

論文

3年下刈りと6年下刈りでのスギの成長と雑草木の侵入状況の比較*1

福本桂子*2・寺岡行雄*3・加治佐剛*3・萩野香澄*2・山下盛章*4・金城智之*5

福本桂子・寺岡行雄・加治佐剛・萩野香澄・山下盛章・金城智之：3年下刈りと6年下刈りでのスギの成長と雑草木の侵入状況の比較
九州森林研究 68：43－46，2015 鹿児島大学農学部附属高隈演習林内のスギ幼齢林で，植栽後3年間の下刈りを実施した林分と，6年間の下刈りを実施した林分を対象として，植栽後8年目までの雑草木の侵入状況とスギの成長を比較し，下刈り回数の省力化の可能性を検討した。その結果，3年下刈り区のスギの樹高と雑草木群落高の差は約3mあり，下刈りは3年間で終了しても良いと考えられた。一方で，3年間の下刈りを省力したことによりスギと雑草木の競合が顕在化し，3年下刈り区と6年下刈り区間のスギの樹高，DBH，樹冠長に差が認められた。また，側方被圧の影響で樹冠投影面積には両試験区の間で大きな差が見られ，3年下刈り区では今後スギの成長が低下する可能性が示唆された。これらのことから，今後の施業として除伐の時期を早めるあるいは除伐の回数を増やす必要性があるものと考えられた。

キーワード：低コスト造林，下刈り省力，競合状態，スギの成長

I. はじめに

スギ人工林では，植栽から50年生までの造林および保育にかかる費用は平均で約231万円/haとなっており，そのうち約7割は植栽から10年間にかかる造林費用となっている（林野庁，2014）。材価の低迷などを背景に低コスト造林の技術体系の確立が必要となっており（石塚，2012），造林費用の中でも約4割という高い費用を下刈りが占めている（行武・吉本，2001）ことから，下刈り省力化の技術の確立が求められている。下刈り省力化に関して，大苗を植栽し下刈り省力化を試みた事例（田代，2012），シート布設による雑草木の成長抑制を検討した事例（上村・谷口，2004），スギまたはヒノキの無下刈り林分を対象とした事例（平田ほか，2012；赤井ほか，1987），広葉樹造林地において下刈りを省力した事例（横井，2001；長谷川ほか，2007），下刈りの実施回数を変えた事例（金城ほか，2011a）などがこれまでに報告された。下刈りは隔年で行うと雑草木の量が増加し作業効率が悪くなる（金城ほか，2011b）ことから，下刈りは連続で行い，なおかつ回数を削減することが効率の良い下刈り省力化になると予想される。一方で，下刈りの回数を省力することによって，雑草木が侵入しスギの成長に影響を及ぼすことが懸念される。金城ほか（2011a）は下刈り実施パターンを変えた事例を報告しているが，これはスギの5年生時点でのスギの成長のみの考察であり，雑草木の侵入状況とスギの成長の関係は明らかにされていない。

そこで本研究では，下刈り回数の省力化を検討するため，植栽後毎年3年間の下刈りを実施した林分と，6年間で下刈りを実施した林分を対象として，植栽後8年目までの雑草木の侵入状況とスギの成長の差を明らかにすることを目的として調査を行った。

II. 調査地・調査方法

1. 調査地

調査地は鹿児島県垂水市に所在している鹿児島大学農学部附属高隈演習林内の116林班24小班である。高隈演習林の年平均気温は14℃，年平均降水量は2,800mm，調査地の斜面方位は北向きである。2005年11月～2006年5月にかけて広葉樹と一部スギが皆伐された後，2007年2～3月にスギが植栽された。3年間の下刈りを実施した林分（以下，3年下刈り区）については2007年度～2009年度までの3回，6年間で下刈りを実施した林分（以下，6年下刈り区）については2007年度～2012年度まで6回の下刈りを実施した。下刈りの実施時期は毎年7月の中旬であった。雑草木の多くはアカメガシワやカラスザンショウなどの先駆種であり，常緑樹であるタブノキやシロダモが所々で見受けられた。

3年下刈り区と6年下刈り区については40本程度のスギが入るように試験区を設定した（図-1）。植栽密度は1,500本/haであり，3年下刈り区の面積は0.25ha，6年下刈り区は0.15haであった。傾斜は両試験区とも34°である。

2. 調査方法

スギが5年生となった2010年からの5年間，スギの毎木調査と雑草木の調査を行った。

スギ毎木調査については，毎年11月に樹高，枝下高，胸高直径（以下，DBH），樹冠幅を測定した。樹高，枝下高は測程を用い1cm単位で，DBHはノギスまたは直径テープを用い0.1cm単位で測定した。樹冠幅は等高線方向と斜面方向のそれぞれで最も外側に位置する枝間の長さを1cm単位で測定した。

*1 Fukumoto, K., Teraoka, Y., Kajisa, T., Hagino, K., Yamashita, M. and Kinjou, T. : Comparison of the growth of planted sugi (*Cryptomeria japonica*) and the state of competition among different weed control periods.

*2 鹿児島大学大学院農学研究科 Grad. School of Agric. Kagoshima Univ., Korimoto, Kagoshima 890-0065, Japan.

*3 鹿児島大学農学部 Fac. of Agric., Kagoshima Univ., Kagoshima 890-0065, Japan.

*4 宮崎県庁 Miyazaki Pref. Miyazaki 880-8501.

*5 株式会社島津興業 Shimadzu LTD, Kagoshima 892-0871.

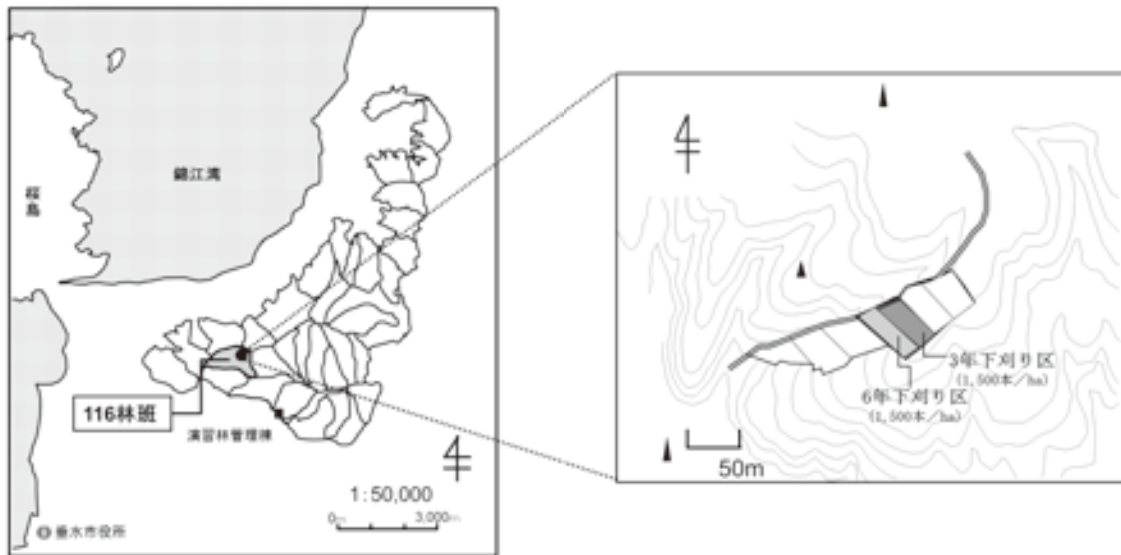


図-1. 試験区概要図

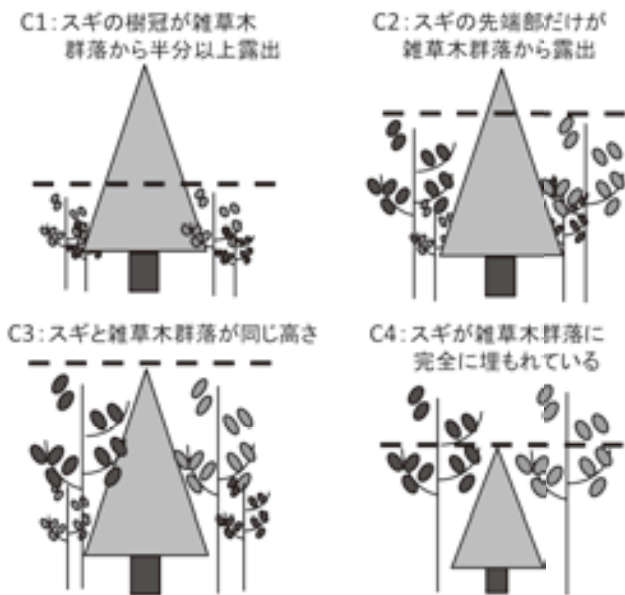


図-2. スギと雑草木の競合状態の判定方法

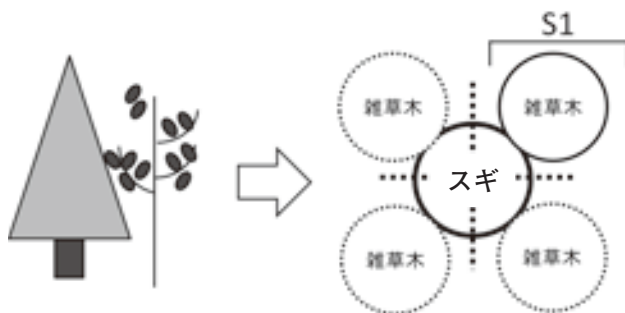


図-3. 雑草木による側方被圧の判定方法
 ※スギの樹冠が1箇所では雑草木と接していればS1, 同様に2箇所ではS2, 3箇所ではS3, 4箇所ではS4と判定した

雑草木の調査については、毎年6月下旬に植栽木周辺の雑草木群落高、競合状態、側方被圧の測定を単木ごとに行った。競合状態、側方被圧は2011年、2012年、2014年に測定した。雑草木群落高については測定対象のスギの周囲の特に樹高の高い広葉樹を除き、全体の70%程度を覆っている広葉樹の高さを用いた。競合状態は山川ほか(2012)の判定基準を用い、「C1:スギの樹冠が周辺の雑草木から1/2以上露出する、C2:スギの先端部だけが周辺雑草木から露出する、C3:スギと周辺雑草木が同じ高さ、C4:スギが周辺雑草木に完全に埋もれている」の4段階で判定した(図-2)。側方被圧は、金城ほか(2012)の判定基準を用い、「雑草木と接触している割合をS1:25%以下、S2:25~50%、S3:50~75%、S4:75%以上」の4段階で判定を行った(図-3)。具体的には、植栽木の周囲を4分割し、スギの樹冠が雑草木と1方向のみで接触する場合はS1、2方向で接触するものをS2、3方向で接触するものをS3、4方向で接触するものをS4とした。

3. 解析方法

雑草木の侵入状況を明らかにするために競合状態、側方被圧の割合を3年下刈り区と6年下刈り区で比較した。また、両試験区のスギの樹高と雑草木群落高の経年変化の比較を行った。下刈りの実施回数がスギの成長に与える影響を明らかにするため、スギの樹高、DBH、樹冠長、樹冠投影面積を両試験区間で、t検定を用い比較した。検定にはエクセル統計を用いた。樹冠投影面積については楕円形で近似した。

Ⅲ. 結果

1. 雑草木の侵入状況

スギと雑草木の競合状態について図-4に示す。6年下刈り区の競合状態の割合はいずれの年においてもC1の割合が90%以上を占めている結果となった。7年生時に下刈りを終了したが、9年生時でもスギの樹冠が雑草木群落よりも半分以上抜き出ていることが分かる。一方、3年下刈り区の競合状態は6、7年生時

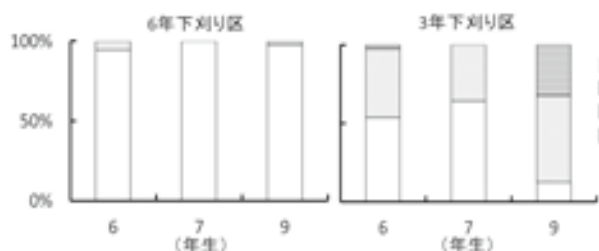


図-4. 雑草木との競合状態の割合

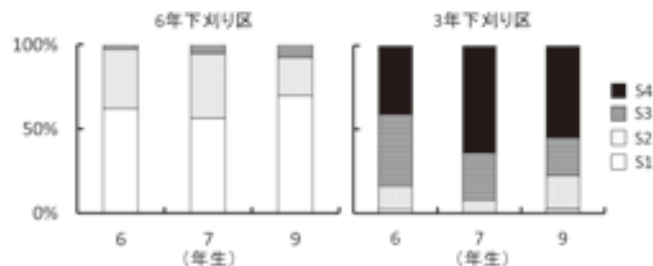


図-5. 雑草木による側方被圧の割合

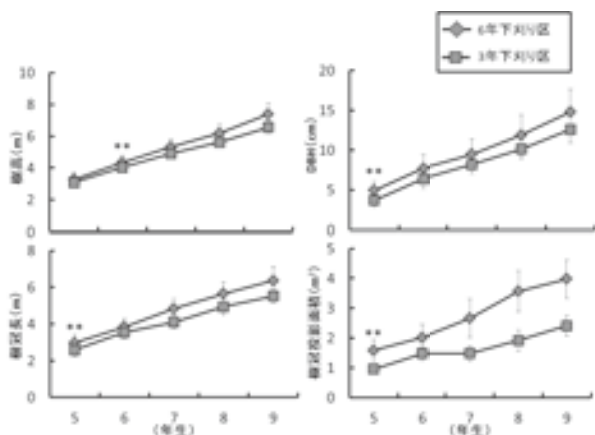


図-6. 3年下刈り区と6年下刈り区のスギの成長の比較

※図中の垂線は標準偏差を示す

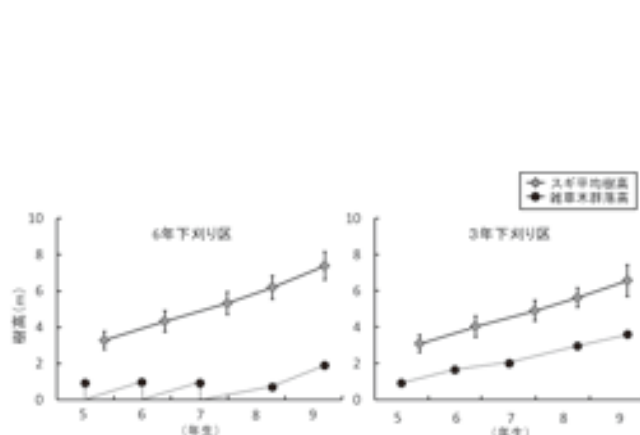
※図中の**は2つの試験区間で有意差が出始めた年を示す (t検定, $p < 0.01$)

図-7. スギの平均樹高と雑草木群落高の経年変化

※図中の垂線は標準偏差を示す

にはC1とC2で90%以上を占めていた。しかし、9年生時にはC1とC2が約60%となり、C3の割合が約40%を占めていた。

次に側方被圧について図-5に示す。6年下刈り区についてはいずれの年においてもS1が50%以上を占めていた。9年生になると、約8%がS3の状態になっていた。3年下刈り区では、6年下刈り区と比較してS3、S4の割合が高くなっていった。6年生時にはS3、S4ともに約40%であったが7、9年生時にはS3は約20%に減少し、S4は約60%に増加した。

2. スギ植栽木の成長

スギの樹高、DBH、樹冠長、樹冠投影面積の平均値の時系列変化を図-6に示す。スギの平均樹高について、3年下刈り区では5年生時から順に3.1m、4.0m、4.9m、5.6m、6.5m、毎年下刈り区では3.3m、4.3m、5.3m、6.2m、7.4mであり、3年下刈り区の下刈りを終了して2年後にあたる6年生時点で両試験区の間で有意な差が認められた ($p < 0.01$)。9年生時点での3年下刈り区のスギの樹高は、6年下刈り区と比較すると約13%小さかった。

次にスギの平均DBHについて、3年下刈り区は3.7cm、6.4cm、8.2cm、10.1cm、12.6cmで、6年下刈り区では4.9cm、7.7cm、9.5cm、11.9cm、14.8cmであった。3年下刈り区の下刈りを終了した翌年にあたる5年生時に両試験区間で有意な差が認められ ($p < 0.01$)、両試験区の差は徐々に開いていた。9年生時点では、3年下刈り区のDBHは6年下刈り区と比較して約15%小さかった。

次に平均樹冠長について、3年下刈り区では2.6m、3.5m、

4.1m、4.9m、5.5m、6年下刈り区では2.9m、3.8m、4.8m、5.6m、6.4mとなっていた。3年下刈り区の下刈り終了の翌年には両試験区の間で有意な差が認められ ($p < 0.01$)、9年生時点での3年下刈り区の樹冠長は、6年下刈り区と比較すると約15%短くなっていった。

樹冠投影面積について3年下刈り区では0.9m²、1.5m²、1.5m²、1.9m²、2.4m²となり、毎年下刈り区では1.5m²、2.0m²、2.7m²、3.5m²、4.0m²であった。樹冠投影面積についても3年下刈り区の下刈り終了の翌年に有意な差が認められた ($p < 0.01$)。両試験区の差は大きく開き、9年生時点で3年下刈り区の樹冠投影面積は6年下刈り区よりも約40%小さかった。

3. スギの平均樹高と雑草木の平均群落高の経年変化

スギの平均樹高と雑草木群落高の経年変化を図-7に示す。3年下刈り区の雑草木の平均群落高について、5年生から順に0.9m、1.6m、1.9m、2.9m、3.6mであり、下刈りが終了して5年が経過しても、スギの樹高に追いつくことはなかった。3年間の下刈り終了後は、スギの樹高と雑草木群落高の差は2.2m、2.4m、3.0m、2.7m、2.9mとなり、約3mの差で平行して推移していた。6年下刈り区の雑草木群落高は0.9m、1.0m、0.9m、0.7m、1.9mとなっており、下刈りが終了して2年が経過したため、9年生時点の雑草木群落高は他の年よりも高くなっていった。9年生時点での両試験区のスギと雑草木群落高の差は、3年下刈り区では約3m、6年下刈り区では約5mであった。

Ⅳ. 考察

1. スギ植栽木の成長と雑草木との競合

下刈りを3回で終了することにより、6年下刈り区と比較して3年下刈り区での競合状態はC2～C3の割合が増加し、側方被圧はS3～S4の割合が増加することがわかった(図-4, 5)。このことから、3年下刈り区では6年下刈り区と比較して雑草木との競合が激しくなっていると考えられた。しかし、3年下刈り区ではC4の個体が見られなかったこと(図-4)、雑草木群落高がスギの樹高を下回っていたことより(図-7)、スギよりも樹高の高い雑草木による被圧(以下、上方被圧)はなかったと考えられた。ヒノキの場合、雑草木による上方被圧は樹高とDBHの成長に影響するといわれている(平田ほか, 2012)。スギの場合も同様の傾向があるとされており(平岡ほか, 2013)、本試験区では雑草木による上方被圧がなかったため、3年下刈り区のスギの樹高やDBHの著しい成長の低下が見られなかったと考えられた。

スギの樹高とDBHについて、スギの樹高は3年間の下刈り終了後から2年経過した6年生時に、DBHについては下刈り終了後翌年の5年生時に両試験区の間で有意な差が生じた。スギの場合、雑草木による被圧は樹高成長よりも直径成長の方に早く影響が現れる(平岡ほか, 2013; 丹下ほか, 1993)とされており、両試験区の樹高とDBHの間で有意な差が出る時期に違いがあったのはこのためと思われる。9年生時におけるスギの樹冠長と樹冠投影面積については、3年下刈り区では6年下刈り区と比較して前者は約15%短く、後者は約40%小さくなっていた(図-6)。樹冠投影面積について、4年生以降は側方からの被圧が枝張りに影響すると言われている(谷本, 1972)。実際に3年下刈り区では、7年生時からS4の割合が50%を超え、その年から両試験区間で樹冠投影面積の差は広がっている(図-5, 6)。このことから、3年間で下刈りを終えるとスギの周囲は雑草木に覆われてしまい、枝の伸長成長が制限され、その結果、3年下刈り区では6年下刈り区と比較して樹冠投影面積が著しく小さくなったと考えられた。

2. 下刈り省力化の検討

一般的な下刈り終了の基準はスギの樹高が雑草木群落高を卓越するまでとされ、明確な数値での基準が示されているわけではない。3年下刈り区の場合、下刈りを終了して5年が経過したが、9年生時点のスギの樹高と雑草木の群落高の差は約3mであり、時系列で見るとスギの樹高と雑草木の群落高は平行して推移していた(図-7)。これらのことから、本試験区では3年の下刈りでも雑草木がスギの樹高を追い抜くことは無いと考えられ、3年間の下刈りで終了しても良いと判断された。しかし、図-6より両試験区間のスギの樹冠投影面積において大きな差が見られた。

枝張りの成長抑制は樹冠量の減少につながり、今後のスギの成長がさらに落ちる可能性を示唆している。このことから、今後除伐時期を早めるあるいは複数回の除伐を行う必要があると思われる。

今回は植栽後3年間の下刈りを実施したスギ林分と、6年間の下刈りを実施したスギ林分において、スギの成長の差、雑草木の侵入状況および競合状態を明らかにした。その結果、植栽後3年間の下刈りで一般的な下刈り終了基準を満たしていたものの、スギの成長を見ると雑草木の側方被圧によって枝張りの成長が制限され、今後の成長が低下する可能性が示唆された。このようなことを踏まえ、今後下刈りの省力化を検討する際には、下刈りコストだけでなくその後の除伐コストも考慮する必要があるだろう。また、スギの成長低下をどの程度まで許容するか、最終的な生産目標に応じて適切な施業を行うことが重要である。

謝辞

本研究の一部は平成26年度「攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業(うち産学の英知を結集した革新的な技術体系の確立)」における「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究」(代表: 田中浩, 独立行政法人森林総合研究所)による支援を受けて実施したものであり、関係各位に感謝申し上げます。

引用文献

- 赤井龍男ほか(1987)日林論98:285-286.
 長谷川幹夫ほか(2007)日林誌89:14-20.
 平岡裕一郎ほか(2013)日林誌95:305-311.
 平田令子ほか(2012)日林誌94:135-141.
 石塚森吉(2012)現代林業555:14-17.
 金城智之ほか(2011a)九州森林研究64:56-59.
 金城智之ほか(2011b)鹿大演報38:7-11.
 金城智之ほか(2012)鹿大演報39:45-48.
 林野庁(2014)森林林業白書, 104pp.
 丹下健ほか(1993)日林誌75(5):416-423.
 谷本丈夫(1972)日林講83:184-187.
 田代慶彦(2012)現代林業555:22-25.
 上村公浩・谷口真吾(2004)森林応用研究13:151-154.
 山川博美ほか(2012)日林講:E15.
 横井秀一(2001)岐阜県林誌研報30:1-8.
 行武潔・吉本敦(2001)森林計画誌35(2)75-80.
 (2014年11月7日受付;2015年1月16日受理)