

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 19 日現在

機関番号：11201

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580210

研究課題名(和文)刈り払いの控えめに：ケヤキ稚樹の生残と樹形発達に与える雑草木切除の効果

研究課題名(英文) The effects of weeding on the survival and height growth of Zelkova serrata naturally regenerated saplings

研究代表者

國崎 貴嗣 (KUNISAKI, Takashi)

岩手大学・農学部・准教授

研究者番号：00292178

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、「ケヤキの天然更新では、全刈りよりも、坪刈りの方がケヤキ稚樹の生残や樹高成長に効果的である」という仮説を検証した。林内光量30%の林地に生立するケヤキ稚樹の4年間の生存率には、全刈り域、坪刈り域、放置域間で有意差は認められなかった。ケヤキ稚樹の樹高成長量を比較した結果、放置域と坪刈り域との間に有意差は認められなかった。ケヤキ稚樹における期首樹高と樹高成長量との間に有意な正の相関が認められ、刈り払いの違いによるデータの分布範囲に差はなかった。これらの結果から、全刈りと坪刈りによってケヤキ稚樹の生残や樹高成長に差はないと考えられた。

研究成果の概要(英文)：In this study, the hypothesis that spot weeding is more effective than whole weeding for the survival and height growth of Zelkova serrata saplings, was tested. Four years of survival rate of Zelkova serrata saplings did not differ among whole weeding, spot weeding and non-weeding sites under the within-stand light intensity of 30%. The height increment of Zelkova serrata saplings did not differ between spot weeding and non-weeding sites. The height increment of Zelkova serrata saplings was positively correlated with initial tree height, and there was no difference in the distribution range of scatter plots in relation to weeding types. From these results, it appears that the difference in survival and height growth of Zelkova serrata saplings between whole weeding and spot weeding sites is not observed.

研究分野：森林科学(森林施業・計画学)

キーワード：ケヤキ 生残 樹高成長 雑草木 刈り払い

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本各地で手入れ不足な人工林の環境保全機能低下が問題となっている。人口減少期で木材需要が減少する今日、人工林を広大に残す必要性は低い。そこで、手入れ不足人工林を伐採し、天然更新により低コストで広葉樹林化する技術が求められる。

広葉樹林化における前生樹確保の重要性は、ブナ林の研究などで明らかにされている。ところが、前生樹を確保し、光環境を好適にすれば天然更新が確実に成功するかといえば、否である。ケヤキ稚樹が3万本/ha近く生立する明るい伐採地を、筆者が3週間おきに観察したところ、ケヤキ稚樹は夏に次々と枯れた。クサギやタラノキの根萌芽、モミジイチゴやサルナシのほふく茎、ムラサキシキブの萌芽、埋土種子由来のチヂミザサのほふく茎などで林床が急速に被覆され、高さ20cm前後の小さなケヤキ稚樹が完全に被圧されてしまったためである。また、小面積皆伐後に8年間放置された別の伐採地では、ケヤキが草本層を抜け出しても、先駆性樹種であるクサギ、タラノキとの光を巡る種間競争の結果、被圧されたケヤキ、または樹幹の曲がったケヤキが全体の7割と多数を占めた。これらのことから、通直な樹幹を持つケヤキを十分に確保するためには、伐採地の光環境や林床を好適にするとともに、天然更新補助作業として、雑草木の刈り払い(刈り出し、下刈り)が必要不可欠である。

(2) 行政担当者や研究者からは、刈り払いの重要性の指摘は多い。しかし、広葉樹林化では、目的樹種の「新規加入の制限要因」に関する研究は数多いものの、「刈り払い効果」の研究へは進展していない。天然更新では、植栽に比べて育成対象木の空間分布が不均一で、刈り払いしにくい。加えて、広葉樹では針葉樹に比べて誤伐が多い。このため、広葉樹林化の刈り払いでは、針葉樹人工林の刈り払いよりも高コストになりやすい。低コストな刈り払い技術の確立は急務である。ケヤキ人工林では、かつて全刈りが推奨された。しかし、ケヤキの樹冠は篗状型であり、全刈り後の疎開状態にあると下枝の枯れ上がりが進まず、枝下高が低くなりやすい。一方、ケヤキ稚樹の耐陰性は高いことに加え、全刈りではリター分解による養分供給が短期間に集中し、育成対象木に有効に利用されないこと、好適な光環境下で雑草木の根萌芽やほふく茎が拡大しやすいことから、天然更新での全刈りの有効性は疑わしい。むしろ、坪刈りの方がケヤキ稚樹の生残や樹形形成に有効で、かつ低コストではないだろうか。

雑草木の根や地下茎による水平伸長や萌芽再

生のパターンはその地下部構造と密接に関係する。雑草木群落の遷移パターンを解明するには、地下部構造の調査が必要不可欠である。しかし、刈り払いの効果を地下部構造の観点から解析した事例は見受けられない。

2. 研究の目的

本研究では、「ケヤキの天然更新では、全刈りよりも、坪刈りの方がケヤキ稚樹の生残や通直な樹幹形成に効果的である」という仮説を検証する。そのため、約80年生のケヤキ人工林に隣接するオウシュウトウヒ人工林内の伐採地を調査対象とし、研究計画を以下の3つの項目にわけ、研究項目1: 刈り払い法の違いがケヤキの生残と樹形発達に与える効果。研究項目2: 刈り払い法の違いが雑草木群落の地上部と地下部の構造に与える影響。研究項目3: 刈り払い法の違いと作業工程との関係。

3. 研究の方法

(1) 研究項目1に関し、2010年既設の7m×10mの小面積皆伐区(以下、皆伐区)内に、雑草木の全刈り域、坪刈り域、放置域を2012年に設けた。面積1m²の稚樹調査枠を全刈り域に6個、坪刈り域に6個、放置域に5個設定した。これらに加え、10m×30mの固定試験地を2012年5月に新たに設置し、ケヤキの当年生実生と前生樹の本数密度を5月と9月に調査した。2013年4月に、この中に強度除伐区(以下、強度区)、弱度除伐区(以下、弱度区)、対照区を設けた。稚樹調査枠を強度区、弱度区、対照区ともに18個ずつ設定した。

総計71個の調査枠内のケヤキ前生樹について、2013年と2014年の5月から9月まで1ヶ月おきに生残と樹高を調査した(皆伐区については、2011年と2012年にも当年生実生を含めて調査した)。各調査区の地上高2mにおける平均的な相対光量子束密度を開葉前(4月)と着葉期(7月)に推定した。

(2) 研究項目2に関し、上記71個の調査枠で、2013年と2014年の5月から9月まで1ヶ月おきにケヤキ以外の雑草木の植物高を調査した(皆伐区については2011年と2012年も)。二次遷移初期における埋土種子の貢献度を推定するため、10m×30m試験地の調査枠外の30カ所から、採土円筒により表土を採取し、大学構内のプランターで実生発生法をおこない、埋土種子由来の実生の種名と本数密度を調査した(ただし、実生発生法では実生がほとんど発生しなかったため、詳細を割愛する)。

(3) 研究項目3に関し、皆伐区の全刈り域と坪

刈り域において、雑草木の刈り払いにかかる時間を2012年から2014年の夏に毎年測定した。2012年と2013年については、7月と8月の2回刈り払った。2012年に切除した雑草木をすべて研究室に持ち帰り、乾燥重量を木本と草本別に測定した(ただ、乾燥重量は研究成果においてさほど重要でないため、結果を割愛する)。

(4) 研究課題申請時に予定した下記3測定項目について、研究計画の精査により取りやめた。ケヤキの樹冠幅を2012年7月に予備調査した結果、その多くが前生実生(樹高20cm未満)で樹冠幅が10cmに満たず、個体差が明確でないためである。2014年秋に実施予定だった、全刈り域、坪刈り域、放置域から10本ずつ、樹高の高いケヤキ稚樹を掘り取る樹形調査については、採取可能な大型の試料木が10本に満たなかったためである。2013年と2014年の雑草木根茎調査については、根萌芽による繁茂が予想されたクサギやタラノキがそれほど分布拡大せず、全刈り域、坪刈り域、放置域の雑草木組成が顕著に異なり(局所的不均一性が大きく)相互比較が難しいと判断したためである。

(5) 上記(4)に伴い、研究課題申請時に予定していなかった以下の研究項目を追加し、「研究成果」における(4)の初期保育の設計に関する情報を補強した。ケヤキの樹形発達については、別の小面積皆伐地に天然更新したケヤキ幼木の調査データに基づき考察した。また、初期保育の有無による雑草木との競合過程の違いを、異なる3つの皆伐地に天然更新したケヤキ幼木、アカマツ幼木、コナラ幼木の調査データに基づき考察した。

4. 研究成果

(1) 第一節では、林内光量の違いが雑草木群落の発達、ケヤキ生残・成長に及ぼす影響について報告する。着葉期における地上高2mでの相対光量子束密度(以下、林内光量)は対照区2%、弱度区5%、強度区9%、皆伐区30%であり、また、除伐処理前の10m×30m試験地のそれは4%であった。

伐採1年後(皆伐区は2011年9月、それ以外では2013年9月)における林床植生内でのケヤキ稚樹と雑草木の階層を調査区別に調べた。対照区では雑草木に比べて、樹高20cm以上のケヤキ稚樹の階層(四分位数)は高かった。ただ、樹高20cm未満のケヤキ実生を加えると、本数の75%以上が雑草木群落の下に埋没していた。弱度区と強度区では、雑草木とケヤキ稚樹の階層はほぼ同じであり、競合状態にあった。(ケヤキ実生を加えると、対照区と同様であった) 皆伐

区でも、雑草木とケヤキ稚樹の階層はほぼ同じであり、競合状態にあった(ケヤキ実生を加えると、過半数が雑草木群落の下に埋没していた) 対照区を除くと、上木伐採(または除伐)時に、ケヤキを含めて林床植生の多くは地表攪乱の影響を受けた。つまり、上木伐採に伴い地表攪乱が生じると、ケヤキ前生樹の一部も幹折れするため、その後にケヤキ稚樹と雑草木との競合は生じやすくなると考えられる。

ケヤキ前生樹(当年生実生を除く実生と稚樹)において、2年間(2013~2014年)の生存率は対照区、弱度区、強度区に関係なく約80%であった。皆伐区での4年間の生存率は放置域(13本/19本)と坪刈り域(17本/25本)で68%だった。全刈り域で43%と低く見えるものの、これは3本/7本と本数が少ないため、単純に比較できない。全刈り域を除くと、生存率は概ね7割であり、高木性広葉樹としてはそれほど低くない値と考えられる。一方、ケヤキ当年生実生において、発元年(2012年)の生存率は10m×30m試験地で58%であった。これに対し、皆伐区のそれは放置域98%、坪刈り域71%、全刈り域100%と、全般的に高かった。3年間(2012~2014年)の生存率は10m×30m試験地で45%と推定され、放置域42%、坪刈り域51%、全刈り域80%であった。全刈り域を除くと、概ね5割であった。林床光量の不足やむれにより、ケヤキ当年生実生の生存率は低くなるものの、発生数年後にはほとんど消失すると言われるブナに比べれば高いと考えられる。

ケヤキの樹高変化量(以下、変化量)を調査区間で比較した。対照区では2本の例外を除き、ケヤキ前生樹の変化量は5cm未満であった。弱度区と強度区の変化量には5~18cmが含まれた。皆伐区の変化量には5~40cmが含まれ、期首樹高と変化量との間に有意な正の相関が認められた。つまり、林内光量が高いほど、あるいは被圧を回避するほど、変化量のより高い個体が出現する傾向にあった。一方、ケヤキ当年生実生の変化量については、対照区、(雑草木群落の下に埋没した)放置域における当年生実生のほとんどで5cm未満であった。一方、全刈り域の当年生実生では5~13cmが含まれた。このように、ケヤキ当年生実生でも、前生樹と同様に、光量との対応関係が示唆された。

(2) 第二節では、皆伐区での刈り払いの有無・方法の違いが雑草木群落の発達、ケヤキ生残・成長に及ぼす影響について報告する。

雑草木の階層を域(放置、坪刈り、全刈り)別に調べた。放置域では、2012年6月に(上から25%の位置の)上方四分位数72cm、中央値54cmだったのが、2014年9月には上方四分位数

193cm、中央値 120cm と、それぞれ 121cm/3 年、66cm/3 年ずつ増加した。(下から 25%の位置の) 下方四分位数を含め、全体的に上方に発達していた。坪刈り域では、2012 年 6 月に上方四分位数 84cm、中央値 66cm だったのが、2014 年 9 月には上方四分位数 120cm、中央値 67cm と、それぞれ 36cm/3 年、1cm/3 年ずつ増加した。最大値と上方四分位数は 3 年間で増加したものの、その増加量は放置域のそれらよりも低かった。また、中央値以下では数 cm の増加とほぼ横ばいであった。坪刈り域の中下層では破壊と再生が繰り返されており、上層は発達するものの、その伸長速度は放置域に比べ、多少抑制されていた。全刈り域では、2012 年 6 月に上方四分位数 82cm、中央値 60cm だったのが、2014 年 9 月には上方四分位数 30cm、中央値 22cm と、それぞれ 52cm/3 年、38cm/3 年ずつ減少した。最大値から最低値まで、すべての値は 3 年間で減少した。全刈り域では激しい破壊により、階層発達が阻害されていた。

ケヤキ前生樹における 4 年間の生存率には、域間で有意差は認められなかった(正確確率検定 $P=0.44$)。前生樹本数の少なかった全刈り域への評価を保留するとしても、放置域と坪刈り域の生存率はともに 68% であり、生存率に対する坪刈りの効果は認められなかった。一方、ケヤキ当年生実生における 3 年間(2012~2014 年)の生存率は、放置域 42%、坪刈り域 51%、全刈り域 80% であり、全刈り域で有意に高かった(正確確率検定 $P<0.001$)。放置域と坪刈り域の間に有意差は認められなかった(正確確率検定 $P=1$)。ケヤキ当年生実生の生存率を高めるにあたり、坪刈りよりも全刈りが有効であると考えられる。

ケヤキの樹高変化量(変化量)を域間で比較した。ケヤキ前生樹本数の少なかった全刈り域を解析から除き、放置域と坪刈り域を比較したところ、有意差は認められなかった(期首樹高を共変量とした共分散分析)。前生樹では、期首樹高と変化量との間に有意な正の相関が認められた。一方、ケヤキ当年生実生における 3 年間(2012~2014 年)の変化量は、全刈り域(平均と標準誤差: 5.0cm/年と 0.56cm/年)で有意に高かった(Holm 法 $P<0.001$)。放置域(1.7cm/年と 0.34cm/年)と坪刈り域(3.4cm/年と 0.75cm/年)の間では、有意差は認められなかった(Holm 法 $P=0.08$; 有意水準 10% では、わずかに坪刈り域が高かった)。当年生実生では、期首樹高と変化量との間に有意な相関は認められなかった。

(3) 第三節では、刈り払いの作業工程について報告する。1m² 当たりの刈り払い時間は、初回(6、

7 月)では、全刈り域 8.3~9.2 分に対し、坪刈り域 3.3~6.5 分であった。二回目(8 月)では、全刈り域 4.1~6.1 分に対し、坪刈り域 3.4~4.6 分であった。初回、二回目いずれの場合でも、坪刈りの作業時間が短かった。もし、0.01ha を刈り払う場合、全く同じ能率で作業を続けられたと仮定しても、全刈りなら 13.8~15.3 時間、坪刈りなら 5.5~10.8 時間を要する。

(4) 第四節では、第一節から第三節までの成果、および追加(3. 研究の方法(5))で検討した異なる 3 つの皆伐地に天然更新したケヤキ幼木、アカマツ幼木、コナラ幼木の調査データに基づき、ケヤキを目的樹種とした、スギ人工林の広葉樹林化技術(更新補助作業と初期保育)を設計する。ケヤキ当年生実生の生存率と樹高成長(変化量)から、全刈りは坪刈り、無下刈り(放置)よりも、生残・成長について効果が高い。しかし、その実施には(0.01ha を二日かけて刈り払うといった具合に)膨大な時間がかかる。一方、対照区や弱度区、強度区といった林内光量が乏しい環境下にあっても、数年であれば、ケヤキ当年生実生の発生本数の概ね 5 割は生存できる。前生樹なら、概ね 7 割が生存できる。ゆえに、上木伐採後にケヤキを侵入させる後更作業よりも、前更作業でケヤキ前生樹を確保した上で、上木を伐採(後伐)し、前生樹の成長促進を図った方が、広葉樹林化の育林コスト削減に有効だろう。実際、針葉樹人工林の強度間伐後や小面積皆伐後にケヤキ幼木が優占した林地では、その前生樹割合は 7、8 割に達すると推定される。そこで、以下、前更作業と更新補助作業としての刈り払いについて考察する。

前更作業(漸伐での下種伐に相当する伐採)にあたり、林内光量をどの程度にすれば良いだろうか。林内光量 30%の皆伐区だと、雑草木の繁茂が激しくなる。それに対し、林内光量 9%以下の場合、林床植生被度は 4(植被率 50~74%)か、5(植被率 75%以上)に達するものの、階層発達は皆伐区ほど進まない。ただし、林内光量 2%だと、ケヤキの樹高成長も 5cm/年未満と、ほとんど期待できない。雑草木の繁茂・階層発達をできるだけ抑えつつ、ケヤキ稚樹まで成長させるため、林内光量を 5~9%に誘導すれば良いと考えられる。下種伐の強度としては、小山ら(2009)が作成した推定式から、スギ人工林における収量比数を 0.86~0.69、換言すれば中庸仕立て(0.7~0.8)にすれば、林内光量 5~9%に誘導できる。なお、後伐(スギ人工林の強度間伐や小面積皆伐)で林内光量が 30%以上に達した場合、先述のとおり、雑草木が繁茂する。ここですぐに刈り払いをしないで放置した場合、樹高 14cm 以下のケヤキ前生樹が枯死し

た。このため、後伐する前に、樹高20cm以上のケヤキ稚樹を1㎡当たり1～数本確保しておくのが望ましいだろう。

後伐後に林内光量が30%以上に達する場合、坪刈りと放置でケヤキ前生樹の生存率や樹高成長に有意差は認められない。ケヤキ稚樹の耐陰性の高さを示唆する結果であり、ケヤキ稚樹の枯死を減らすために、必ずしも全刈りを採用しなくて良いと考えられる。一方で、期首樹高が高いほどケヤキ前生樹の樹高成長量は大きくなるので、ケヤキと雑草木の競合状態を確認した上で、期首樹高の高いケヤキから優先的に坪刈りすれば良いと考えられる。樹高の低いものまで坪刈りしようとするれば、それだけ作業時間が増加するため、1㎡当たりで樹高上位1、2本分のケヤキを対象に坪刈りすれば十分であろう。

先駆的な樹種として、クサギ、タラノキ、モミジイチゴ、コゴメウツギ、ムラサキシキブなどの優占度が高い。このうち、クサギやタラノキの樹高成長速度はケヤキのそれより大きいものの、数回刈り払えば、大型化を抑制できた。このため、坪刈りをおこなうケヤキ稚樹の近隣にクサギやタラノキ存在する場合には、早めに刈り払っておくと良い。ムラサキシキブは多幹を形成し、大きく広がる傾向を示すので、こちらも早めに刈り払っておくと良い。モミジイチゴやコゴメウツギは樹高が高くなると、自重で傾き始めるので、坪刈りにおける刈り払いの範囲内に侵入してきた際に処理すれば良いと考えられる。草本ではチヂミザサの繁茂が顕著である。ただし、全刈りのように雑草木(林床 木本)を潔癖に刈り払わなければ、その被度は5には達しないので、必要に応じて坪刈りする程度に止めることが、チヂミザサなどの草本繁茂を抑制する上で重要と推察される。

ケヤキが幼木段階(概ね2m以上)に達したら、形質向上を意図して、適宜、つる切りをしたり、競合木を除伐すれば良い。

(5) 第五節では、本研究課題で得られた成果の位置づけと今後の展望について述べる。本研究課題により、ケヤキによる広葉樹林化には、前更作業が極めて有効であるという蓋然性を高めることができた。また、樹高の高いケヤキ稚樹に限って坪刈りするという選択的な低コスト刈り払い技術の開発可能性も確認できた。

一方で、当初取り組む予定であったケヤキ稚樹の樹形発達過程に及ぼす雑草木との競合や刈り払いの影響、雑草木の地下部遷移パターンについては検討しておらず、大きな課題が残された。補助事業期間に間に合わなかったものの、2014年夏に、調査地の近隣にアカマツ林の皆伐地が形成された。この皆伐地では植栽はおこな

われない予定なので、残された課題について、この皆伐地を対象に取り組んでいきたい。

前更作業の有効性や選択的な低コスト刈り払い技術の開発可能性は、他の高木性広葉樹にも該当するのか。また、病虫獣害(特にウサギやシカ、カモシカによる食害)が選択的な低コスト刈り払い技術の効果を阻害する可能性についても研究する必要があるだろう。

<引用文献>

小山 浩正、林 直哉、高橋 教夫、スギ人工林の疎密度と林内の光環境の関係 人工林の混交林誘導のための目安として、森林計画学会誌、42巻、2009、81-86

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計5件)

國崎 貴嗣、蓮沼 友紀子、上石 有吾、岩手県内のスギ人工林における林内光量と林床植生被度の関係、岩手大学農学部演習林報告、査読有、46号、2015、印刷中(掲載決定)

國崎 貴嗣、田中 友紀、小面積皆伐跡地におけるケヤキと先駆樹種の競合、岩手大学農学部演習林報告、査読有、45号、2014、47-56、<http://ir.iwate-u.ac.jp/dspace/handle/10140/5243>

國崎 貴嗣、巻き枯らし間伐がスギ若齢人工林の林内光環境と林床木本組成に及ぼす影響：岩手県における事例、森林計画学会誌、査読有、46巻、2013、67-74、<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009810140>

國崎 貴嗣、小面積皆伐跡地におけるケヤキ稚樹の1年間の生残パターン、岩手大学農学部演習林報告、査読有、43号、2012、17-28、<http://ir.iwate-u.ac.jp/dspace/handle/10140/4822>

今泉 祥子、國崎 貴嗣、機械地床処理を導入したコナラ天然下種更新試験地における14年後の更新状況、岩手大学農学部演習林報告、査読有、43号、2012、1-15、<http://ir.iwate-u.ac.jp/dspace/handle/10140/4821>

[学会発表](計1件)

國崎 貴嗣、刈り出し方法の違いがアカマツ稚樹の生残・成長に及ぼす影響、第126回日本

森林学会大会、2015.3.28、北海道大学農学部
(北海道札幌市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

普及誌での研究紹介

日本造林協会が発行する機関誌「造林時報」
の第187～190号(平成27年度発行分)にて、
研究成果の一部を紹介する予定(日本造林協会
からの原稿依頼であり、執筆を受諾済み)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

國崎 貴嗣(KUNISAKI, Takashi)
岩手大学・農学部・准教授
研究者番号：00292178

(2) 研究分担者

()
研究者番号：

(3) 連携研究者

()
研究者番号：