者にとってコスト高になることがあげられる。

弱度間伐の効果は短期で現れるため、短伐期の場合上記の強度間伐の長所があてはまる。間伐のコストに関する

る長所・短所についても強度間伐の場合と同様である。ただし、長伐期では強度間伐ほどの大径木生産は期待できないことや、枯損木が強度間伐よりも多いことも、弱度間伐の短所としてあげられる。

無間伐では、主伐するまで収入が無いこと、枯損木が多く材の利用率が低いことなどの短所がある。しかし、時間はかかるもののいずれは間伐した林分と似た構造になることから、長伐期では低コストであること、年輪幅の狭い材の生産が期待できることという長所が考えられた。

今回の対象は、初回間伐後は施業を行っていない林分であった。しかし、実際の施業としては、弱度間伐を複数回行う場合も想定されるため、間伐強度だけでなく施業方法の異なる林分とも比較を行う必要がある。収入間伐や主伐の適期は、林分の立地状況や社会経済状況の影響を受けるため一概には論じられないが、今回の結果から秩父地域におけるサワラの取り扱いを考えた場合には、長伐期の強度間伐や無間伐にも利点があり、選択肢の一つになりうると考えられた。

## V. 引用文献

- (1) 大村和也・澤田晴雄・大畑茂 (2004) 秩父演習林における人工林固定測定地林分成長資料. 演習林(東大), 43: 1-192
- (2) 大村和也・澤田晴雄・大畑茂・藤原章雄 (2005) 秩父演習林における人工林固定測定地林分成長資料(補遺). 演習林(東大), 44: 211-249.
- (3) 鈴木和次郎・池田伸・平野辰典・須崎智広・和佐英二・石神智生 (2009) 高齢級ヒノキ人工林の林分構造にみる間伐履歴の影響. 日林誌 91: 9-14
- (4) 山本博一・伊藤幸也・大畑茂・佐々木和男・大村和也 (1987) 東京大学秩父演習林のスギ・ヒノキ・サワラ・カラマツの生長試験地における間伐効果の解析. 東大演報 76: 287-329.
- (5) 山本博一・大村和也 (1986) 間伐効果の樹種による違いについて. 37 回日林関東支論: 23-26.
- (6) 山本博一・佐々木和男・大村和也 (1986) 樹種と本数密度の異なる間伐試験地における間伐効果の比較. 97 回日林論: 711-714.

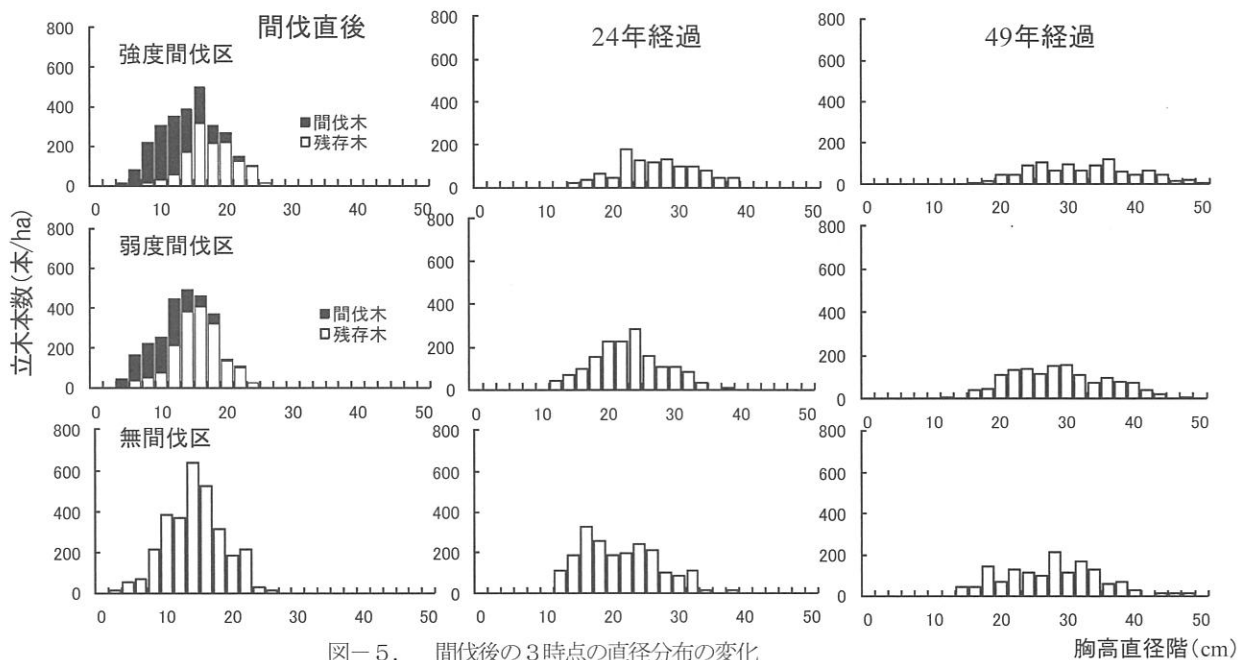


図-5. 間伐後の3時点の直径分布の変化

Fig.5 Changes in DBH distribution after thinning in three subplots

表-2. 本林分における施業のあり方についての検討結果

Table 2 List of advantage and disadvantage of thinning intensity

間伐の種類	長所	短所
強度間伐	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長伐期で大径木生産が期待できる</li> <li>・間伐による収入が期待できる</li> <li>・枯損木が少なく、材の利用率が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・短伐期では間伐効果が現れない</li> <li>・年輪幅の狭い材の生産には向かない</li> <li>・材価が低い場合には収入が少なくコスト高になる</li> </ul>
弱度間伐	<ul style="list-style-type: none"> <li>・短伐期で大径木生産が期待できる</li> <li>・間伐による収入が期待できる</li> <li>・枯損木が少なく、材の利用率が高い</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長伐期では、強度間伐ほどの大径木生産は期待できない</li> <li>・材価が低い場合には収入が少なくコスト高になる</li> <li>・強度間伐よりは枯損木が多い</li> </ul>
無間伐	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長伐期で考えると、手をかけなくても間伐した林分と同じ構造になる(低コスト)</li> <li>・年輪幅の狭い材の生産が期待できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・主伐するまで収入が無い</li> <li>・枯損木が多く、材の利用率が低い</li> </ul>