

## 論文

人工林皆伐後2年目の林地における下刈り後のアカメガシワの生残と成長<sup>\*1</sup>重永英年<sup>\*2</sup>・山川博美<sup>\*2</sup>・野宮治人<sup>\*2</sup>

重永英年・山川博美・野宮治人：人工林皆伐後2年目の林地における下刈り後のアカメガシワの生残と成長 九州森林研究 69：41－45, 2016 人工林皆伐後の2年目となる林地で6月に下刈りを行い、翌年6月までのアカメガシワの生残と再生した萌芽の成長を調べた。下刈り前に木本植物の密度が高く、下刈り後の1年間で個体数が減少した純減プロット群と、密度が低く個体数が増加した純増プロット群にまとめた場合、当年12月まではいずれのプロット群でも10%強のアカメガシワが枯死し、枯死率は下刈り前の樹高が低い個体で高かった。一方、翌年6月までは、純増プロット群の枯死率は5%未満であったが、純減プロット群では個体の半数が枯死し、枯死率は樹高が低い個体で高かった。また、下刈り後に再生した萌芽の当年12月の樹高は下刈り前の樹高が高いほど高かった。樹高が1m程度までのアカメガシワでは、下刈り当年はサイズに応じた刈り取り効果によって、翌年は周辺植生の密度に依存した競争効果によって生残が決まり、下刈りに対する再生力はサイズが大きい個体で高いと考えられた。

キーワード：アカメガシワ、下刈り、枯死率、成長、萌芽再生

## I. はじめに

戦後に植栽したスギやヒノキの針葉樹人工林の多くが主伐時期を迎えるなかで、伐採収入に比べて植林や保育に要する育林経費が高いことから、主伐と造林が進まない状況にある(秋山, 2013)。造林と保育にかかる経費の7割が植栽から10年間で必要となるが(林野庁, 2013)、その中で、下刈りのコストは約4割を占める(鹿又, 2013)。近年では、植栽後の5~6年間は毎年実施されている下刈りについて、コストや労力の削減を目的として回数を減らした保育方法が検討されるようになった(金城ほか, 2012; 福本ほか, 2015; 渡邊ほか, 2015 a, 2015 b, 2015 c)。

通常より下刈りの回数を減らすと、造林木と雑草木との競争状態が変化し、造林木の生育は何らかの影響を受ける。その程度は、下刈りの削減回数とその年次、植栽苗の高さや初期成長の良否といった、保育条件や造林木の特性だけでなく、造林地に発生する雑草木の種類と量、下刈り後の再生も含めた成長特性によって大きく変化すると考えられる。

人工林を伐採した直後の林地では、アカメガシワやカラスザンショウといった埋土種子を主な再生資源とする先駆性樹種が優占する例が知られている(長島ほか, 2011)。これらの先駆性樹種については、種子の発芽特性(Washitani & Takenaka, 1987; 志風・玉泉, 2002)や稚樹の動態(高橋ほか, 2013)といった、更新や植生回復の観点からの研究例は多いが、下刈り回数の省略に関して重要な知見となる地上部の刈り取り後の個体の生残や成長特性は明らかにされていない。

本研究では、人工林皆伐後の2年目となる先駆性樹種が優占した林地で6月に下刈りを行い、下刈りから1年間のアカメガシワの生残経過と再生した萌芽の成長特性を明らかにすることを目的とした。

## II. 調査地と方法

熊本県菊池市木護国有林内の人工林皆伐後の再造林地(北緯33°02′20″, 東経130°56′21″, 標高670m)を調査地とした。本林分は幅が約150m, 斜面長が約100m, 平均傾斜が約30度で南東向き斜面に位置しており、2012年12月から翌春にかけて59年生の人工林が皆伐された。皆伐前には、斜面中部から下部にかけてはスギが、斜面上部にはヒノキが生育していた。皆伐前の毎木調査では、造林木の本数密度は876本ha<sup>-1</sup>でスギが本数の約7割を占め、平均樹高と平均胸高直径は、スギで16.9mと23.4cm, ヒノキで17.5mと23.4cmであった。木本植物(樹高30cm以上)を対象とした皆伐前のプロット調査では、ヒサカキ, サザンカ等の常緑広葉樹が11種, アカシデ, エゴノキ等の落葉広葉樹が5種, 針葉樹であるイヌガヤの計17種が出現していた。木本植物の密度は0.8本m<sup>-2</sup>で、常緑広葉樹が個体数の9割弱を占めていた。皆伐跡地には2013年の春にスギ苗が植栽され、2013年度は下刈りが行われなかった。

2014年6月12日に、造林地の中央からやや下方に位置し、地形が均質な十数m以内の範囲に、1m四方の調査プロットを13個設置した。プロット内に出現した樹高10cm以上の木本植物の種名と樹高を記録した後、測定個体を含むプロット内の植生の地上部を、剪定バサミを用いて地際から約10cmの高さで刈り取った。樹高の測定は、コンベックスまたは測量ポールを用いて1cm単位で行った。アカメガシワ, スルデ, カラスザンショウについては、針金にナンバーテープを付けた個体識別用のタグを地際部に取り付け、2014年の成長開始時の樹高を樹皮の状態から読み取った。プロット周囲の幅1m程度の範囲については調査日に刈り払いを行い、造林地全体の下刈りは後日に実施された。

2014年12月9日に、タグを設置した追跡個体の生残を判定し、

<sup>\*1</sup> Shigenaga, H., Yamagawa, H. and Nomiya, H.: Effects of brush cutting on survival and growth in *Mallotus japonicus* seedlings in 2-year-old plantation.

<sup>\*2</sup> 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Ctr. For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto 860-0862, Japan.

生残個体については再生した萌芽の高さを計測した。2015年6月11日には、2014年12月と同様の調査を行うとともに、プロット内に出現した樹高10 cm以上の木本植物の種名と樹高を記録した。なお、計測にあたっては、株立ちを目視で確認した個体については、最大の幹の高さを樹高とした。キイチゴ類は地下茎により、アカメガシワやヌルデ等は根萌芽により増殖することが知られているが、本研究では地上部に出現した1つの幹または株を1個体として数えた。

表-1. 人工林皆伐後2年目の林地の下刈り前と1年経過後の木本植物の個体数

樹種	個体数 (本)	
	下刈り前 (2014.06)	1年経過後 (2015.06)
<b>落葉広葉樹</b>		
アカメガシワ	187	108
ヌルデ	59	26
カラスザンショウ	33	8
タラノキ	21	14
クサギ	14	29
ヤマウルシ	14	4
リュウキュウマメガキ	12	13
キハダ	11	7
ネムノキ	8	11
カナクギノキ	7	9
ヤブムラサキ	7	7
ヒメコウゾ	6	17
イイギリ	3	2
エゴノキ	2	8
コガクウツギ	2	2
コナラ	2	3
ムラサキシキブ	2	3
イヌザンショウ	2	3
ヤマダマ	2	4
クマノミズキ	1	1
ヤマザクラ	1	0
計	396	279
<b>常緑広葉樹</b>		
シロダモ	4	2
イヌツゲ	0	1
計	4	3
<b>キイチゴ類</b>		
クマイチゴ	69	87
ナガバモミジイチゴ	4	22
計	73	109
<b>総計</b>	<b>473</b>	<b>391</b>

個体数は13m<sup>2</sup>中の値。

### Ⅲ. 結果

人工林の皆伐後2年目となる下刈り前の林地では、21種の落葉広葉樹、1種の常緑広葉樹、2種のキイチゴ類を含む計24種の木本植物が出現していた(表-1)。全プロットをまとめた13 m<sup>2</sup>中の個体数は、落葉広葉樹が396個体、常緑広葉樹が4個体、キイチゴ類が73個体と、樹種数および個体数ともに落葉広葉樹が8割以上を占めた。落葉広葉樹の中では、アカメガシワが187個体と約半数を占め、ヌルデ、カラスザンショウ、タラノキが20~60個体程度、クサギ、ヤマウルシ、リュウキュウマメガキ、キハダが10~20個体程度であった。木本植物の密度は36本 m<sup>2</sup>で、樹高の最大値は150 cm、平均値は56 cmであった。個体数が最も多かったアカメガシワは、群落の上層となる樹高90~100 cmでの出現頻度が最も高かった(図-1)。

下刈り翌年の6月の木本植物の個体数は、刈り払い前に比べて約2割少なくなった(表-1)。落葉広葉樹の個体数は279個体と下刈り前に比べて約3割減少したが、キイチゴ類では109個体と約5割増加した。高さが180 cmを超えるクマイチゴが出現したため、下刈り前に比べて樹高の最大値は高くなったが、平均値は56 cmと変わらなかった(図-1)。

下刈り前の各プロットの木本植物の密度は、最少が10本 m<sup>2</sup>、最大が98本 m<sup>2</sup>と大きくばらついていた。下刈り前の密度が高いプロットでは、下刈り後の1年間で枯死が多く発生し密度の減少率が高かった(図-2)。一方、下刈り前の密度が低いプロットでは枯死の発生は少なく、樹高が10 cmを超える個体が新たに出現したため密度は純増した。このように、枯死の発生は下刈り前の密度に影響を受けていたため、密度の変化率が負数であった6プロット(以下、純減プロット群と記述。)と正数であった7プロット(以下、純増プロット群と記述。)をそれぞれでまとめ、アカメガシワの生残と成長を解析した。

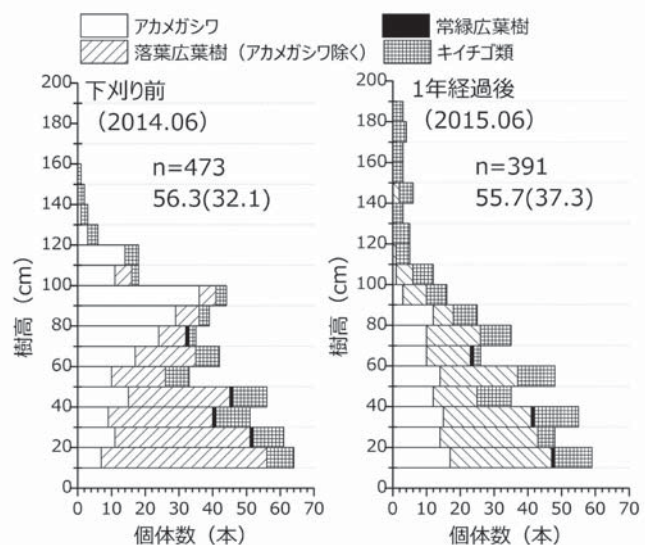


図-1. 人工林皆伐後2年目の林地の下刈り前と1年経過後の木本植物の樹高分布  
図中の数字は個体数と平均(標準偏差)を示す。  
個体数は13m<sup>2</sup>中の値。

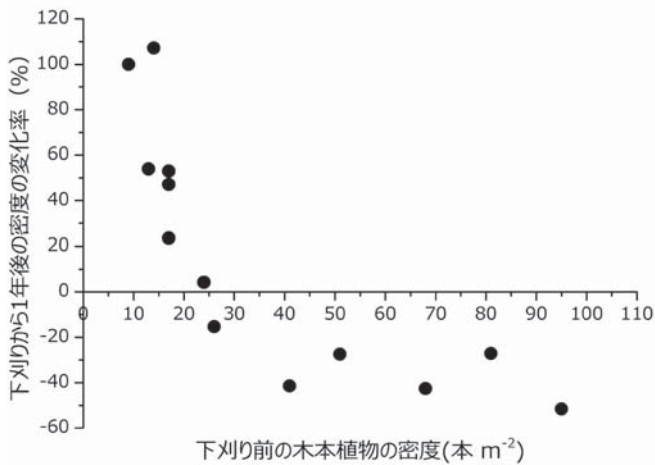


図-2. 人工林皆伐後2年目の林地の下刈り前の木本植物の密度と1年間の密度の変化率との関係  
各点は1m<sup>2</sup>の調査プロットを示す。

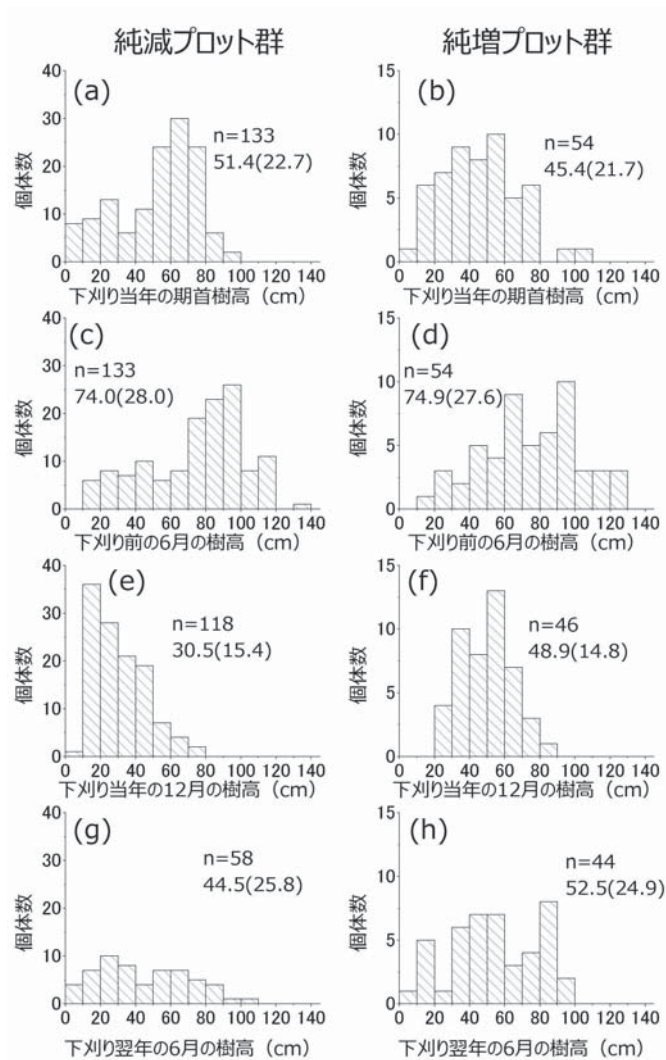


図-3. アカメガシワの樹高分布  
図中の数字は個体数と平均(標準偏差)を示す。  
(a), (b): 皆伐後2年目の期首  
(c), (d): 皆伐後2年目6月の下刈り前  
(e), (f): 下刈り当年の12月  
(g), (h): 下刈り翌年の6月  
純減プロット群は6m<sup>2</sup>中の, 純増プロット群は7m<sup>2</sup>中の個体数。

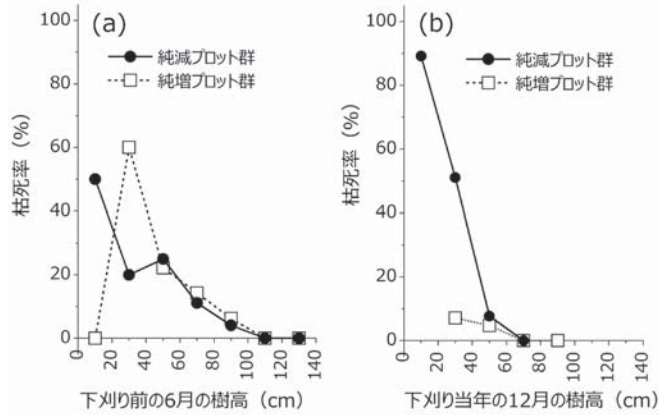


図-4. アカメガシワの樹高と枯死率との関係  
(a): 皆伐後2年目6月の下刈りから当年12月までの期間  
(b): 下刈り当年の12月から翌年の6月までの期間

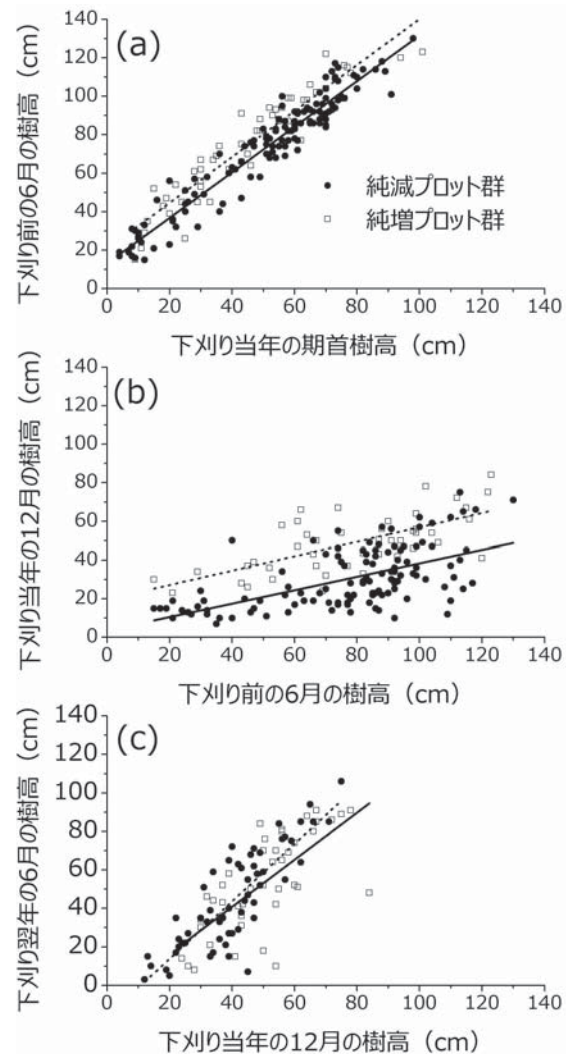


図-5. アカメガシワの樹高成長特性  
(a) 皆伐後2年目の期首樹高と6月の下刈り前の樹高との関係  
回帰直線: 純減プロット群  $y = 13.1 + 1.19x$   $r^2 = 0.93$ ,  
純増プロット群  $y = 20.7 + 1.20x$   $r^2 = 0.88$   
(b) 6月の下刈り前の樹高と下刈り後の12月の樹高との関係  
回帰直線: 純減プロット群  $y = 3.5 + 0.35x$   $r^2 = 0.35$ ,  
純増プロット群  $y = 19.7 + 0.37x$   $r^2 = 0.44$   
(c) 下刈り後の12月の樹高と翌年6月の樹高との関係  
回帰直線: 純減プロット群  $y = -16.1 + 1.49x$   $r^2 = 0.70$ ,  
純増プロット群  $y = -8.1 + 1.22x$   $r^2 = 0.50$

アカメガシワの下刈り当年の期首樹高は、純減プロット群と純増プロット群ともに、平均が50 cm前後、最大が100 cm程度であった(図-3 (a), (b))。6月の下刈り前には、樹高の平均は約75 cm、最大は130 cm程度となり、90 cm~100 cmの樹高の個体数が最も多かった(図-3 (c), (d))。下刈り当年12月までの期間に、純減プロット群では15個体、純増プロット群では8個体が枯死し、それぞれのプロット群の枯死率は11%と15%であった。全てのプロットをまとめたこの期間の枯死率は、アカメガシワ(n=187)で12%、ヌルデ(n=59)で51%、カラスザンショウ(n=33)で67%であった。

下刈り後に再生した萌芽の当年12月の最大樹高は、いずれのプロット群でも80 cm前後であった(図-3 (e), (f))。純増プロット群では50 cm~60 cmの樹高階の個体が最も多かったのに対し、純減プロット群では低い樹高階ほど個体数が増加した。このため、純減プロット群の平均樹高は31 cmと、純増プロット群の49 cmに比べて低くなった。下刈り当年の12月から翌年6月の期間には、純増プロット群での枯死は2個体のみで枯死率は5%以下であった。一方、純減プロット群では60個体が枯死し、枯死率は51%であった。下刈り翌年6月の樹高は、純減プロット群と純増プロット群ともに最大が100 cm程度、平均が50 cm前後で、刈り払い前と同程度となった(図-3 (g), (h))。

6月の下刈りから当年12月までのアカメガシワの枯死率は下刈り前の樹高に対応して変化した(図-4 (a))。100 cm以上の個体では枯死は発生せず、それ以下では樹高が低い個体ほど枯死率が増加する傾向にあった。枯死率は樹高が60 cm~80 cmで10%強、40 cm~60 cmで20%強となり、その傾向は純減プロット群と純増プロット群ではほぼ一致した。下刈り当年12月から翌年6月の期間で約半数が枯死した純減プロット群でも樹高に対する枯死率の変化が同様に見られた(図-4 (b))。下刈り当年12月の樹高が40~60 cmでは枯死率が8%、20~40 cmでは51%、20 cm未満では89%と、樹高の低下に対する枯死率の上昇は、下刈り当年の12月までの期間に比べて急であった。

皆伐後2年目6月の下刈り前のアカメガシワの樹高は、当年の期首樹高が高い個体ほど高くなり、同じ期首樹高では純減プロット群が純増プロット群に比べて若干低くなる傾向があった(図-5 (a))。下刈り後に再生した萌芽の当年12月の樹高は、下刈り前の6月の樹高が高い個体ほど高く、同じ下刈り前の樹高では、純減プロット群が純増プロット群に比べて低くなる傾向にあった(図-5 (b))。下刈り翌年6月の調査時には、下刈り当年の12月までに伸長した萌芽の梢端が枯れ、枯れた部位の下方から再び萌芽が伸長した個体が観察された。このため、下刈り当年12月の樹高に比べて、翌年6月の樹高が低くなる個体があった。下刈り当年の12月の樹高が高い個体ほど翌年6月の樹高は高くなる傾向があったが、純減プロット群と純増プロット群とで明瞭な差はみられなかった(図-5 (c))。

#### IV. 考察

スギとヒノキの人工林を皆伐して2年目となる林地には、先駆性樹種であるアカメガシワ、ヌルデ、カラスザンショウ等の落葉広葉樹やクマイチゴが優占していた(表-1, 図-1)。長島ほか

(2011)は、九州地域における再造林放棄地の植生回復パターンを区分し、シカの食害が無~軽で前生樹量が少ない場合には、主な再生資源は埋土種子で、伐採直後にはアカメガシワなどの先駆性樹種が優占する植生となることを指摘した。本調査地では、前生樹由来と考えられる常緑樹は少なく、周辺地域はシカの生息域から外れていた(野宮ほか, 2011)。このため、上述の指摘のとおり、アカメガシワを主とした先駆性樹種が優占する典型的な植生回復パターンがみられた。

下刈り前の6月では、24種の本木植物が36本 $m^{-2}$ の密度で出現していた。岡山県のヒノキ人工林を伐採して2年経過した林地では、9~26本 $m^{-2}$ の密度で80種程度の本木植物が成立していた例(黒瀬, 2005)、宮崎県のスギ人工林を伐採した1年目には73種の本木植物が4本 $m^{-2}$ 程度の密度で出現した例(Yamagawa & Ito, 2006; Yamagawa *et al.*, 2007)、熊本県のスギ人工林を伐採した当年には約7本 $m^{-2}$ の密度で22種の本木植物の実生が発生した例(山川ほか, 2012)、富山県のスギ人工林で伐採当年に発生した高木性の本木植物は26種で密度が $8.4 \pm 5.8$ 本 $m^{-2}$ であった例(高橋ほか, 2013)に比べると、本調査区画では全般に出現種数は少なく密度が高い傾向にあった。

全般には高い密度で本木植物が出現した林地であったが、下刈り前の密度はプロット間で大きくばらついていた(図-2)。人工林の伐採跡地に出現する本木稚樹の空間分布については、やせ尾根上やその尾根に接する急傾斜地に集中し、地形によるリター量の違いを指摘する報告(図子ほか, 2006)や、隣接林分の林縁からの距離によって変化すると報告(Yamagawa *et al.*, 2007)がある。地形的にはほぼ均質な近接地点で密度に大きなばらつきが観察されたことは、本木稚樹の発生は、地形等の比較的広い空間スケールで変動する因子に加えて、狭い空間スケールで変動する因子によって強く影響を受けていることが示唆される。変動因子は明らかではないが、前生林分の皆伐時に生じる地表攪乱の不均一性などが関与しているのかもしれない。

下刈り前の本木植物の密度の違いは、下刈りから1年間の密度の変化に影響していた(図-2)。密度が高い植物群落では競争により個体数が減少する自己間引きが起こることが一般に知られている。自己間引き個体群の実現密度は初期密度に依存し、初期密度が高いと時間経過とともに密度は低下するが、初期密度が低いとある時点までは密度は変化しない(萩原, 1996)。本研究で観察された下刈りから1年間の個体の生残には、下刈りにより地上部が消失する刈り取り効果に加えて、密度と関係した競争効果も影響を及ぼしていたと考えられる。

下刈り当年の12月までの期間は、純減プロット群と純増プロット群とでアカメガシワの枯死率に大差はなく、下刈り前の樹高と枯死率との関係も類似していた(図-4 (a))。下刈り前の樹高と枯死率との関係については、播種した苗畑で行ったアカメガシワ2年生実生の刈り取り実験でも、ほぼ一致する結果が得られている(重永, 未発表)。これらの結果からは、一定の高さで刈り残された地上部から萌芽が発生して伸長するこの期間では、初期樹高は等しく、発生した萌芽のサイズも比較的小さいため、競争効果が個体の生残を決定するには至らず、刈り取りが枯死の主な原因であったと考えられる。しかし、純減プロット群では、萌芽の伸長量は純増プロット群に比べて小さかった(図-5 (b))。

また、12月の樹高分布は、萌芽幹の間で激しい競争が起こる萌芽初期に観察された逆J字のマテバシイの樹高分布（伊藤ほか、1994）に似ており、個体間の競争は進んでいたといえる。

翌年6月までの期間の純増プロット群では、競争に不利と考えられる樹高が低い個体で枯死が多く発生した（図-4（b））。一方、純増プロット群ではあらたな枯死の発生は僅かであった。下刈り後に再生し、サイズの優劣が生じた個体が成長する下刈り翌年は、周辺植生の混み具合に依存した個体間の競争が枯死の原因であったと考えられる。

萌芽による再生能力は、火災や被食等による地上部の損失や損傷といった攪乱に対する生存戦略のひとつで、植物種や攪乱の種類、生育段階やサイズによって再生率が異なることが知られている（Vesk, 2006; Bond & Midgley, 1998）。下刈り当年12月までの枯死率は、アカメガシワが12%であったのに対し、ヌルデとカラスザンショウでは、それぞれ、51%と67%と高く、これらの樹種間で幼齢時の下刈りに対する再生能力が異なることが予想された。

模擬火災に対する灌木類の再生率は、攪乱を受ける前の樹高が25-60 cm程度までは樹高の増加に対して上昇することが報告されている（Hodgkinson, 1998）。アカメガシワにおいても、下刈り当年12月までの枯死率は下刈り前の樹高の増加に対応して低下するという類似した結果が得られた（図-4（a））。サイズの増加に伴い枯死率が減少した理由は明らかではないが、根系による分裂組織への養水分や炭水化物の供給能力の差異が示唆されている（Hodgkinson, 1998）。

下刈り前の樹高が高い個体では、下刈り後の枯死率が低く（図-4（a））、萌芽の伸長量も大きかったこと（図-5（b））は、樹高が1 m強程度までのアカメガシワでは、下刈りに対する再生力は個体サイズが大きい個体でより高くなるといえる。九州南部地域の再造林地では、造林木の伐採から植栽までの放置期間が20ヶ月程度までは、放置期間の延長に対して植栽当年の下刈り前の雑草木の群落高と植被率が高くなる傾向があることが報告されている（右近・竹内, 2011）。このような現象は、伐採から植栽までの放置期間の長期化により地拵え時の雑草木のサイズが大きくなること（伊地知・竹内, 2011）、本研究で示されたような個体サイズと下刈りに対する再生力との関係によって説明できるであろう。右近・竹内（2011）は、伐採から植栽までの放置期間を短くすることで、植栽1年目の下刈り時の雑草木を抑制できる可能性を指摘した。本研究からは、雑草木の個体サイズが小さいほど、枯殺や成長抑制といった下刈りの効果が高くなることが予想され、伐採後に間を置かずに再造林を行い、雑草木が小さい段階で初回の下刈りを入れることが、その後の雑草木の抑制と下刈り回数の削減につながることを示唆された。

下刈りが雑草木の生残や成長に及ぼす影響は、樹種や樹齢、サ

イズの違いだけでなく、下刈りの履歴や生育環境等によって変化すると考えられることから、様々な条件で刈り払い効果を検討する必要がある。

本研究は農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センターが実施する「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）」により実施した。

## 引用文献

- 秋山孝臣（2013）農中総研 調査と情報 39：4-5  
 Bond WJ. and Midgley JJ（2001）TRENDS in Ecology & Evolution 16：45-50  
 福本桂子ほか（2015）九州森林研究 68：43-46  
 萩原秋男（1996）名大演報 15：51-67  
 Hodgkinson KC（1998）Oecologia 115：64-72  
 伊地知秀太・竹内郁雄（2011）九州森林研究 64：36-38  
 伊藤哲（1994）日林九支研論 47：61-62  
 鹿又秀聡（2013）低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集、38-39  
 金城智之ほか（2012）鹿大演報 39（別冊）：1-82  
 黒瀬勝雄（2005）岡林試研報 21：1-13  
 長島啓子ほか（2011）日林誌 93：294-302  
 野宮治人ほか（2011）森林総合研究所九州支所年報 23：10-11  
 林野庁（2013）平成24年度森林林業白書、[http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24\\_hakusyo/zenbun.html](http://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24_hakusyo/zenbun.html)  
 志風伸幸・玉泉幸一郎（2002）九州森林研究 55：138-139  
 高橋由佳ほか（2013）日林誌 95：182-188  
 右近健一郎・竹内郁雄（2011）九州森林研究 64：39-41  
 Vesk PA（2006）J. Ecol. 94：1027 - 1034  
 Washitani I and Takenaka A（1987）Ecol. Res. 2：191-201  
 渡辺直史ほか（2015 a）近畿・中国四国の省力再造林事例集、38-39  
 渡辺直史ほか（2015 b）近畿・中国四国の省力再造林事例集、40-41  
 渡辺直史ほか（2015 c）近畿・中国四国の省力再造林事例集、41-42  
 山川博美ほか（2012）森林総合研究所九州支所年報 24：16-17  
 Yamagawa H and Ito S（2006）Journal of Forest Research 11：455-460  
 Yamagawa H *et al.*（2007）Japanese Journal of Forest Environment 49：111-122  
 図子光太郎ほか（2006）日林大会講演要旨集、L20  
 （2015年11月9日受付；2015年12月28日受理）