

# 高齢広葉樹林などの更新管理技術に関する研究

清水香代\*・柳澤賢一

県内のナラ類を主体とした広葉樹林は大径化や高齢級化し、これまで行われてきたナラ類若齢林の萌芽更新と同様の方法で更新が可能かについては不明な点が多い。本研究では、県内の広葉樹林を構成する主な樹種であるミズナラやクリの伐採前の樹高、胸高直径若しくは根株径と樹齢に着目し、根株生残率及び萌芽枝の成長について調査した。合わせて、林内の亜高木層や低木層に生育する樹種や本数を調べ、天然更新が可能かを調べた。その結果、ミズナラの伐採5～8年後までの生残率は18～81%で差が大きかったが、どの調査地でも根株の平均生残率は経年と共に減少した。亜高木層や低木層には、樹冠を占有するナラ類の生育本数が少ない一方で、コハウチワカエデやコシアブラ等の耐陰性の高い樹種や、ツノハシバミやリョウブ等の亜高木性樹種の出現が多く、天然更新でかつ補助作業を行わずに再度ナラ類を主体とする林分を成林させることは困難と考えられた。

キーワード：ナラ類、大径化、高齢級化、萌芽更新、林床植生

## 1 緒言

県内の民有林のうち、広葉樹林の面積は約 275 千 ha、蓄積量は約 2,900 万 m<sup>3</sup> で(長野県林務部 2020)、それらの広葉樹林にはミズナラ、コナラ、クリ等のナラ類が多く生育している。これらは本来コナラ、ミズナラの混交率の高かった広葉樹林を伐採利用し、その後萌芽更新させながら、薪炭林として維持していたと考えられている(片倉・奥村 1989)。その後の昭和 30 年代後半からの「燃料革命」により家庭燃料が石油やガスへと変化したことで、薪炭林は燃料の供給源として利用されることは無くなり放置された。これにより、現在では広葉樹林の約7割が11 齢級以上と高齢級になっており(長野県森林整備加速化・林業再生協議会 2013)、今後これら的高齢級のナラ類を利用し、次世代の森林へと更新させる必要がある。また、1980 年代末以降、日本各地で発生しているナラ類やシイ・カシ類の樹木が大量枯死するブナ科樹木萎凋病(以下、ナラ枯れ)は、県内では特に南部で再燃している(長野県林務部 2020)。ナラ枯れを引き起こすナラ菌を媒介するカシノナガキクイムシは大径化したナラ類を標的とすることから、ナラ枯れを収束させるためにも大径化したナラ類の更新は急務である。

一般的に、広葉樹は萌芽による更新が可能とされ、(藤森 2003)、県内のナラ類も萌芽による更新方法が多く利用されてきた。しかし実際には、小径木のナラ類の萌芽更新技術は、伐採時期や萌芽整理(芽かき)の方法等が確立されている(長野県林務部 1989)ものの、壮齢林以降でのナラ類の萌芽

更新に関する調査は少ない。ナラ類では、根株直径 20～30cm 以上、樹齢 40～45 年生以上になると伐採後に枯死すること(韓ら 1991)や、根株径 46.5 cm 及び 79 年生以上では萌芽が発生しない(小谷 2005)事例があり、萌芽の生存率は 20 年生が最も高い(佐藤 1999)といわれているように、高齢級のナラ類では萌芽による更新は期待できないとされている。その一方で、ミズナラの伐り株の樹齢と萌芽本数との関係は「増加型」で直径に比例して萌芽本数が増加すること(紙谷 1986)や樹齢よりも伐採時の根株径に相関があり、根株径は 18cm 以下であれば萌芽更新が可能である(小谷 2005)など、高齢級でも萌芽する可能性があるという報告も散見する。そこで、長野県においても県内の大径化や高齢級化しているナラ類の萌芽更新について調査を行った結果、伐採 2 年後までの根株径と伐採時樹齢について調査を行い、萌芽生残率はミズナラで約 82%、コナラで約 91%と高い生残率を確認している(清水ら 2017)。そこで本研究では、その後の経年による生残率の変化や、萌芽枝の本数及び成長について、ミズナラを中心に調査を行った。さらに、全ての根株からの萌芽が発生し生残したとしても、高齢級の広葉樹では、ヘクター当たりの個体数が少ないため、森林の更新初期の発生本数(期待本数)としては不足する。そこで、根株からの萌芽以外に伐採前から低～亜高木層に生育していた樹種と本数、その生残及び成長を調査することにより、高齢級の広葉樹林を伐採した後でどのような森林が成林する可能性があるかについて検討した。本研究は、県単課題(平

\*現上伊那地域振興局林務課

成 27～令和元年度) として実施した。

## 2 高齢級個体伐採地での萌芽調査

### 2.1 伊那市長谷杉島 (列状間伐)

#### 2.1.1 調査地概要と調査方法

調査は、伊那市長谷杉島の標高 1,660m にあるミズナラ林で、2012 年秋に帯状伐採を実施した林分で行った (写真 2-1)。伐採前に胸高直径 5 cm 以上の立木 597 本について樹種、樹高、胸高直径の毎木調査を実施した。シカ等による食害の影響を排除するために、伐採後に、約 20m×20m の立木を使用した簡易獣害防護柵を設置した。2013 年及び 2014 年は、簡易獣害防護柵内外全てのミズナラの根株 (N=31) について、2016 年以降は柵内にある根株 (N=16) の萌芽枝発生本数と最長萌芽枝長及びその発生位置を調査した。株立ち状の根株は 1 株とし、萌芽枝が 1 本でも確認できた株を生残株、萌芽枝の確認できなかった株を枯死株とした。根株の萌芽発生位置は、根株の地際に近い部分から発生している枝を「地際」、根株の側面中間部から発生している枝を「中間」、根株の切り口に近い部分から発生している枝を「上部」の 3 区分に分類した。調査は伐採翌年の 2013 年、2014 年 (2 年後)、2016 年 (4 年後)、2020 年 (8 年後) の計 4 回行った。

#### 2.1.2 結果及び考察

##### 1) 根株生残率と萌芽発生本数の変化

###### 1) -1 根株生残率の変化

調査対象とした株の伐採時平均樹齢は 55.4 年生 (26～75 年生)、平均胸高直径は 12.8 cm (4.0～19.0 cm)、平均樹高は 8.4m (5.8～10.3m) だった。生残株の割合は、伐採翌年及び 2 年後が 87.5%、8 年後が 81.3% となり (図 2-1-1)、生残率の低下は僅かだった。

###### 1) -2 萌芽発生本数の変化

萌芽の発生本数を伐採翌年から 8 年後まで調査した。その結果、伐採翌年の萌芽枝発生本数は 10～254 本と根株間で大きな差があったが、8 年後には平均発生本数は 10 本 (2～17 本) となり差は減少した (図 2-1-2)。伐採直後の萌芽枝発生本数は、年数の経過とともに減少したが、萌芽枝生残率との相関はなく、8 年後までの結果では、ほぼ全ての株で萌芽枝が生残した。これは、根株径が 18 cm 未満の個体でミズナラの萌芽枝の生残率が高かったとする報告 (2007 小谷) と同様だった。伊那市長谷調査地のミズナラは、伐採時平均

樹齢が 55.4 年生と高いにも関わらず、平均胸高直径は 15 cm 未満と細い個体が多かったことが萌芽枝の生残率の高さに関係していると考えられた。

##### 2) 最長萌芽枝の発生位置、伐採時の樹高、胸高直



写真 2-1 伊那市長谷杉島調査地 (近景)

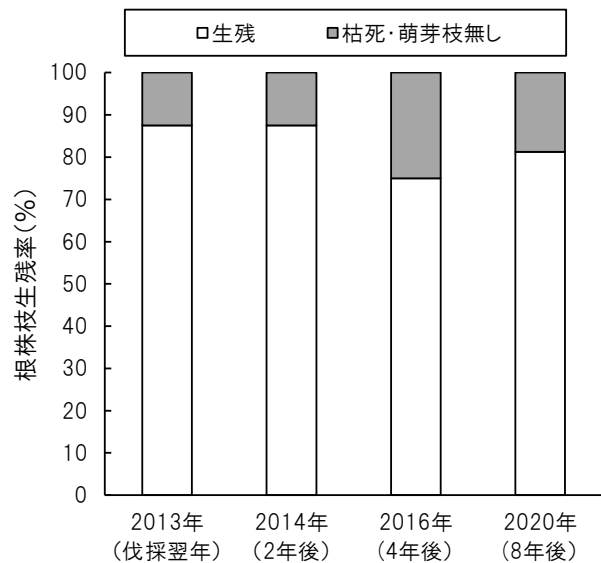


図 2-1-1 萌芽枝発生本数の変化 (伊那市長谷杉島)

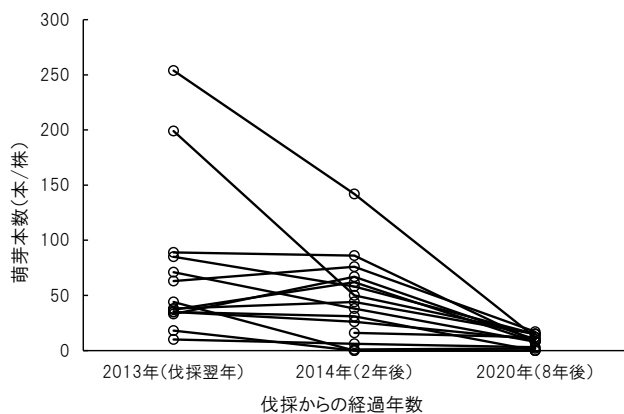


図 2-1-2 萌芽枝発生本数の変化 (伊那市長谷杉島)

## 径、樹齢との関係

萌芽枝の発生が確認できた根株の最長萌芽枝長の発生位置を調べた。その結果、最長萌芽枝長の発生する割合が最も高かったのはどの年も地際で、8年後では全ての最長萌芽枝が地際から発生していた(図 2-1-3)。次に、伐採から8年後の最長萌芽枝長と伐採時の樹高、胸高直径、樹齢との関係について調べた。その結果、樹高及び樹齢と最長萌芽枝長に相関は見られなかったが、胸高直径と最長萌芽枝長には、胸高直径が大きくなると萌芽枝長が長くなる傾向となった(スピアマン順位相関係数検定,  $R^2=0.36$ , 図 2-1-4)。このことから、萌芽枝伸長には胸高直径が関係すると推察された。

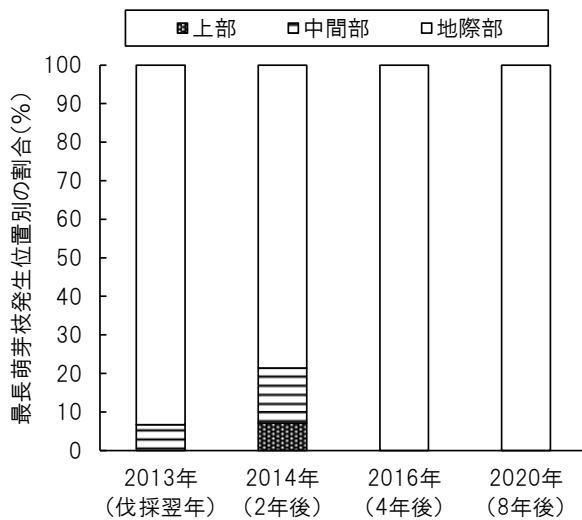


図 2-1-3 最長萌芽枝発生位置(伊那市長谷杉島)

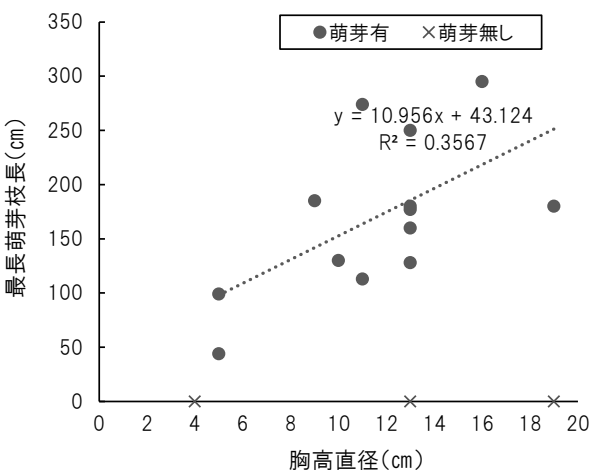


図 2-1-4 萌芽枝の有無と最長萌芽枝長及び胸高直径の関係 (伊那市長谷杉島)

## 2.2 南牧県有林 (帯状伐採地)

### 2.2.1 調査地概要と調査方法

調査は、南佐久郡南牧村の標高約 1,580m に位置する南牧県有林のカラマツ・ミズナラ混交林で伐採幅 20m 及び 40m の帯状伐採を行った林分で行った(写真 2-2-1)。帯状伐採前に胸高直径 10 cm 以上のミズナラの樹高、胸高直径を調査した。伐採後は、伐採地全体を簡易獣害防護柵で囲い、2,300 本/ha でカラマツの植栽を行ったため、ミズナラの根株調査は、カラマツ植栽木の成長に支障とならない位置にある株のみを対象とし (N=33)、伊那市長谷杉島と同様の調査を伐採翌年の 2015 年及び 5 年後の 2019 年に行った。

### 2.2.2 結果と考察

#### 1) 根株生残率と萌芽発生本数の変化

##### 1) -1 根株生残率の変化

調査対象根株全体の平均根株径は 30.4cm、平均樹齢は 57.9 年生だった。根株の生残率は、伐採翌年は 66.7% だったが、5 年後には 54.5% まで低下した(図 2-2-1)。そこで、2019 年の生残株と枯死若しくは萌芽無し株の伐採時の直径階分布を調べた結果、胸高直径 15 cm 未満の株では、根株生残率が 87.5% だったのに対し、15 cm 以上の株では、生残率が平均 43.5% (33.3~57.1%) に低下した(図 2-3-2)。

##### 1) -2 萌芽発生本数の変化

伐採翌年と、5 年後の萌芽枝の発生本数を調べた。その結果、伐採翌年は平均発生本数 13.7 本 (0~56 本) だったが、5 年後の平均発生本数は 4.8 本で最多でも 15 本となり、全ての根株で減少した(図 2-2-3)。

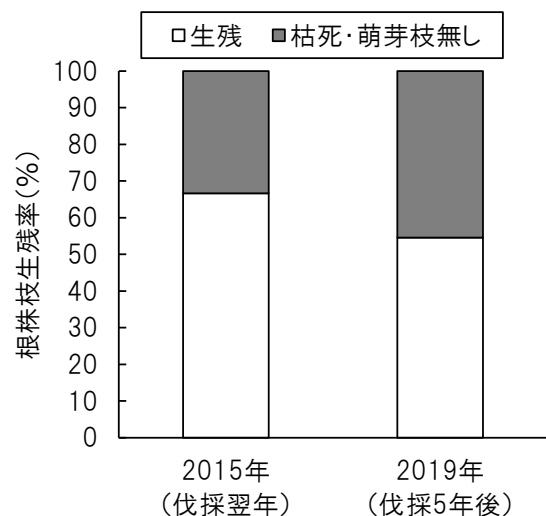


図 2-2-1 根株生残率の変化 (南牧県有林)

次に、伐採時樹齢及び根株直径と萌芽枝の生残について調べたところ、伐採時樹齢と根株直径には

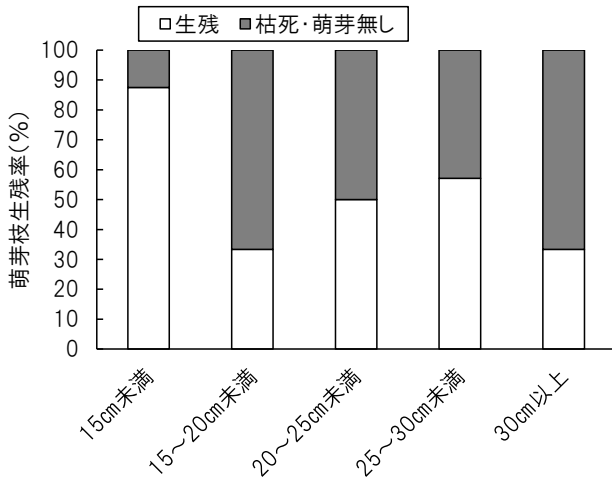


図 2-2-2 直径階別の根株生残割合 (南牧県有林)

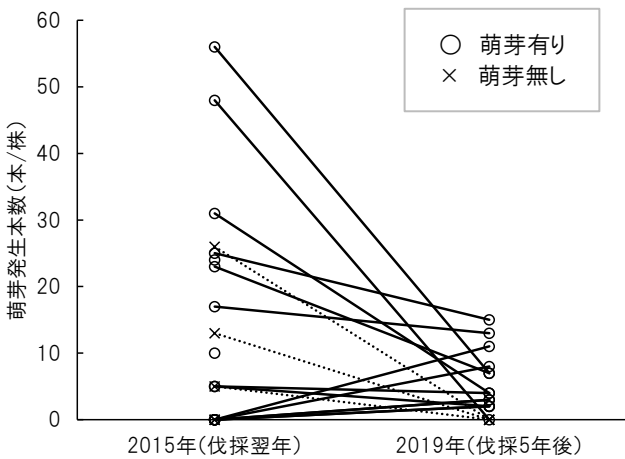


図 2-2-3 萌芽発生本数の変化 (南牧県有林)

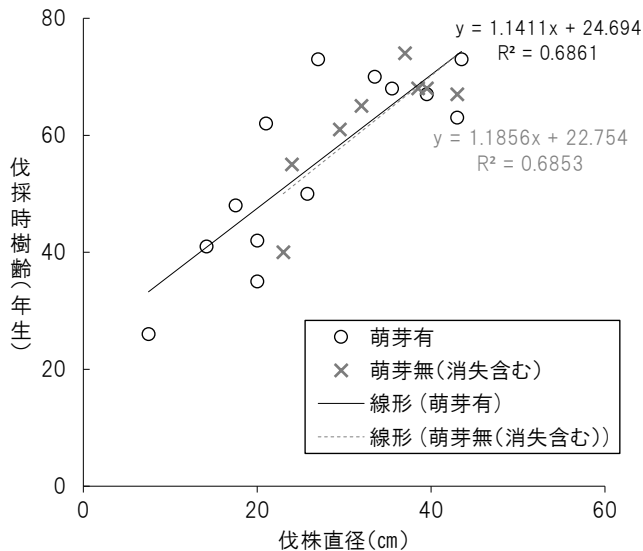


図 2-2-4 伐採時樹齢・根元直径と萌芽の有無の関係 (南牧県有林)

比較的強い相関が見られたが(図 2-2-4,  $R^2=0.68$ ), 生残株と枯死株の分布に差は見られなかった。今回の調査では、最高 73 年生の高齢級株で萌芽の生残が確認できた。

2) 最長萌芽枝の発生位置, 伐採時の樹高, 胸高直径, 樹齢との関係

最長萌芽枝は 78%の株で地際から発生していた。伐採時の樹高, 胸高直径, 樹齢と最長萌芽枝に相関はなかった。しかし, 伐採から 5 年後の平均最長萌芽枝長は 216cm で, 最長萌芽枝長は 370cm に達した。一方, 当該地の競合植生はクマイザサでその最大桿高は約 100cm であることから今後被圧を受ける可能性は低いと考えられた。



写真 2-2-2 萌芽枝発生状況 (南牧県有林)



写真 2-2-1 20m 带状伐採調査地 (近景)

2.3 白馬村岩岳切久保 (作業路沿い施業地)

2.3.1 調査地概要と調査方法

調査は、北安曇郡白馬村岩岳切久保地区の標高 815~990m に位置するミズナラ・コナラの混交林

で行った。搬出間伐を実施した林分のうち、作業道に隣接し光環境の良好な根株 (N=37) を対象とし、伊那市長谷杉島と同様の調査を伐採翌年の2013年、2年後の2014年、3年後の2015年及び6年後の2018年に行った。

### 2.3.2 結果

#### 1) 根株生残率の変化

調査対象根株全体の平均根株径は30.4cm、平均樹齢は69.8年生だった。根株の生残率を伐採翌年から6年後まで調査した(写真2-3)。その結果、根株の生残率は伐採翌年では97%と高かったが、伐採6年後には43%まで低下した(図2-3-1)。生残株の伐採時最高樹齢は105年生で、根株直径は44cmだった。

#### 2) 生残株と根株径の関係

萌芽の有無と根株直径の関係を調べたところ、生残株は有意に平均根株直径が大きかった(図2-3-3、一元配置分散分析法、 $p < 0.05$ )。そこで、直径階別の根株生残状況を調べた(図2-3-2)。その結果、枯死株は根株径20~30cmで有意に枯死株が

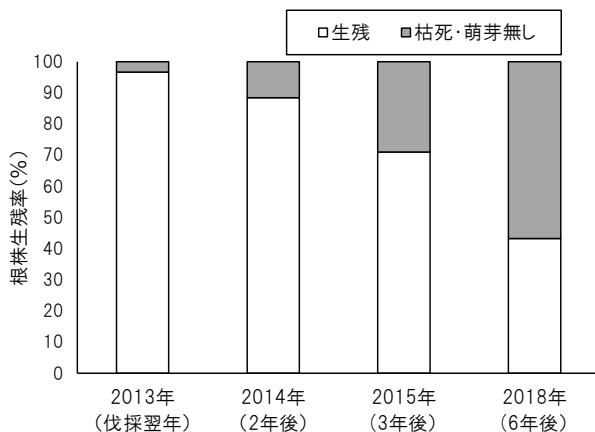


図 2-3-1 根株生残率の変化 (白馬村岩岳)

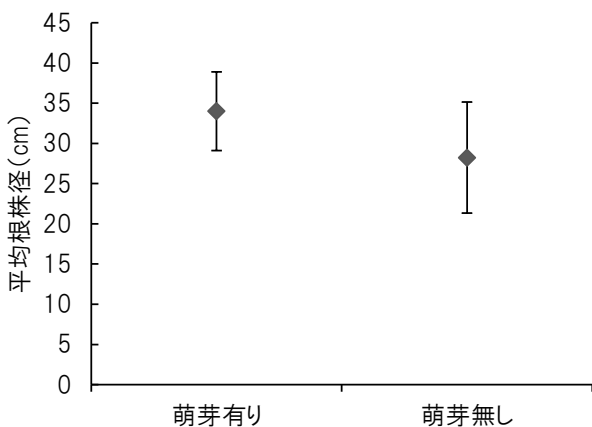


図 2-3-2 萌芽の有無と根株直径の関係 (白馬村岩岳)  
(一元配置分散分析,  $p < 0.05$ )

多い一方で、生残株は根株径30~40cmが最も多く、伊那市杉島でほとんどの小径株が生残した結果とは異なった。これは、杉島調査地では根株径の分布が均一で、立木の状態で優劣がっていない林分だったのに対し、岩岳調査地では、根株直径が様々だったことから、伐採前の立木の状態で優勢木と劣勢木が混在していたことが要因と考えられた。

### 2.4 松本市本郷県有林 (間伐及び皆伐施業地)

#### 2.4.1 調査地概要と調査方法

##### 2.4.1.1 調査地概要と調査方法 (間伐区)

調査は、標高1,430mに位置する松本市本郷地区本郷県有林で行った。2012年11月に点状間伐予定地で伐採作業前に胸高直径10cm以上の立木63本を対象として樹高及び胸高直径を調査した。伐採後は、4m×50m(200m<sup>2</sup>)の獣害防護柵を設置し、その内側にあるクリ(N=12)及びミズナラ(N=12)

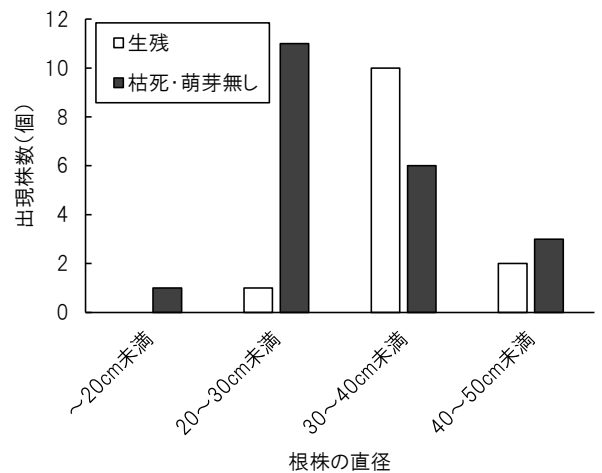


図 2-3-3 直径階別の根株生残 (白馬村岩岳)



写真 2-3 2018年最大萌芽枝の状況  
(白馬村岩岳・ミズナラ)

の根株を対象とし、伊那市長谷杉島と同様の調査を伐採翌年の2013年、2年後の2014年、3年後の2015年及び6年後の2018年に行った。

2.4.1.2 調査地概要と調査方法 (皆伐区)

調査は間伐地と作業道を挟んで連続した斜面の下方に位置する林分で行った。作業実施前の2014年11月に胸高直径10cm以上の立木61本を対象として樹種、樹高及び胸高直径を調査した。伐採後は、20m×20mの獣害防護柵を設置し、内側にあるクリの根株を対象とし間伐施業地と同様の調査を行った。調査は、伐採翌年の2015年及び2019年に行った。

2.4.2 結果と考察

1)-1 根株生残率の変化 (間伐区)

調査対象根株全体の平均根株径はミズナラが17.1cm、平均樹齢は46年生、クリが18.4cm、46年生だった。根株生残率は、ミズナラ、クリともに

伐採翌年から伐採6年後まで徐々に低下した(図2-4-1, 図2-4-2)。6年後の生残率はミズナラで63.6%(7本/12本)だったのに対し、クリでは18.2%(2本/12本)で、伐採翌年と比較して81.2%低下した。そこで、ミズナラとクリの萌芽の有無と伐採前の樹高を比較した(図2-4-3)。その結果、クリの生残株は枯死株と比較して有意に樹高が高く(一元配置分散分析,  $p < 0.01$ )、ミズナラの樹高と比較して有意に高かった(図2-4-3, 一元配置分散分析,  $p < 0.05$ )。このことから、クリの枯死株の枯死要因の一つが、伐採前の林内で劣勢個体だったと推察された。

1)-2 根株生残率の変化 (皆伐区)

クリの根株生残率は、伐採翌年は95.1%だったが、5年後には50.0%まで低下した(図2-4-4)。そこで、根株直径別の生残割合を調べた(図

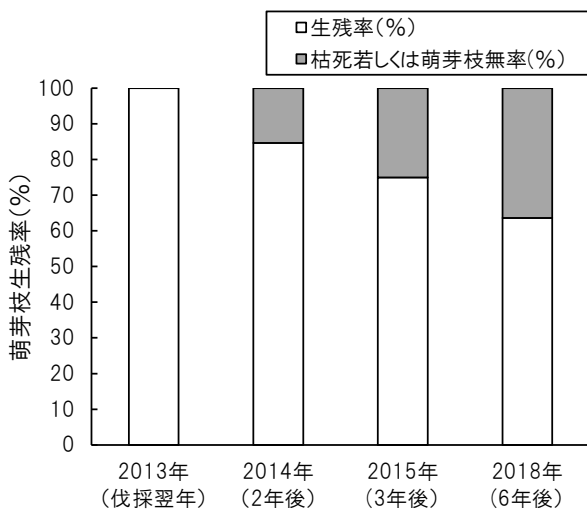


図2-4-1 根株生残率の変化 (本郷県有林・間伐区・ミズナラ)

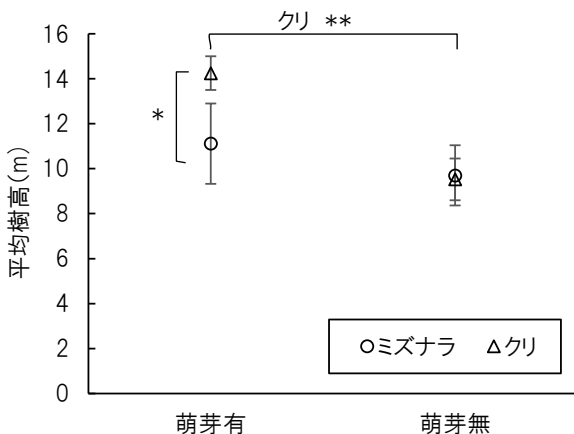


図2-4-3 樹種別の平均樹高と萌芽枝の有無 (2018年・本郷県有林(間伐区), 一元配置分散分析)

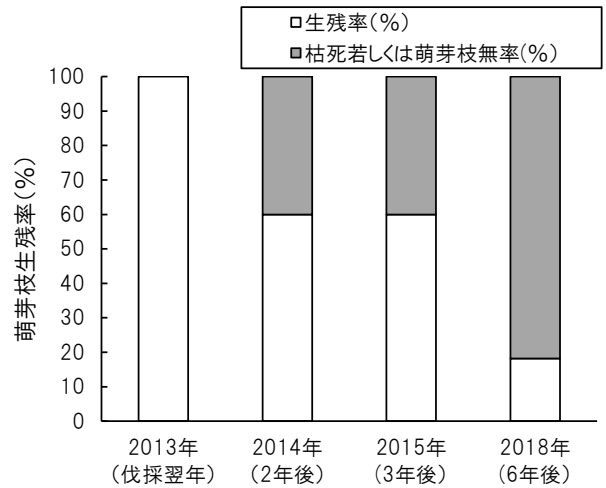


図2-4-2 根株生残率の変化 (本郷県有林・間伐区・クリ)

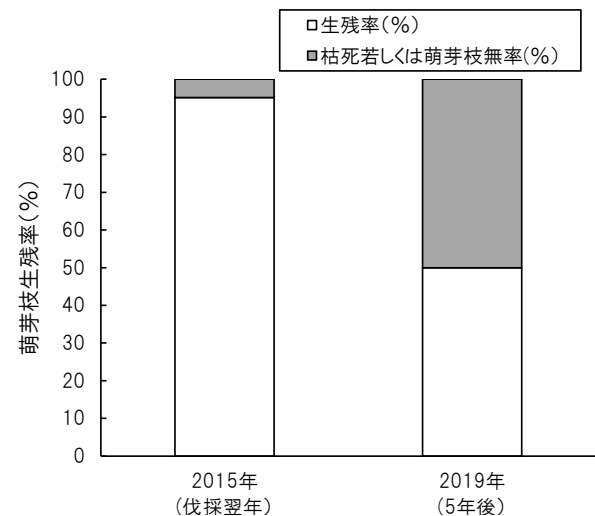


図2-4-4 根株生残率の変化 (本郷県有林・皆伐区・クリ)

2-4-5)。その結果、伐採翌年ほどの根株径階でも生残していたが、5年後には根株直径 20 cm以上の階級で根株枯死率が高くなった。次に、樹齢別の生残割合を調べた(図 2-4-6)。その結果、伐採時樹齢 40 年生までは枯死する株はなかったが、40 年生以上の樹齢で枯死株の割合が増加した。

2) 最長萌芽枝の長さ、発生位置、伐採時の樹高、胸高直径、樹齢との関係

最長萌芽枝が発生する位置は地際が最も多く、クリが平均 66.7%, ミズナラが 75.0%だった。平均最長萌芽枝長は、間伐区のみズナラは、6 年後でも 199 cmで、200 cmに届かなかった。次に、クリの間伐区および皆伐区の平均最長萌芽枝長を比較した(図 2-4-7)。その結果、間伐区が 196 cmだったのに対し、皆伐区では 399 cmで有意に長く(一元配置分散分析,  $p < 0.05$ ), 最長で 530 cmに達していた。このことから、伐採後の光環境の違いがその後の萌芽枝の成長に影響を与えたと考えられた。ミズ

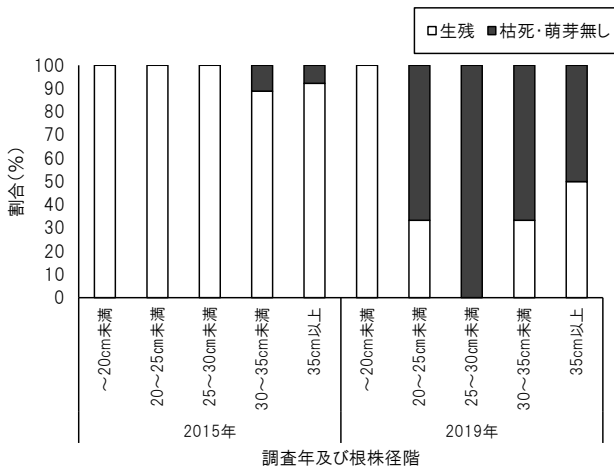


図 2-4-5 萌芽枝の根株直径階別の生残 (本郷県有林・2015年・2019年・皆伐区・クリ)

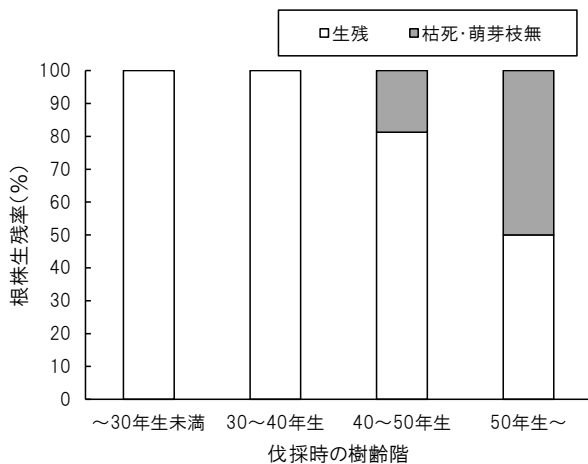


図 2-4-6 根株生残率の樹齢階別比較 (本郷県有林・皆伐区・クリ)

ナラは、皆伐区林分に根株がなかったため、間伐区と皆伐区で萌芽枝長の比較はできなかったが、クリと同様にミズナラも樹種特性として陽樹であることから、間伐区では光条件が不良で、萌芽枝の伸長成長が抑制されていたと考えられる。

次に、皆伐区のクリについて、最長萌芽枝長と伐採時の樹高、胸高直径及び樹齢との関係を調べた(図 2-4-8)。その結果、伐採時樹高及び樹齢と最長萌芽枝長に相関はなかったが、胸高直径と最長萌芽枝長には相関があった(スピアマン順位相関係数検定,  $p < 0.05$ )。根株径が大きいほど地下部のサイズ大きいため、萌芽枝の伸長に有利であると考えられた。しかし、根株が大きくなると枯死する株が増加するため(図 2-4-5), 生残率を考慮すると、萌芽更新を期待できる径級は根株径 20cm までと判断できた。

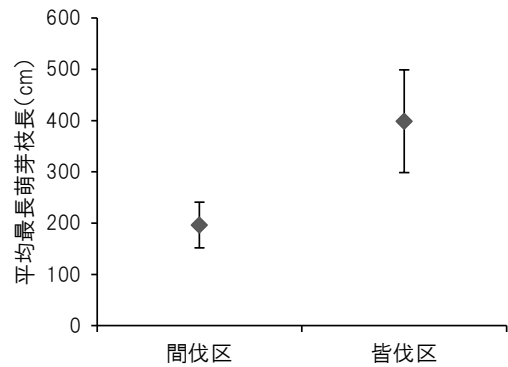


図 2-4-7 皆伐区と間伐区的最長萌芽枝長の比較 (本郷県有林・クリ・一元配置分散分析,  $p < 0.05$ )

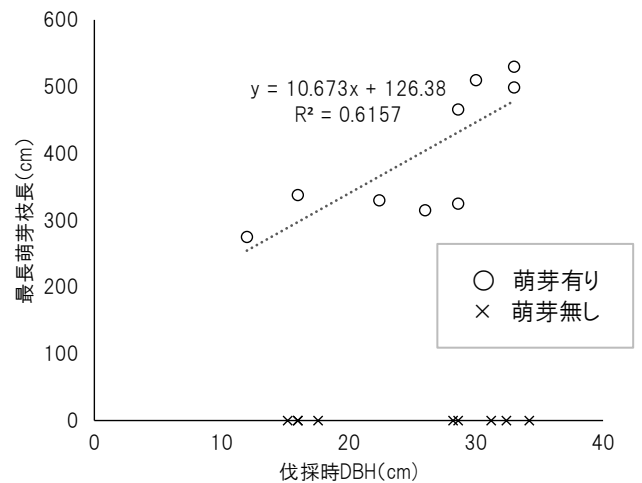


図 2-4-8 伐採時の胸高直径と最長萌芽枝長の関係 (本郷県有林・皆伐区・クリ)

2.5 まとめ

萌芽更新に適した樹齢以上と考えられる高齢級のミズナラやクリの萌芽更新は、どの試験地でも

伐採からの年数経過とともに生残株が減少することが確認された。生残する根株は、伊那市杉島のように根株径が小さい個体で生残する場合と、松本市本郷県有林のように伐採前の林分で樹高が高かった根株（林分の優勢木）で生残する場合があった。このことから、どの林分でも小径の根株が萌芽更新に有利なのではなく、伐採前の樹高等の生育状況が根株の生残を左右する可能性が示唆された。

生残株の萌芽枝本数は、どの試験地でも伐採からの年数経過とともに減少し、伐採翌年の萌芽枝の発生本数と5～6年後の萌芽枝本数とに相関は見られなかった。萌芽枝間で競争が発生し、萌芽枝が自然淘汰されたと考えられる。よって、高齢級根株の場合、伐採から数年以内の萌芽整理は、不要と考える。さらに、最長萌芽枝の発生位置は、どの調査地でも地際から発生する株が多かった。また、クリの最長萌芽枝長は間伐区と比較して皆伐区で有意に高かったことから、伐採後の光環境が萌芽枝の成長に大きく影響を与えられたと考えられた。よって、クリなどの陽樹を対象として萌芽更新を期待する場合、皆伐による更新が望ましいと判断できる。

### 3 高齢級個体伐採地での中層や林床の樹種

#### 3.1 伊那市長谷杉島（列状間伐）

##### 3.1.1 調査地概要と調査方法

調査は、萌芽調査を実施した林分で、獣害防護柵内に2m×2mの方形調査枠を4箇所設置し実施した。方形調査枠内に生育する高木性個体の樹種及び樹高と、競合植生の種と高さ及び被度を調べた。調査は伐採翌年の2013年から毎年9～11月に2016年まで行った。高木性個体については、発生年を調査し、伐採前から生育していた前生稚樹か、伐採後に侵入した後生稚樹かを判別した。

##### 3.1.2 結果及び考察

植生調査枠内の樹種別密度を図3-1-1に示す。植生枠内には針葉樹がアカマツとツガの2種、高木性広葉樹が4種（ミズナラ、カバノキ科sp、その他広葉樹2種）確認された。各樹種の本数密度は2013年から2016年の4年間で34,300本/haから73,400本/haに増加した。しかし、最も本数が多かったのはどの年もアカマツで、全体の85.7～92.0%を占めていた。次に、前生稚樹と後生稚樹の樹種別の本数について調べた（図3-1-2）。その結果、ミズナラが伐採される2013年以前から生育していると判断できた個体は24,300本/haで、そ

のうちの23,400本/haがアカマツだった。ミズナラ伐採後の2013年秋以降に侵入した後生稚樹は伐採から3年を経過した2016年が27,500本/haで最も多かったが、その全てがアカマツだった。他の調査年についても、最も侵入が多いのはアカマツだった。次に、各高木性樹種の2015年の平均樹高を調べた（図3-1-3）。その結果、平均樹高が最も高いのはアカマツで、ミズナラは侵入が確認で

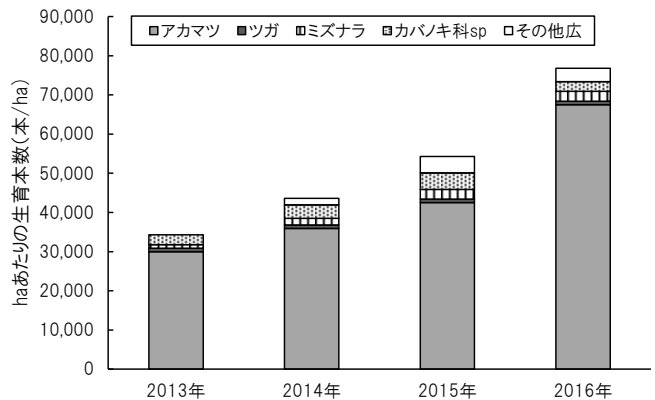


図 3-1-1 植生調査枠内の高木性樹種別生育本数 (伊那市長谷杉島)

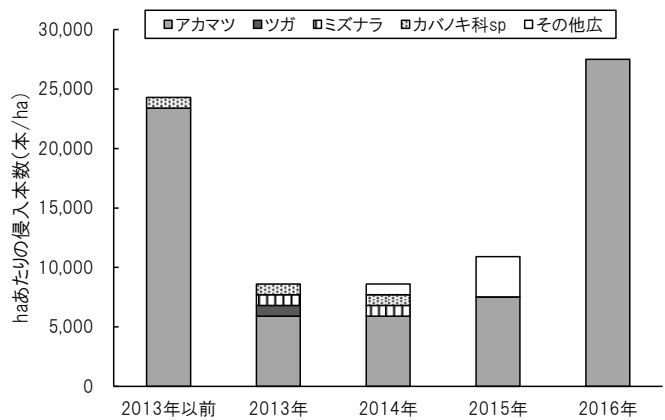


図 3-1-2 植生調査枠内の樹種・年別の侵入本数 (伊那市長谷杉島)

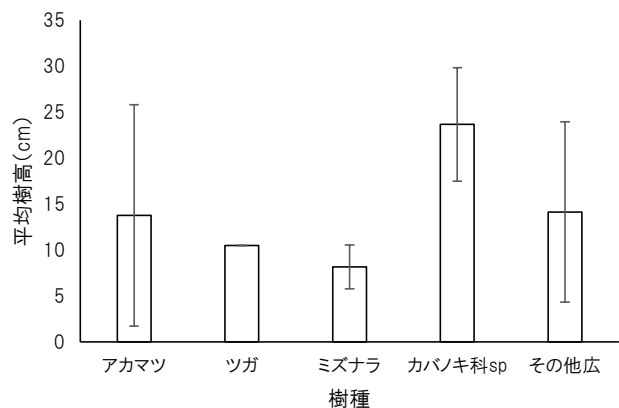


図 3-1-3 植生調査枠内の樹種別平均樹高 (伊那市長谷杉島・2016年)



きた高木性樹種中最も平均樹高が低く 8.2cm であった。林床には帯状伐採残存列のミズナラ個体由来の堅果が多数落下している年もあったため、発芽試験を実施し、発芽能力はあることが確認できている。これらのことから、伐採作業前の樹冠を占有していたミズナラは、種子の供給はあるものの、発芽後に定着できていないと判断できた。さらに、ミズナラ林の周辺に生育するアカマツから風散布により種子が供給され、アカマツが定着していた。帯状伐採と搬出作業によって腐植層が除去されたことにより乾燥が進むことや、腐植層のない斜面を堅果が斜面下方に落下している一方で、腐植層の少ない土壌を好むアカマツの定着が進んでいると考えられた。

### 3.2 白馬村岩岳切久保（作業路沿い施業地）

#### 3.2.1 調査地概要と調査方法

調査は、萌芽更新調査と同林分の間伐実施地で行った。20m×20m (400m<sup>2</sup>) 方形調査区を 2 箇所設置し、間伐対象木の樹種及び本数、高木層及び亜高木層から低木層の残存木の樹種、本数及び樹高、伐採個体の樹種と本数を調べた。合わせて、2m×2m (4m<sup>2</sup>) の植生調査枠を 2 箇所設置した上で、調査区を 1m×1m に区切って 4 つの小区画とした。この小区画内に生育する低木層から草本層の樹種の出現頻度、被度、最大・最小・平均樹高及び高木性樹種については本数を調べた。残存木調査は 2014 年、植生調査は 2013 年及び 2018 年に行った。

#### 3.2.2 結果及び考察

##### 1) 高木層及び亜高木～低木層の樹種構成

伐採前の上層木の本数は 425 本/ha で間伐後は 213 本/ha に減少していた。高木層を構成する樹種はミズナラ、コハウチワカエデ、ホオノキの 3 種だった (図 3-2)。一方の中層では、バラ科のウワミズザクラやアズキナシ、ウコギ科のコシアブラ等の高木性樹種が合計 313 本/ha 確認された。高木層を占有していたミズナラは 1 本も確認できなかったことから、樹冠占有種であるミズナラが高木層へ早期に到達することはないと考えられた。一方、亜高木層から低木層で最も多かったのはリョウブで、225 本/ha だった。リョウブは亜高木であることから、次世代の樹冠層を構成する樹種にはならないと考えられた。

##### 2) 林床（低木層～草本層）の樹種構成

2013 年の伐採直後の林床に生育する樹種構成は、高木性樹種が 7 樹種でそのうちミズナラとコ

ハウチワカエデが伐採前の高木層にも出現していた種だった (表 3-2-1)。最も出現頻度が高かったのはコハウチワカエデの 87.5% で、樹冠を占有していたミズナラの出現頻度は 25% と低かった。生育本数はそれぞれ 3 本/8m<sup>2</sup> (3,750 本/ha) と 13 本/8m<sup>2</sup> (16,250 本/ha) で、2 種の合計本数は 20,000 本/ha だった。しかし、それらの平均樹高はコハウチワカエデで 0.3m、ミズナラで 0.2m と低く、最大樹高でもそれぞれ 0.5m、0.2m と低かった。また、植生調査区内には、これらの稚樹よりも出現頻度、被度、樹高が高い亜高木性のリョウブや低木性のヤマツツジ及びビレゲツツジが優占していた。次に、5 年後の 2018 年の林床に生育する樹種を調べた。その結果、2013 年にも確認できたミズナラやコハウチワカエデが生育していた。

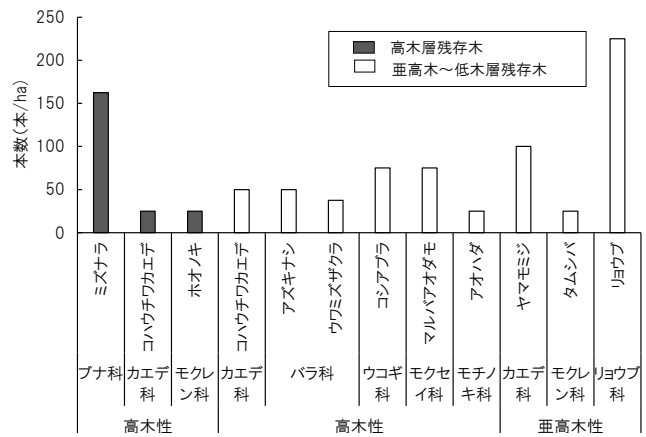


図 3-2 植生調査枠内の樹種別出現本数 (白馬村岩岳・ha あたり)

表 3-2-1 植生調査枠内の出現樹種及び被度と樹高 (2013 年・白馬村岩岳)

| 樹種             | 出現頻度 (%) | 被度 (%) | 最大樹高 (m) | 最小樹高 (m) | 平均樹高 (m) | 本数 (本/8m <sup>2</sup> ) |
|----------------|----------|--------|----------|----------|----------|-------------------------|
| 裸地             | 100.0    | 36.4   |          |          |          |                         |
| 高木層にも出現した高木性樹種 |          |        |          |          |          |                         |
| ミズナラ           | 25.0     | 1.0    | 0.2      | 0.1      | 0.2      | 3                       |
| コハウチワカエデ       | 87.5     | 7.5    | 0.5      | 0.2      | 0.3      | 13                      |
| コシアブラ          | 62.5     | 1.3    | 0.7      | 0.2      | 0.4      | 6                       |
| アカマツ           | 25.0     | +      | 0.2      |          |          | 1                       |
| ウワミズザクラ        | 50.0     | 5.0    | 0.7      | 0.5      | 0.6      | 3                       |
| 高木性樹種          |          |        |          |          |          |                         |
| アオハダ           | 75.0     | 6.0    | 0.6      | 0.4      | 0.4      |                         |
| コバトネリコ         | 75.0     | 4.1    | 0.7      | 0.2      | 0.6      |                         |
| タムシバ           | 62.5     | 5.0    | 0.8      | 0.2      | 0.5      |                         |
| 亜高木性樹種         |          |        |          |          |          |                         |
| ヒトツバカエデ        | 50.0     | +      | 0.5      | 0.4      | 0.5      |                         |
| オオバクロモジ        | 25.0     | 2.5    | 0.7      | 0.7      |          |                         |
| ヤマウルシ          | 62.5     | 6.3    | 0.8      | 0.2      | 0.6      |                         |
| リョウブ           | 100.0    | 23.8   | 0.8      | 0.2      | 0.5      |                         |
| 低木性樹種          |          |        |          |          |          |                         |
| ヤマツツジ          | 62.5     | 8.4    | 0.7      | 0.4      | 0.5      |                         |
| レンゲツツジ         | 50.0     | 1.5    | 1.2      | 0.2      | 0.7      |                         |
| ネジキ            | 62.5     | 2.3    | 0.5      | 0.3      | 0.3      |                         |
| ヒメユズリハ         | 50.0     | 5.0    | 0.6      | 0.4      | 0.5      |                         |
| オオカメノキ         | 25.0     | +      | 0.7      |          |          |                         |
| ガマズミ           | 75.0     | 3.9    | 0.5      | 0.1      | 0.3      |                         |
| アケシバ           | 100.0    | 7.5    | 0.4      | 0.2      | 0.4      |                         |
| イヌツゲ           | 87.5     | 4.0    | 0.4      | 0.1      | 0.2      |                         |
| ササ類            |          |        |          |          |          |                         |
| シナノザサ          | 62.5     | 3.5    | 0.4      | 0.3      | 0.3      |                         |

さらに、調査地の下方斜面に生育しているコナラの侵入も確認できた(表 3-2-2)。しかし、その平均樹高はミズナラで 0.25m, コハウチワカエデで 0.55m と僅かな成長に留まった。生育本数はミズナラで 26 本/8m<sup>2</sup> (32, 500 本/ha) と多かったものの、そのうちの 50%が当年生の稚樹だった。一方、2013 年でも出現頻度、被度、樹高ともに高かった亜高木性のリュウブや低木性のツツジ類は 2018 年の調査でも多く出現し、平均樹高は 1.0m で、ミズナラやコハウチワカエデよりも高かった。稚苗の最も大きな死亡要因は種内や種間における光をめぐる競争であることから(清和 1994)、被圧により、高木性樹種の稚樹は侵入しても定着に至らず消失している可能性が高いと考えられた。

表 3-2-2 植生調査枠内の出現樹種及び被度と樹高 (2018 年・白馬村岩岳)

| 樹種                     | 出現頻度 (%)  | 被度 (%)   | 最大樹高 (m)  | 最小樹高 (m)   | 平均樹高 (m)  | 本数 (本/8m <sup>2</sup> )                                  | 備考     |
|------------------------|---|--|---|--|---|--|--------|
| 裸地                     | 75  |  |   |  |   |  |        |
| ミズナラ                   | 62.5  | 2.5  | 0.35  | 0.1  | 0.25  | 26   | 13本当年生 |
| 高木層に<br>も出現した<br>高木性樹種 | コナラ<br>コハウチワカエデ<br>コシアブラ<br>アカマツ<br>ウツミズザクラ                         | 50<br>62.5<br>25<br>50<br>25                     | 1.5<br>4.125<br>+<br>7.5<br>+                             | 0.7<br>1.65<br>1.05<br>1.1<br>1                          | 0.1<br>0.25<br>0.55<br>0.55<br>1                        | 6<br>6<br>9<br>9<br>1                                    | 株立     |
| 高木性樹種                  | コバトネリコ  | 50   | 7.5   | 1.6  | 1.5   | 89.1   |        |
| 高木性樹種                  | タムシバ<br>オオバクロモジ   | 37.5<br>25                                       | 6.25<br>5   | 1.65<br>1.1  | 1.6<br>0.6  | 1.35<br>0.8  |        |
| 亜高木性<br>樹種             | ヤマモミジ<br>ナツハゼ<br>ヤマウルシ<br>リュウブ                                      | 62.5<br>50<br>37.5<br>100                        | 5.625<br>5<br>5<br>31.25                                  | 1.9<br>1.5<br>1.3<br>1.65                                | 0.5<br>0.3<br>1.2<br>1                                  | 0.83<br>1.15<br>1.2<br>1.35                              |        |
| 低木性<br>樹種              | ヤマツツジ<br>レンゲツツジ<br>ネジキ<br>エゾズリハ<br>オオカメキ<br>コバノガマズミ<br>アクシバ<br>イヌツゲ | 62.5<br>50<br>25<br>75<br>25<br>25<br>75<br>87.5 | 12.625<br>+<br>2.5<br>8.25<br>2.5<br>1.25<br>6.875<br>8.5 | 1.05<br>0.8<br>0.85<br>0.83<br>1.6<br>0.9<br>0.5<br>0.63 | 0.48<br>0.7<br>0.6<br>0.45<br>0.3<br>0.9<br>0.2<br>0.15 | 0.75<br>0.75<br>0.7<br>0.63<br>0.5<br>0.9<br>0.3<br>0.25 | 株立     |
| サザ類                    | シナノザサ   | 87.5   | 2.25  | 0.8  | 0.45  | 0.55   |        |

### 3.3 松本市本郷県有林 (間伐及び皆伐施業地)

#### 3.3.1 調査地概要と調査方法

##### 3.3.1.1 調査地概要と調査方法 (間伐区)

調査は、萌芽更新調査と同林分の間伐実施地で亜高木層及び低木層にわけて実施した。亜高木層の調査は、間伐実施後に調査区全域の直径 10 cm 未満かつ樹高 1.2m 以上の高木性及び亜高木性個体の樹種、生育本数、消長、胸高直径及び樹高を調査した。株立樹形の個体は最も幹が高い個体を代表値とした。低木層は、2m×2m (4m<sup>2</sup>) の植生調査枠を 5 箇所設置し、枠内にある高木性及び亜高木性個体の樹種、生育本数と消長を調査した。調査は 2013 年から 2017 年にかけて実施した。低木層の植生調査枠は、獣害防護柵内に設置した。2013 年調査では高木性樹種個体について、芽鱗痕の有無を確認し、発生した年を推定した。

##### 3.3.1.2 調査地概要と調査方法 (皆伐区)

調査は、獣害防護柵を設置した皆伐実施後の林

分に 2m×2m の植生調査枠を 8 箇所設置し、枠内に生育する高木性個体の樹種及び被度、平均樹高と被圧植生の種類と被度を調べた。調査は、2014 年から 2019 年にかけて実施した。

#### 3.3.2.1 結果及び考察 (間伐区)

樹高 1.2m 以上の高木性樹種は 5 樹種が確認できた(表 3-3-1)。亜高木層に多かった樹種の上位 3 種はツノハシバミの 194 本/ha, コバノトネリコ 104 本/ha で、タンナサワフタギ 90 本/ha だった。一方、樹冠構成樹種のミズナラやクリは合計 77 本/ha で本数は僅かで、2017 年の調査では 34 本/ha まで減少した。これらの結果から、ミズナラやクリを主体とした林分の林床にはミズナラやクリの小径個体は少なく、次世代林分を構成する初期本数としては不足していると判断できた。一方で、本数が多かったツノハシバミやタンナサワフタギ等は、亜高木性樹種で、次世代の樹冠層を構成する樹種にはならないと判断できた。

次に、植生枠内に生育する樹種の本数を調査した(図 3-3-1)。その結果、高木性樹種の本数は伐採翌年に 29,000 本/ha だったが、その後増加し、最大で 61,500 本/ha まで増加した。さらに、高木性個体の発生した年を調べた結果、伐採直後の 2013 年には 32,000 本/ha の高木性個体が生育していた(図 3-3-2)。しかし、年数の経過とともに新

表 3-3-1 亜高木層に生育する樹種と本数 (本郷県有林 (間伐区))

| 樹種           | 本数(本/ha) |       | 平均DBH(cm) |       | 平均樹高(m) |     |
|--------------|----------|-------|-----------|-------|---------|-----|
|              | 2013年    | 2018年 | 2013年     | 2018年 | 2018年   |     |
| 高木性樹種        | ミズナラ     | 67    | 30        | 4.5   | 4.2     | 3.2 |
|              | クリ       | 10    | 4         | 9     | 11.1    | 8.4 |
|              | コバトネリコ   | 104   | 57        | 2.0   | 3.6     | 4.3 |
|              | タムシバ     | 24    | 14        | 2.4   | 3.5     | 3.8 |
|              | サクラsp    | 17    | 14        | 4.4   | 5.0     | 4.3 |
| 亜高木性～<br>低木性 | アズキナシ    | 44    | 40        | 3.4   | 4.6     | 4.3 |
|              | タンナサワフタギ | 90    | 64        | 2.0   | 2.9     | 3.0 |
|              | ツノハシバミ   | 194   | 104       | 2.2   | 3.0     | 2.8 |
|              | リュウブ     | 57    | 44        | 4.0   | 5.7     | 6.1 |
|              | ヤマウルシ    | 30    | 4         | 3.9   | 4       | 4.8 |

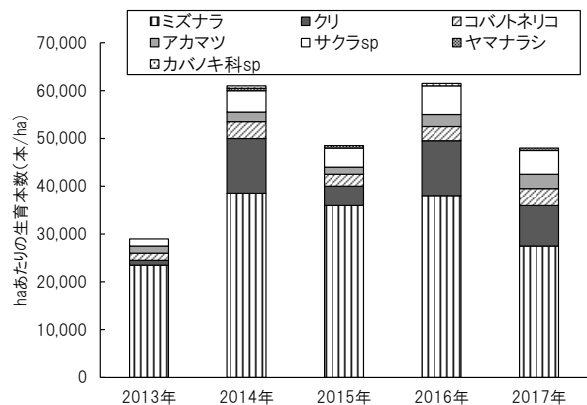


図 3-3-1 植生調査枠内の樹種別生育樹高 (2013～2017 年・本郷県有林 (間伐区))

たに侵入する個体本数は減少し、伐採5年後の2017年では3,000本/haまで減少した。次に、高木性樹種のうち、生育本数の多かったミズナラ及びクリの平均樹高を2016年及び2017年に調べた(図3-3-3)。その結果、最も生育本数が多いミズナラの2016年時平均樹高は13.3cmで、最も樹高の高い個体でも35cmと低かった。次に本数の多かったクリでも平均樹高は23.9cmで、最大樹高でも63cmに留まった。2017年までの年間成長量はわずかで、ミズナラが3.8cm/年、クリが12.7cm/年だった。これらのことから、調査地が間伐施業だったため、種子供給は十分な一方で、実生個体の初期成長は遅いことに加え、林床の光環境はミズナラやクリ等の陽樹の成長には不足していることが要因と考えられた。

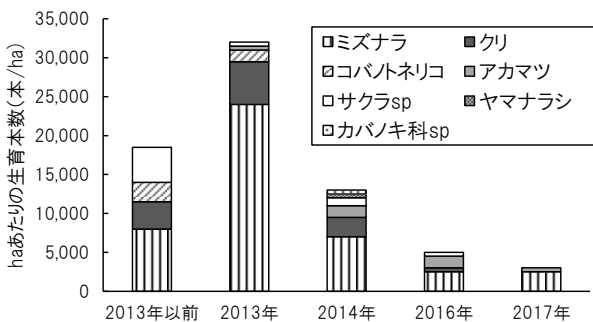


図3-3-2 高木性樹種の年別の発生本数 (2013~2017年・本郷県有林(間伐区))

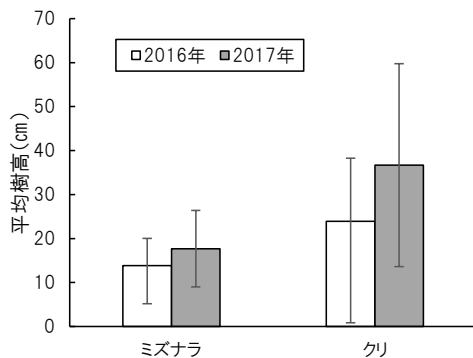


図3-3-3 植生調査枠の樹種別平均樹高 (2016・2017年・本郷県有林(間伐区))

### 3.3.2.2 結果及び考察(皆伐区)

植生調査枠内に生育する高木性個体の合計被度は2015年、2016年ともに1%未満と低かった(表3-3-2)。それらの合計本数は2015年が7,500本/ha、2016年が8,500本/haだった。平均樹高は2015年が11.6cm、2016年でも24cmに留まった。次に、被圧植生の上位3種について2016年から2019年に調査した。その結果、クマイチゴはその後被度、植生高ともに高くなり、2017年には植生枠全体を覆っていた。そこで、2017年と2019年

は植生枠周辺で被圧植生のみを調査した。その結果、被圧植生の上位3種は、草丈の高いクマイチゴやニガイチゴが優先した。特に、バラ科のクマイチゴは徐々に樹高及び被度が高くなり、2019年には最大樹高2.4m、被度80%まで増加した。本調査地では、皆伐を行ったことでクマイチゴやニガイチゴ等の植生高の高い先駆樹種の成長が促進したと考えられる。一方、林内に高木性個体は生育していたものの、先駆樹種を上回る成長量となる個体は存在しなかった。これは、広葉樹の萌芽更新が旺盛といわれている15~20年生の個体が伐採前の林内に生育していなかったためと考えられる。

表3-3-2 植生調査結果(高木性樹種・本郷県有林(皆伐区))(上:2015年・下:2016年)

| 樹種名   | 出現頻度 (%) | 平均被度 (%) | 本数(本/ha) | 平均樹高 (cm) |
|-------|----------|----------|----------|-----------|
| シラカバ  | 9.4      | 1未満      | 2,000    | 10        |
| サクラsp | 3.1      | 1未満      | 700      | 15        |
| クリ    | 21.9     | 1.1      | 2,200    | 17        |
| アカマツ  | 21.9     | 1未満      | 2,200    | 6.3       |
| カラマツ  | 3.1      | 1未満      | 400      | 10        |

| 樹種名   | 出現頻度 (%) | 平均被度 (%) | 本数(本/ha) | 平均樹高 (cm) |
|-------|----------|----------|----------|-----------|
| シラカバ  | 53.1     | 1未満      | 5,000    | 22.7      |
| サクラsp | 6.3      | 1未満      | 1,600    | 29        |
| クリ    | 6.3      | 1未満      | 1,300    | 35        |
| アカマツ  | 6.3      | 1未満      | 1,000    | 9.3       |

表3-3-3 被圧植生の変化(本郷県有林(皆伐区))

| 調査年  | 種類                  | 被度 (%) | 植生高    |        |
|------|---------------------|--------|--------|--------|
|      |                     |        | 最大 (m) | 平均 (m) |
| 2016 | クマイチゴ               | 50     | 1.5    | 0.8    |
|      | ヨツバヒヨドリ             | 60     | 1.8    | 1.0    |
|      | ヤマウルシ               | 5      | 1.0    | 0.7    |
| 2017 | クマイチゴ               | 70     | 2.4    | 2.0    |
|      | タケニグサ               |        | 2.0    | 1.8    |
|      | ニガイチゴ               | 30     | 1.2    | 1.0    |
| 2019 | クマイチゴ               | 80     | 2.4    | 1.5    |
|      | ニガイチゴ               | 25     | 1.2    | 0.8    |
|      | ツル類(ツルウメ・モドキ・ヤマブドウ) | 20     | -      | -      |

### 結言

本研究では、ナラ類を主体とした高齢広葉樹林の更新について、萌芽更新及び林床に発生する次世代の高木性個体による更新について検討した。その結果、県内の萌芽適期以上のミズナラ及びクリの根株生残率は経年とともに低下した。今回の研究では、株の生残と相関があるのは樹齢ではなく根株径だった。根株の生残率は、20cm程度の小径株で高い場合とそうでない場合があり、伐採前の林分内の個体間競争が関係していると考えられた。よって、成長が均一でない林分の場合、根株

だけではなく、伐採前の立木調査が必要と考えられる。しかし、萌芽枝が残存したとしても、ヘクター当たりの本数が少なく、萌芽更新のみに期待することはできない。そこで、根株の萌芽更新以外の更新状況について、亜高木層の残存個体及び林床を調査した。その結果、ナラ類を主体とする林分の樹冠下では、樹冠を占有するミズナラやクリ等のナラ類の生育本数が少ない一方で、コハウチワカエデやコシアブラ等の耐陰性の高い樹種や、ツノハシバミやリョウブ等の亜高木性樹種の出現が多かった。林床では、間伐の場合、上部からの種子供給によりナラ類の実生個体は発生するものの樹冠が遮蔽されていることにより光環境が不十分であることや、実生稚樹の成長は遅いことから、早期の成長は困難と判断できた。また、皆伐の場合では、高木性樹種よりも成長の早いクマイチゴ等の先駆樹種や高茎草本類が優先し、高木性個体の稚樹は被圧により減少する。よって、天然更新でかつ補助作業を行わずに再度ナラ類を主体とする林分を成林させることは困難である。ナラ類の天然更新を期待するには、競合植生が林床に繁茂する場合は予め刈払いを行い、稚樹の定着を確認した後に更新させるような方法や、強度間伐や択伐等により、種子の供給を図りつつも、樹冠を大きく開放し、林床の光環境がナラ類の成長に適するような環境にすること、更新後の林床に発生するクマイチゴ等の先駆樹種やササ等を天然更新補助作業である刈出しにより更新樹種の生育阻害とならない高さで管理することが有効と考えられる。

また、地域森林計画では、更新の確認は伐採終了年度の翌年度の初日から5年を経過するまでの期間に確認することとされており、競合植物の草丈によって必要な稚樹高が定められている（長野県 2016）。これらを参考に、天然更新を実施したものの、目標林型と異なる林分に成林する可能性が出てきた場合や、更新完了基準となる成林自体が困難と判断された場合は、天然更新補助作業を行うか、地拵え及び植栽による人工造林に切り替える必要があることを踏まえた上で更新を目指すことが望ましい。

## 謝辞

本研究を進めるに当たり、長野県林務部をはじめ、伊那市耕地林務課、上伊那森林組合、企業組合山仕事創造舎、佐久地域振興局、松本地域振興局、

及び北アルプス地域振興局の関係者の皆様には、調査地の提供や調査補助等多大なご協力を賜りました。

この場を借りて感謝申し上げます。

## 引用文献

- 藤森隆郎 (2003) 新たな森林管理・持続可能な社会に向けて. 全国林業改良普及協会
- 伊東宏樹 (2013) 前回の萌芽更新から 64 年を経過したコナラ二次林の萌芽試験. 森林総合研究所研究報告 Vol. 12 No. 2 : 105 -109.
- 紙谷智彦 (1986) 豪雪地帯におけるブナ二次林の再生過程に関する研究 (Ⅱ) 主要構成樹種の伐り株の樹齢と萌芽能力日本林学会誌第 68 巻第 4 : 127-134.
- 韓海栄・橋詰隼人 (1991) ナラの萌芽更新に関する研究 (Ⅰ) 壮齡林の根株における萌芽の発生について. 広葉樹研究 No. 6 : 99-110.
- 小谷二郎 (2005) 伐採林齢がミズナラの萌芽更新に与える影響. 石川県林業試験場研究報告 37 : 22-27.
- 長野県林務部 (1989) しいたけ原木林造成の手引き : 76.
- 長野県林務部 (2016) 地域森林計画 : 38-42.
- 佐藤俊彦 (1999) 萌芽更新を利用した広葉樹林の施業. 北海道林業試験場季報 No. 116 : 14-17.
- 浅川林三 (1939) 矮林の萌芽に関する研究 (第一報) 伐採季節と萌芽の関係. 日本林学会誌第 21 巻第 7 号 : 350-360.
- 嶋一徹・片桐成夫・金子信博 (1989) コナラ二次林における伐採後 2 年間の萌芽の消長. 日本林学会誌第 71 号第 10 巻 : 410-416.
- 清水香代・大矢信次郎・岡田充弘 (2017) 高齢化した里山広葉樹林の萌芽等による早期更新技術の開発 : 長野県林業総合センター研究報告 31 : 1-6.
- 清和研二 (1994) 落葉広葉樹の定着に及ぼす種子サイズと稚苗のフェノロジーの影響. 北海道林業試験場研究報告 第 31 号 : 6.