

小面積皆伐地における低コスト・高収益更新モデルの構築

大矢信次郎・田中裕二郎・柳澤賢一・加藤健一

人工林における小面積皆伐後の更新を低コストで行う方法として、アカマツの天然更新を検討した。諏訪市の民有林3カ所において、高齢アカマツ林を20~25本/ha保残して伐採し、その後発生したアカマツ実生の消長と樹高の推移を調査した。その結果、地表処理を行った試験地では尾根・平衡斜面ともに多数のアカマツ実生が発生・定着したが、地表処理を行わなかった試験地では尾根でのみ多数の実生発生が認められ、A₀層の堆積がアカマツ実生の発生及び定着を阻害することが示唆された。また、再造林地における競合植生のうち収益を上げられる樹種としてタラノキに着目し、その発生動態と管理方法を検討した。地拵え方法別に植栽面と地拵え棚におけるタラノキ発生密度を調査した結果、特にバケット地拵えの棚でタラノキが集中的に発生し、その密度は1万本/ha前後であった。タラの芽を持続的に収穫するためには、タラノキをバケット地拵えの棚において集中管理することで植栽木との競合を避け、なおかつタラノキの樹高を低く保つためには、タラの芽収穫後の5月頃、2年ごとに根元から切り返しを行い、株を更新させることが有効と考えられた。

キーワード：アカマツ天然更新、低コスト再造林、バケット地拵え、タラノキ、切り返し

1 はじめに

針葉樹人工林の多くが収穫可能な林齢となった現在、順次主伐を実施し次世代林を造成する必要性が高まっている。しかし、森林所有者の多くは再造林やその後の保育作業に手間と費用がかかるため主伐に消極的であることから、再造林コストの低減が求められている。そのためには、できる限り手をかけずに目的樹種を成林させるか、再造林地において何らかの収益を得ることを検討する必要がある。

手をかけずに人工林を更新するための手段として、天然更新が選択されることがある。中でも、かつてマツタケが発生していた高齢級のアカマツ林は、若いアカマツ林に更新することで再びマツタケ発生林になることが期待され、それを天然更新により実現しようという気運が一部で高まっている。アカマツは天然更新が比較的容易な樹種として知られ、その技術は昭和30年代までにほぼ確立された(佐藤1962)。しかし、同時期に起こった燃料革命により、山林から持ち出される落葉落枝が減少したことが、アカマツの天然更新動態に影響を与えている可能性がある。

また、下刈りで刈られている競合植生の中には、山菜などとして利用される有用種も含まれている。これらを造林木と共存させながら収益を上げることができれば、再造林費用の確保に有効と考えられる。中でもタラノキは長野県の再造林地においてほぼ例外なく発生しているが、下刈りによって数年で絶えてしまうのが実態である。

そこで本研究では、造林コストの低減を図るため、アカマツの天然更新の動態を明らかにするとともに、再造林地においてタラノキを活用するための施業技術を検討した。なお、本研究は県単課題(平成29~令和3年度)として実施し、成果の一部は中部森林学会大会及び日本森林学会大会において発表した(大矢ら2021b, 大矢ら2021c)。

2 アカマツ天然更新の検討

2.1 調査地と研究方法

諏訪市の民有林3カ所において、アカマツの天然更新の動態を調査した。これらの林分では、かつてはマツタケが発生していたが、アカマツの高齢化とともに発生量が減少し、最近数十年は発生がない状態が続いていた。そのため、各林分の所有者の意向によりマツタケ山の再生を図るべく、母樹保残法によるアカマツの天然更新を試験的に実施することとした。

試験地Aは標高約1,220mで、2012年5月に母樹を点状に20本/ha保残して約1haの伐採が行われた。実生の発生・定着を図るための地表処理(腐植の除去)作業は行われず、同年8月に平衡斜面、沢地形、尾根地形の3箇所にも長さ50mのライントランセクトを設定した。

試験地B1は標高約1,400mで、2011年5月に母樹を点状に24本/ha保残して約1haの伐採が行われ、2012年10月に人力による林地残材除去及び地表処理作業が行われた。その翌年の2013年5月に

南向尾根と平衡斜面（南西向・南東向）の3カ所に長さ10mのライントランセクトを設定した。

試験地 B2 は B1 に隣接した林分で、2014 年 5 月に母樹を点状に 25 本/ha 保残して伐採が行われた。ライントランセクトは、林床にクマイザサが生育しているか否かで「ササあり」と「ササなし」、試験地 B1 と隣接していた「林縁」の3区分として各 20～50m 設定した。

各試験地のラインの中心から、試験地 A と B2 では左右各 25cm、試験地 B1 では左右各 50cm 以内に発生した実生の樹高と、輪生枝の数から推定樹齢を連年調査した。

2.2 結果及び考察

試験地 A におけるアカマツ実生は、尾根において最も多く発生・定着し、伐採前から定着している稚樹も認められた（図-1）。尾根では A₀ 層～B 層がなく C 層が露出していたのに対して、沢及び平衡斜面では A₀ 層の堆積が認められたことから、腐植堆積物が実生の定着を阻害していると考えられた。いずれの試験区においても1年生の実生は生残率が低く、2年目には多くが消失したが、3年以上生残した稚樹はその後の生残率が高かった。伐採から6年後の2018年以降は、生残している稚樹が全て5年生以上になり、アカマツ稚樹本数密度は尾根が最も多く約13,000本/ha、沢が約4,900本/ha、平衡斜面が約2,200本/haであり、いずれの試験区でも平均樹高が150cm前後に達し競合植生を超えていた（図-2）。このことから、試験地 A では伐採後6年で概ねアカマツ林としての更新が成功したと判断できた。

次に、試験地 B1 においては、試験地 A に比べて

実生の発生本数が多かった（図-3）。尾根と平衡斜面の実生の発生と定着に関しても試験地 A とは異なり、試験区間の極端な差は認められなかった。このことは、地表処理による腐植の除去がアカマツ実生の定着を促すとともに、競合植生の発生を抑制したものと推察された。伐採後、地表処理を行ってから7年が経過した2020年の実生の本数密度は、尾根が35,000本/ha、南東向平衡斜面が22,000本/ha、南西向平衡斜面が12,000本/haとなり、本数は試験地 A の2倍以上であった。しかし、各試験区のアカマツ稚樹の平均樹高は約45～180cmであり（図-2）、アカマツによる天然更新完了を判断するには、一部を除きあと数年を要すると考えられた。

試験地 B2 においては、アカマツ実生の発生量が3試験地中最も多く、特に林縁では前生稚樹の影響もあり伐採当年の実生本数密度が10万本/haを超えていた（図-4）。しかし、伐採から6年が経過した時点では、林縁、林内、林内笹地とも2020年時点で3万～4万本/haとなり、ほぼ同程度の密度になった。林内及び林内笹地では、2回にわたって秋の笹刈りが行われたことによってアカマツ実生の発生及び定着が促進されたと考えられた。しかし伐採から6年後の2020年においても平均樹高は約40～100cm程度であり（図-2）、試験地 B1 と同様、更新完了と判断するにはもう数年必要と考えられた。

試験地 B1 及び B2 では、地表処理や笹刈りによって発生、定着したアカマツ実生の数が試験地 A より多かったにもかかわらず、伐採から6～7年を経ても樹高が伸びず更新完了には至らなかった。この要因は、標高が試験地 A より200m程高い1400mであったことや、地位が影響していたものと考えられる。

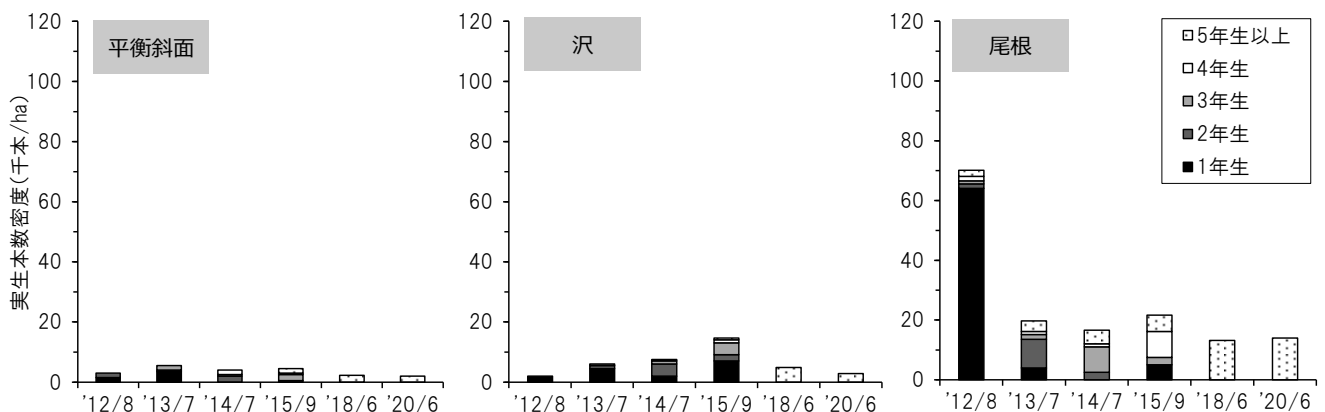


図-1 試験地Aにおける樹齢別アカマツ実生本数の推移

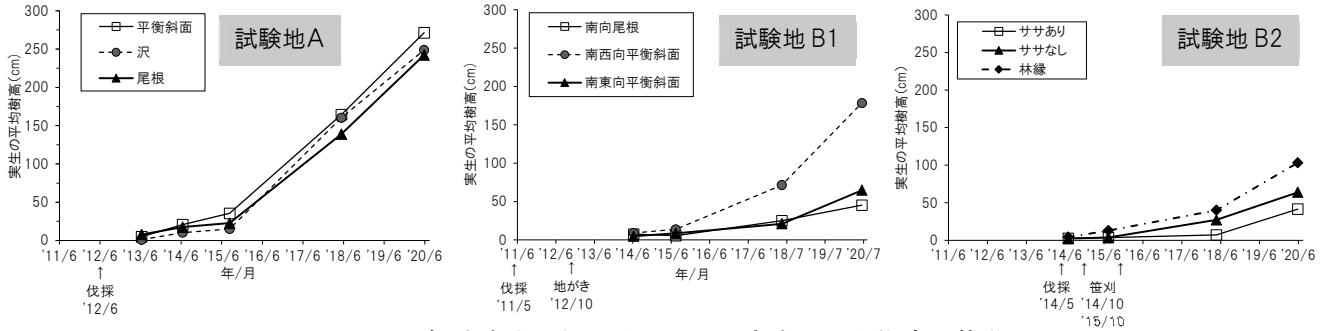


図-2 各試験地におけるアカマツ実生の平均樹高の推移

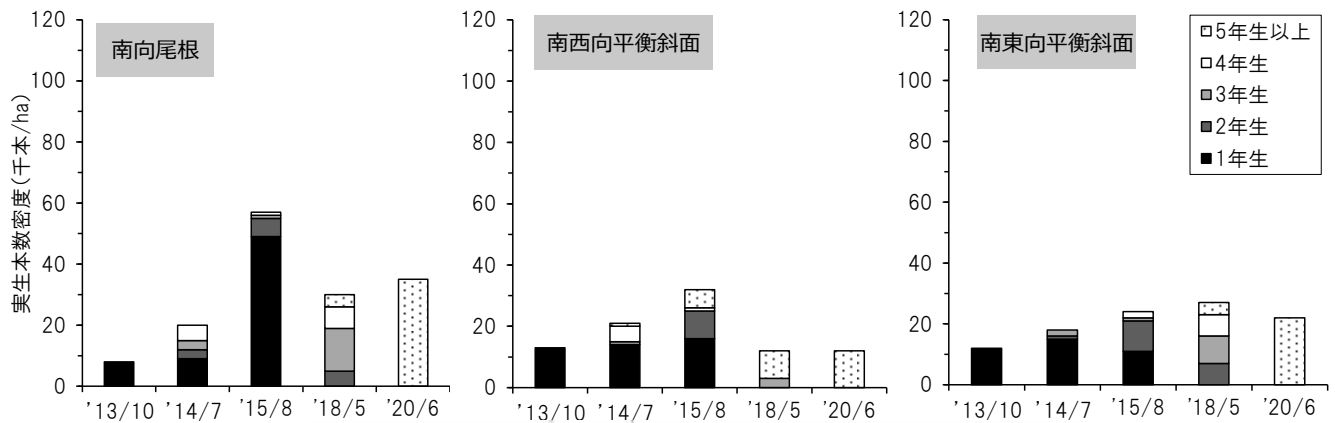


図-3 試験地 B1 における樹齢別アカマツ実生本数の推移

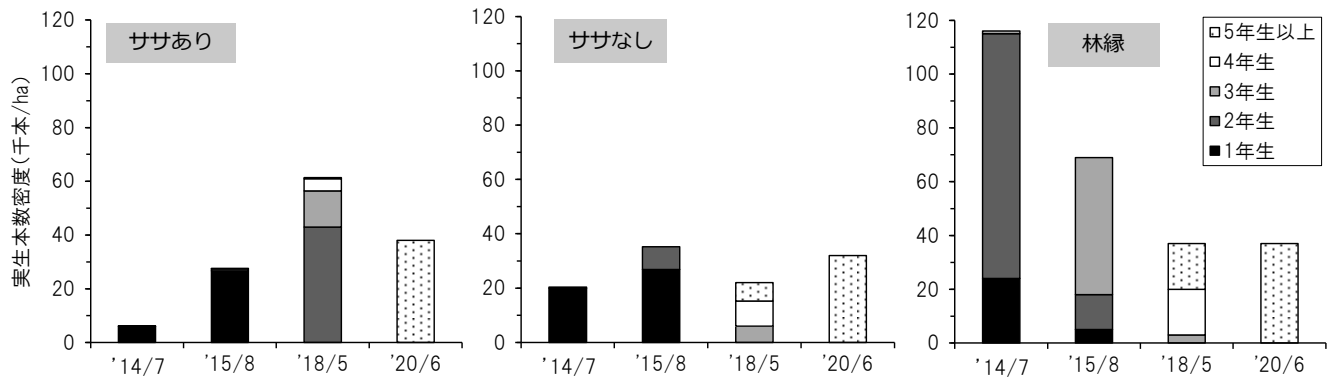


図-4 試験地 B2 における樹齢別アカマツ実生本数の推移

試験地 A においては地表処理を行わなかったため実生の数は多くなかったが、尾根では前生稚樹が多かったこと、沢や平衡斜面では堆積した腐植によって土壌水分や養分が保持されたことにより生残した実生の生育が促進された可能性が示唆された。

燃料革命以降、アカマツ林内の腐植堆積物は増加したと考えられる。今回の試験では、アカマツの天然更新においてそれらを除くことは、実生の発生や定着にはプラスの効果をもたらすが、その後の生育にはマイナス要因となることが示唆された。ま

た、試験地 B1 と B2 では実生密度が数万本/ha で十分な本数があり、あと数年経過すればアカマツの純林が形成される可能性が高い。岩手県の標高 230m におけるアカマツ天然更新試験では、平均樹高が 2m を超えるまでに 9 年以上を要しており（國崎 2019）、更新完了を判断するには 10 年程度は必要と考えられる。

3 再造林地におけるタラノキと植栽木の共存

3.1 調査地と研究方法

3.1.1 再造林地におけるタラノキの発生状況

皆伐後にタラノキがどの程度自然発生し植栽木と競合しているのか把握するため、霊仙寺山国有林及び浅間山国有林の再造林地において、タラノキの個体密度を調査した。両林分とも前生主林木はカラマツである。いずれも2017年の8月に皆伐作業が完了し、8月末に地拵え作業が行われ、同年11月に霊仙寺山ではスギ、浅間山ではカラマツが植栽された。タラノキの自然発生調査は地拵え区分ごとに行い、バケツ地拵え、グラップル地拵え、人力地拵え、無地拵えの4区分とし、各試験区内の全植栽木を対象として、各植栽木を中心に1m×1mのコドラートを設定した。植栽から2年目の競合植生が最も繁茂する7月下旬～8月上旬に、各コドラート内に自然発生したタラノキの有無を調査し、各試験区のコドラート数に対してタラノキが生育しているコドラート数の割合をタラノキ出現率とした。また、再造林3年目の同時期にはタラノキの有無とともに樹高を調査し、同一コドラート内のスギ・カラマツ植栽木との競合を評価した。なお、再造林後3年目まで、両試験地では下刈りを行っていない。

3.1.2 植栽木とタラノキの棲み分けの検討

造林地において、植栽木の周辺にタラノキが生育している場合、下刈り時には植栽木の成長を優先するため刈り払われることが通例である。一方、地拵え棚は植栽木からやや離れているため、下刈りの対象面積から外されることも多い。そのため、タラノキを植栽木と共存しながら利用できる場所として、地拵え棚は有望である。そこで、地拵え方法ごとにその植栽面と地拵え棚におけるタラノキ発生状況を調査した。

調査対象地は、霊仙寺山国有林及び浅間山国有林の再造林地とした。両林分とも皆伐前の主林木はカラマツで、いずれも2017年の8月に皆伐が完了し、8月末に地拵えが行われ、同年11月に霊仙寺山ではスギ、浅間山ではカラマツを植栽し、以後無下刈りで管理している。タラノキの発生量及び樹高調査は2020年11月に行い、4種類の地拵え区分(バケツ地拵え、グラップル地拵え、人力地拵え、無地拵え)ごとに、植栽面と地拵え棚(無地拵えを除く)に各10mのライントランセクトを設定し、ラインの両側各1mに発生したタラノキの本数及び樹高を計測した。樹高は、調査時の樹高に加え、過去の

成長経過を把握するために芽鱗痕が集中する部位の高さから2019年と2018年の成長期末樹高を推定した。

3.1.3 再造林地におけるタラノキ切り返し時期の検討

タラノキは成長が速いため、タラの芽が収穫できるサイズに成長してから数年で人の背丈を超え、収穫に困難を伴う。また、畑における栽培では病害予防のために「切り返し」と呼ばれる刈払い処理を毎年行うことが推奨されている(長野県林業総合センター・長野県林業改良普及協会2003)。しかし、林地では下刈りの対象とならなかったタラノキであっても、数年後には枯死することが多い。そのため、林地における切り返し作業の適期を明らかにするため、5月中旬から7月下旬にかけ6回に分けてタラノキの切り返し適期を検討した。

調査対象地は、霊仙寺山国有林と浅間山国有林で2017年に皆伐、バケツ地拵えが行われた林分で、3.1.1とは別に設定した。幅2m、長さ10mの地拵え棚を6区画用意し、2020年の5月、6月、7月の各中旬と下旬、計6回にわたって各回1区ずつタラノキの切り返し作業を行った。各区では事前にタラノキを15株ずつ選定して個体識別し、5月中旬に全区の切り返し前の樹高を測定した。各時期に地際から5cm程度上で刈払機によりタラノキ及びその他の植生を刈払い、同年秋にタラノキの株生存率と萌芽幹の高さを測定した。

3.1.4 タラノキ切り返し用具の検討

林地においてタラノキの切り返しを行う場合、刈払機を用いることが多いが、太く成長したタラノキを刈払機で伐ることは困難である上、切り口が乱雑になりその後の萌芽更新に影響が及ぶことが懸念される。そのため、刈払機、チェーンソー、手ノコの3種類の用具を用いて刈払いを行い、ビデオ撮影により作業工程を比較するとともに、萌芽した幹が当年秋までにどの程度成長するか比較した。

調査対象は、霊仙寺山国有林及び浅間山国有林の2017年夏季にバケツ地拵えを行った林分の地拵え棚において、棚上に生育するタラノキとした。試験区は、刈払機、チェーンソー、手ノコの3種類の刈払い用具を用いる試験区と、タラノキを残置する試験区の計4試験区とし、それぞれ幅2m、長さ10mのプロットを設定した。各区に生育しているタラ

ノキ各 15 株について、刈払い前に樹高と根元径を計測し、2021 年 5 月下旬に各用具により地際から高さ約 5 cm の位置で切り返しを行った。タラノキ 1 本あたりの作業時間はビデオカメラ撮影により把握し、同年晩秋に各個体から萌芽したタラノキの本数と樹高を測定した。

3.2 結果および考察

3.2.1 再造林地におけるタラノキの発生状況

霊仙寺山における再造林後のタラノキの出現率は、地拵えを行った各試験区において高い傾向がみられ、再造林後 2 年目の時点で 32~47%であった (図-5)。一方、無地拵えではそれらの 1/3 以下の 9%であり、各地拵え区では地表の枝葉等の除去がタラノキの発生促進に寄与したと考えられた。再造林後 3 年目になってもこの傾向は同様で、地拵えを行った各試験区では 66~79%に達したのに対し

て、無地拵えでは 24%程度であった。

それに対して浅間山では、すべての試験区においてタラノキ出現率は霊仙寺山より小さく、再造林後 2 年目で 0~9%にすぎなかったが、3 年目には 18~31%に増加した (図-5)。

これらの試験地において、伐採前の林床にタラノキが生育していたか否かは未確認であるが、発生時期のズレから、霊仙寺山では既存の根株からの萌芽、浅間山ではタラノキの埋土種子が発芽し生育した可能性もあると考えられる。

また、再造林後 3 年目の同一コードラート内のスギ・カラマツ植栽木とタラノキの樹高を比較した結果、霊仙寺山と浅間山のいずれにおいても半数程度の植栽木はタラノキより樹高が低かった (図-6)。タラノキの平均樹高は霊仙寺で 140cm、浅間山で 91cm であり、同時点の植栽木の平均樹高は霊仙寺

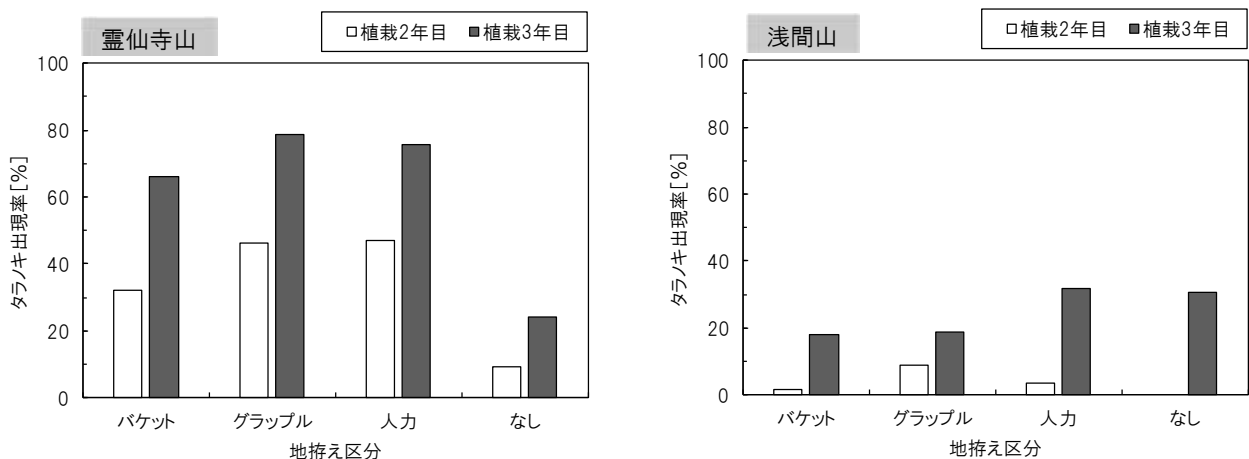


図-5 植栽木周辺のタラノキ出現率

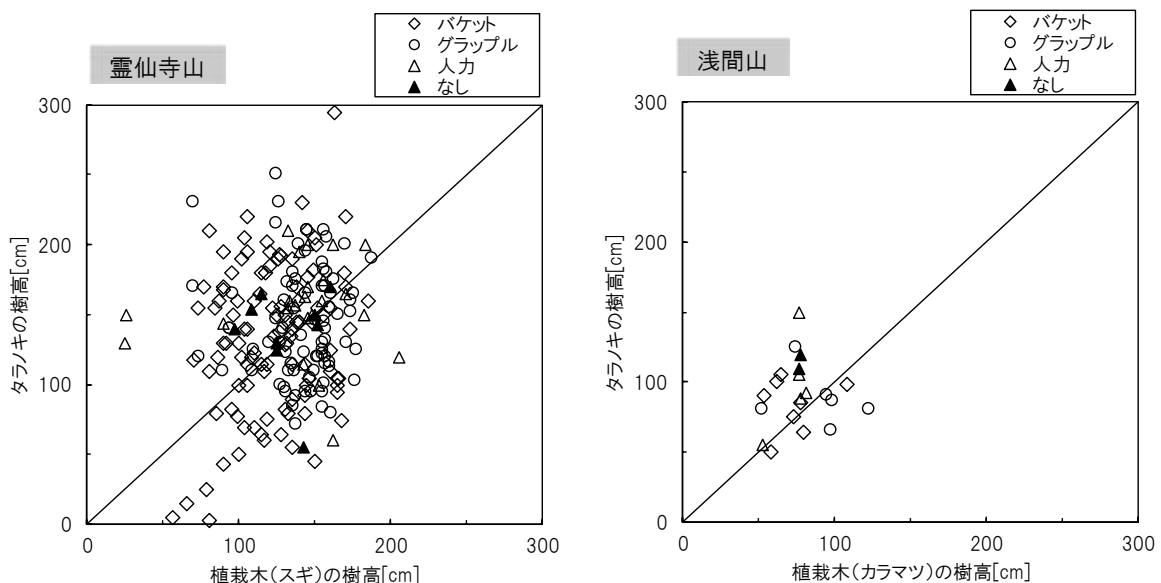


図-6 各コードラートにおける植栽3年目の植栽木の樹高とタラノキの樹高の関係

のスギが 131cm, 浅間山のカラマツが 78cm であった。このことから、植栽面において植栽木の被圧を避け、タラの芽を持続的に収穫するためには、タラノキの樹高を大きくしすぎないことが必要と考えられた。

3.2.2 植栽木とタラノキの棲み分けの検討

地拵えから3年が経過した2020年11月時点のタラノキの本数密度を地拵え区分ごとに比較すると、バケット地拵えでは、タラノキが棚上に多く発生する一方、植栽面には比較的少ない傾向が認められた(写真, 図-7)。グラップル地拵えでは、植栽面、棚とも比較的タラノキ発生量が多く、人力地拵えでは植栽面には多く発生するものの棚にはほとんど発生しなかった。無地拵えでは、タラノキ発生量は比較的少なかった。これらのことから、地拵え前には林床にほぼ一様に分布していたと考えられるタラノキの種子あるいは根系は、バケット地拵えではA₀層の面的な移動が生じる(大矢ら2021a)ため、より棚に集中したことで、グラップル地拵えでは部分的な土壌の移動にとどまったため棚と植栽面

の両方に発生したこと、人力地拵えでは土壌の移動が生じず植栽面にのみ発生したこと、などが推察され、無地拵えでは地表面に枝条が散乱しているためタラノキの発芽、生育が抑制されたことが示唆された。次に、各地拵え区分における2020年11月までのタラノキ平均樹高を比較すると、バケット及びグラップル地拵えでは植栽面より棚上の方が、樹高が高い傾向がみられた(図-8)。また、2019年期末に



写真 バケット地拵えの棚に発生したタラノキ

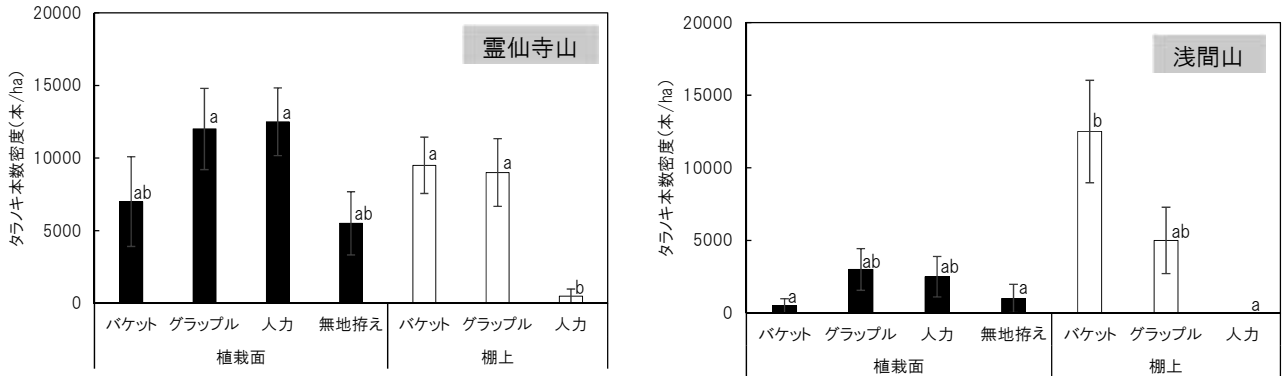


図-7 地拵え区分ごとのタラノキ本数密度

※Steel-Dwassの多重比較検定、同一試験地内で異なる符号を含まない試験区間に有意差あり(p<0.05)
※エラーバーは標準誤差

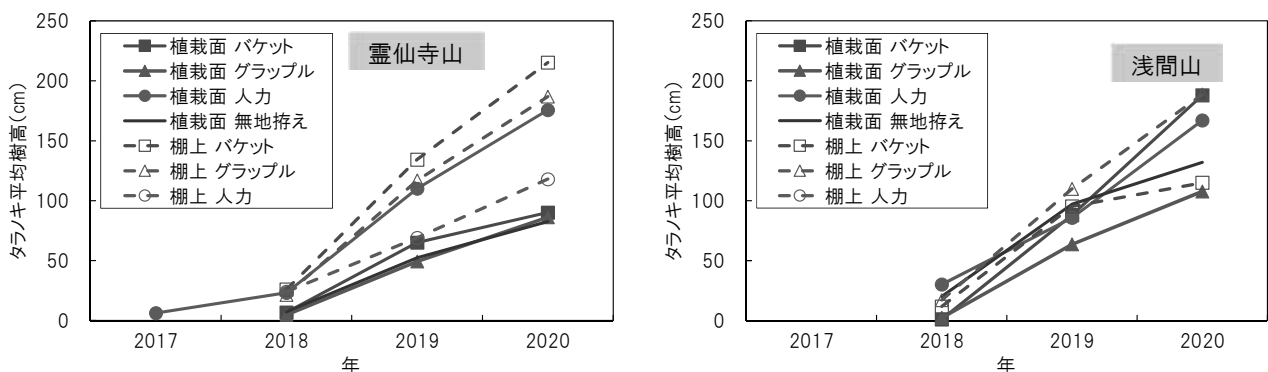


図-8 地拵え区分ごとの各年期末におけるタラノキ平均樹高

は各地拵え区分とも平均樹高が 50 cmを超えており、2020 年春からタラの芽の収穫が本格的に可能になったと考えられた。

3.2.3 再造林地におけるタラノキ切り返し時期の検討

タラノキの株生存率は切り返し時期が5月中旬から盛夏に近づくにつれて漸減傾向にあったが、霊仙寺山では7月に反転する傾向がみられた(図-9)。しかし、萌芽した幹の2020年期末樹高は、刈払い時期が遅くなるほど低くなり、6月以降の刈払いでは50 cmに満たず、翌年にタラの芽を収穫することは困難と考えられた。したがって、タラノキの刈払いは5月中旬(あるいはそれ以前)が適していると考えられ、通常の下刈りと兼ねることは困難と考えられた。以上の結果から、下刈りを必要とする植栽面では植栽木とタラノキを共存させることは難しく、バケット地拵えを行った再造林地では、植栽木の成長に影響がない棚上においてタラノキを持続的かつ効率的に利用することが可能と考えられる。

3.2.4 タラノキ切り返し用具の検討

タラノキ1本あたりの刈払い所要時間は、霊仙寺

山、浅間山ともタラノキの根元直径に比例して長くなった(図-10)。刈払機では根元直径が細いときは1本あたりの刈払い所要時間が短かったが、根元直径が30~40mm以上になるとチェーンソーや手ノコより所要時間が長くなり、効率が下がっていた。根元直径が大きくなると刈払い機では繰り返し刃を当てなければ伐れないためである。チェーンソーと手ノコはタラノキの根元直径が大きくなっても作業効率は刈払機ほど下がらなかった。また、樹高2m程度に成長したタラノキを刈り払っても、萌芽した幹は使用した用具にかかわらず当年秋には平均樹高が60~80cmにまで成長しており、各刈払い用具間に有意な差は認められなかった(図-11)。この程度まで樹高が回復していれば、翌年春のタラの芽採取は十分可能と考えられる。一方、タラノキを残置したプロットでは平均で50cm以上樹高が高くなり平均樹高で230~250cmに達し、タラの芽の収穫が困難な樹高になっていた。

これらのことから、タラノキの萌芽による再生に及ぼす刈払いの用具の影響は少なく、タラノキの根元直径が約30mm未満の個体が多い場合には刈払機

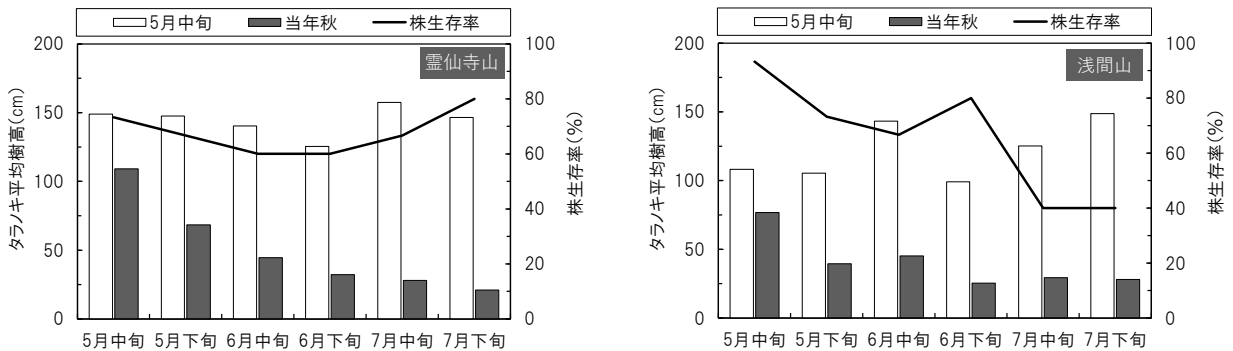


図-9 切り返し時期ごとのタラノキ樹高と生存率

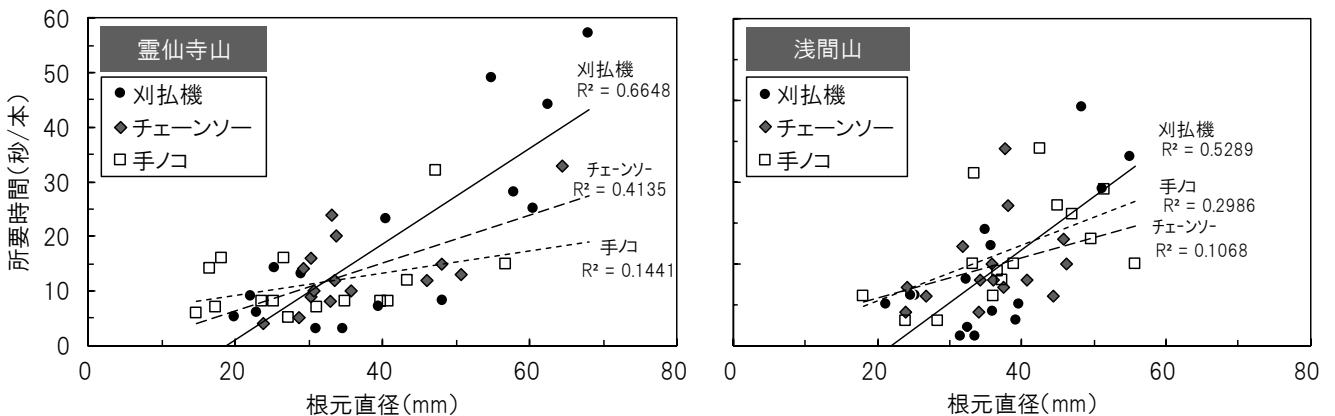


図-10 タラノキ刈払い用具ごとのタラノキ根元直径と刈払い所要時間の関係

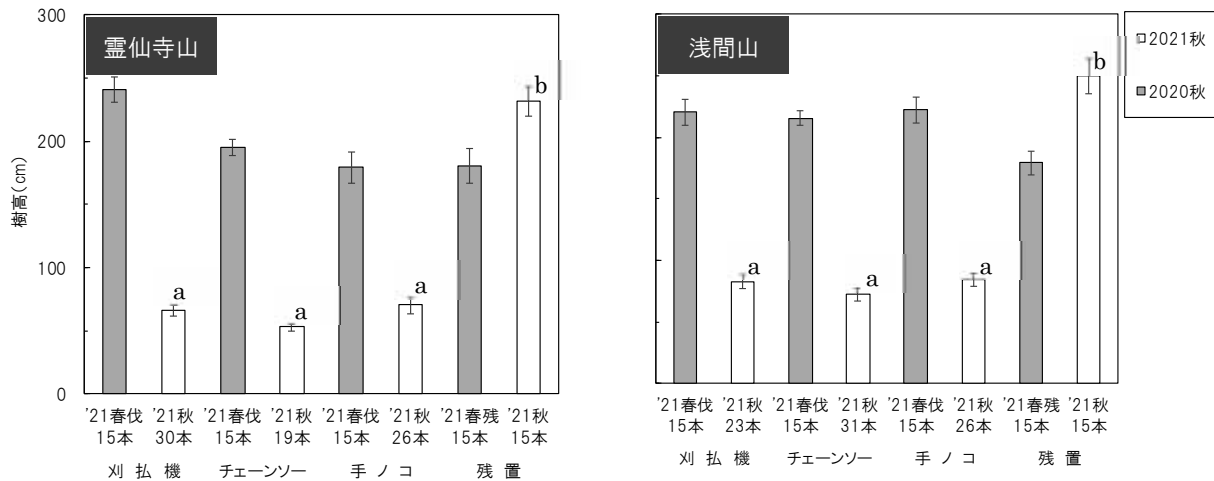


図-11 タラノキ刈払い用具ごとの萌芽したタラノキの生育状況

※'21年秋の各試験区の樹高は、各刈払い試験区では萌芽した幹の樹高を示し、残置区では累積の樹高を示している
 ※'21年秋の樹高において、異なる符号間に有意差あり
 (Tukey-Kramerの多重比較検定, $p < 0.01$)

を使用し、それ以上のサイズが多ければチェーンソーや手ノコを用いることが作業上効率的と考えられた。ただし、タラノキ周辺には細い灌木類やササなども多く、これらを効率よく刈るには刈払機が適しているため、チェーンソー等を用いる場合でも刈払機を併用することが望ましいと考えられる。

4 まとめ

アカマツの天然更新は比較的容易と考えられがちであるが、本研究では地形によってアカマツ実生の発生と定着に差が認められた。このことは数十年にわたる落葉落枝の堆積がアカマツ林の土壌を変化させている可能性を示唆しており、今後の研究の進展が期待される。

また、タラノキを再造林地で有効に活用するためには、バケット地拵えを行いその地拵え棚でタラノキを集中的に管理することが有効であることが示された。今後は、タラノキが如何にしてバケット地拵えの棚において発生、成長するのか、その過程を明らかにする必要がある。

謝辞

本研究を行うに当っては、中部森林管理局、北信森林管理署、東信森林管理署、有賀林野株式会社、

神宮寺生産森林組合、長野県諏訪地域振興局林務課の皆様にご多大なるご協力をいただきました。ここに感謝申し上げます。

引用文献

國崎貴嗣 (2019) アカマツ天然更新試験地における皆伐 20 年後の更新状況. 岩手大学農学部演習林報告 50 : 27-34.
 長野県林業総合センター・長野県林業改良普及協会 (2007) タラノキの栽培. 長野県, 4pp, 長野.
 大矢信次郎・倉本恵生・小山泰弘・中澤昌彦・瀧誠志郎・宇都木玄 (2021a) 機械地拵えによる競合植生の抑制効果と下刈り回数の削減. 森林利用学会誌 36 : 99-110.
 大矢信次郎・田中裕二郎・柳澤賢一・加藤健一 (2021b) 機械地拵えを行った再造林地におけるタラノキの発生量と利用可能性. 日本森林学会大会発表データベース 132 (オンライン, 2023年1月27日参照)
 大矢信次郎・田中裕二郎・柳澤賢一・加藤健一 (2021c) 再造林地におけるタラノキの発生状況と利用の可能性. 中部森林研究 69 : 31-32.
 佐藤敬二 (1962) 日本のマツ 2 天然更新編. 全国林業改良普及協会, 190pp, 東京.