

自走式刈払い機（山もつとモット）による列間刈り後の トドマツ苗木の成長

－トドマツ造林地での先行試験－

渡辺一郎

はじめに

近年、自走式刈払い機を下刈り作業に活用しようとする試みが各地で行われ、国内外の刈払い機が林業機械展などで多数紹介されるようになりました。中には、伐根を破砕できるものもみられます（例えば、イタリア MDB 社製の LV-800）。著者もまた 3 年前に「光珠内季報」No. 194 に掲載された「続・小型自走式刈払い機は林地でどこまで使えるのか？－山もつとジョージの誕生－」の中で、伐根が残る造林地でも下刈りができる機械（山もつとジョージ（現在は「山もつとモット」に改名））について、その特徴と能力について報告しました。

しかし、これらの刈払い機は、総じて、肩掛け式刈払い機で行われているような“苗木の周りをきれいに刈る”ことは難しく、苗木の植栽列と植栽列との間（植栽列間）だけを直線的に刈り払う使い方（以後、「列間刈り」と称する）が最も効率的です（写真－1）。そのため苗木周囲を完全に空けるためには、肩掛け式刈払い機による補正刈り作業を一手間追加する必要があります。このような手間を承知の上で、なお、新たな自走式刈払い機導入への期待が大きいのは、それほど造林作業現場の人的環境（特に、熟練者数）が悪化していることの一つの表れです。

そのようなことが背景にあるためか、植栽列間のみを刈り払う自走式刈払い機「山もつとモット」（筑水キャニコム社製）による作業を見た事業者や大学の先生、行政関係者などからは“下刈りは苗木周囲を完全に空けるまでやる必要があるのだろうか？”という素朴な疑問が出てきました。曰く“植栽列間を刈っただけでも苗木の側面はかなり空くので風通しは良くなり、いわゆる

「蒸れ」による悪影響を小さくして枯死や苗木の成長低下を防げるのではないか”ということのようです。しかし、このような発想は自走式刈払い機を効率的に使いたいからこそ出てきたものであり、苗木に雑草木を残した状態での苗木の生残や成長について調べられたケースはありません。苗木と雑草木との競合度合いは雑草木の種類によって異なります。また、苗木の樹種によっても生残や成長への影響は異なるでしょう。地位もまた苗木の成長や植生にも影響を与えそうです。いろいろなことを考えなければならないのですが、とりあえず、始めてみようということで、「山もつとモット」開発試験中に植栽列間だけを刈り払う試験を開始しました。トドマツという比較的耐陰性が高いとされる樹種であることも試験を始めやすくした要因の一つです。本報告では、それから 2 生育期間の経過と調査の過程で見つかった課題について報告します。



写真－1 山もつとモットによって植栽列間のみ
下刈りが行われたトドマツ造林地
(2020年7月14日)

試験概要

試験地の概要

試験地は、虻田郡京極町の民有林のトドマツ造林地に設定しました。ここは、2018年に「山もつとモット」を使った下刈り試験を行い、植栽列間の伐根を破碎した場所です。試験地の概要について表-1に示します。造林地の地形は尾根を走る林道からなだらかに下る緩傾斜地で、最大傾斜は27度です。2017年10月にトドマツが植栽され、列間刈り試験開始時（2019年7月）でのトドマツの苗高は約35cmでした。トドマツは、機械化作業を行うことを想定し、列状間伐時にハーベスタ作業がし

表-1 試験地概要

場 所	虻田郡京極町
標 高	350m
傾 斜	0～27度
斜面方位	南
主伐年	2016年3月（45～51年生）
地拵え年月	2017年6月
植栽年月（樹種）	2017年10月（トドマツ）
植栽間隔	列間：2.7m 苗間：2.0m

やすいように列間2.7m、苗間2.0mの少し広めの間隔で植栽されていました。植生は主伐前に優占していたクマイザサが林縁付近でしか目立たず、メマツヨイグサやエゾヨモギが全体に優占し（写真-2）、部分的にオオイタドリやアキタブキが優占していました。クマイザサが大きく減退したのは、機械地拵え（グラップルレーキ）による影響かもしれません。また、刈り残し部分では、地拵え後に萌芽更新してきたシラカンバやミズナラ、イヌコリヤナギなどの木本が調査期間中に少しずつ大きくなり目立つようになった箇所もみられました。



写真-2 下刈り直前のメマツヨイグサが優占した林地
(2021年7月12日)

下刈り方法

試験は5列の植栽列を対象としました（写真-3）。写真-3のほぼ中央部に丸数字で記した列になります。植栽列の長さは約80mです。そのうち、植栽列と植栽列の間だけを刈り払う列間刈り試験は①②③で示した植栽列です。直線状に刈り残された植生とともに植栽列が緑色の直線状で3本下方に向かって伸びているのが分かるかと思います。植栽列半ばで緑色がより一層鮮やかに見える部分はオオイタドリやアキタブキが繁茂している部分です。この3本の植栽列だけについて、列間刈りを3年間行いました。また、これら3列の両脇の植栽列を全刈り区（④⑤）とし比較対照とすることにしました。なお、念のために見間違えないように説明



写真-3 中央部のみ列間刈りにより植栽列部分が刈り残され、それ以外は全刈りされている
(2019年7月17日 UAVによる空撮)

を加えると、写真左側で斜めに伸びる一本の太い緑の帯は地拵え時に残材を寄せた廃根線で、これは植栽列ではありません。

列間刈りに用いた機械は、自走式刈払い機「山もっとモット」です(写真-4)。苗木からの刈り残し幅の目標値を50cm程度としました。刈払い機の刈幅が1.2mなので、植栽列間(2.7m)を往復して刈り払いました。苗木の両側をそれぞれ50cmずつ刈り残すので、仕上がりの見た目は刈り残し幅1mの苗木と雑草木により構成された緑の列ができた状態となります。

下刈りは年1回とし、いずれも7月中旬に実施しました(表-2)。なお、この下刈りスケジュールは現地で行われているものと同様で、こ

この林地に限って特別に1回刈りにしたわけではありません。2018年は全域で通常の下刈り作業(全刈り)を実施し、列間刈りは2019年以降に一部の植栽列(3列)で実施しました。2019年以降の周囲の全刈り作業は列間刈り実施を待って、その後およそ1週間以内に行われています。

ただし、本来は無下刈りの場所も設定したかったのですが、諸般の事情で設定できなかったことを付け加えておきます。



写真-4 列間刈り作業を行う山もっとモット
(2020年7月14日)

表-2 下刈り日程と下刈り方法

下刈り年月日	下刈り方法
2018年7月11日	全刈り
2019年7月16日	列間刈り
2020年7月14日	列間刈り
2021年7月13日	列間刈り

トドマツ苗木の生残と成長および雑草木との競合状態の測定方法

2019年から2021年までの3回、列間刈り後にトドマツ苗木の「生残」と「苗高成長量」と「雑草木との競合状態」について調査しました。調査は列間刈り実施時に行っています。雑草木とトドマツ苗木の競合状態については、「垂直方向」と「水平方向」の雑草木の被覆状態などを測定することにより評価しました。通常、下刈り作業に必要な判断指標は垂直方向のみですが、今回は列間刈りという特殊な方法を採用したので、実際にどれくらい側方が空いているのかを調べるために水平方向の調査も加えました。ただし、「水平方向」の調査は最終年の2021年のみです。

苗木と雑草木との「垂直方向」の競合状態については、山川ら(2016)が発表した方法を参考にしました。図-1にその模式図を示します。苗高を基準に、例えばC1とは雑草木の高さが苗高の半分以下の状態を示し、C4とは雑草木が苗高を越えている状態を示しています。

次に、「水平方向」での雑草木との競合状態の評価方法について、図-2に示します。苗高に比べて雑草木の高さが低く、樹冠がほとんど露出している場合は周囲からの影響は小さいだろうと考え、水平方向の競合状態の評価は苗高の半分以上に達した雑草木(C2以上)に限りしました。そこで、苗木を真上から見下ろして、苗木の中心から半径50cmの円を想定し、この空間で樹冠の周囲が雑草木によってどれくらい占められているかを「被度」として測定しました。例えば、被度1とは雑草木が苗高半分以

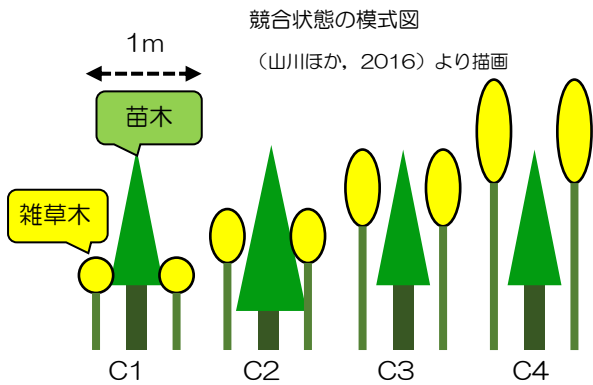


図-1 苗木と雑草木の垂直方向の競合状態の基準

- C1：雑草木は苗木高の半分未満
- C2：雑草木は苗木高の半分以上苗木高未満
- C3：雑草木は苗木高とほぼ同じ高さ
- C4：雑草木は苗木高以上

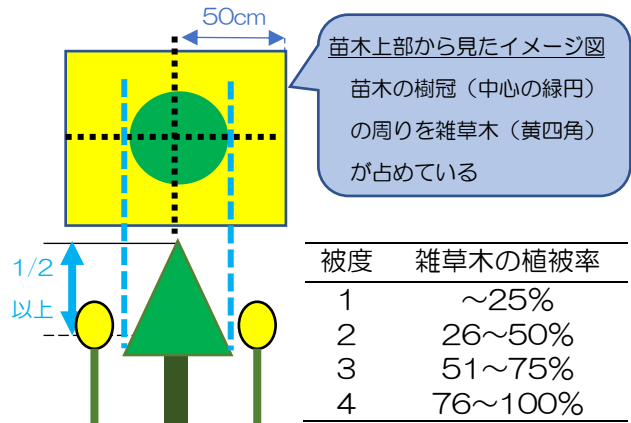


図-2 苗木と雑草木の水平方向の競合状態の基準

苗木高半分以上の部分での雑草木との競合状態を被度で評価。樹冠を上から見て、苗木周辺水平方向の植被率をみる。

上に達し、かつ、黄色で示した範囲を 25%以下被覆していることを示します。ちょっと複雑な例としては、垂直競合度の C4 に当たる雑草木が完全に苗木高を超えているため真上からは樹冠が見えないが、雑草木下部の樹冠がある位置は空いている場合があります（写真-1 のオオイタドリ群落が典型的です）。この時は樹冠の位置を基準に苗木側面がどれくらい雑草木で覆われているかを判断することとしました。

列間刈り後のトドマツ苗木の消息は？

トドマツ苗木の生残と成長経過

表-3 に植栽されたトドマツ苗木の生残本数推移を植栽列ごとに示します（列間刈り 3 列，全刈り 2 列）。2021 年 7 月までの生残本数は変わらず，少なくとも 2021 年までの経過では植栽木周辺の刈り残しがトドマツ苗木を枯らすようなことは起きなかったようです。

表-3 生残本数の推移

植栽列	2019 年	2020 年	2021 年
列間刈り①	36 本	36 本	36 本
②	38 本	38 本	38 本
③	38 本	38 本	38 本
全刈り ④	37 本	37 本	37 本
⑤	37 本	37 本	37 本

次に、植栽列ごとの平均苗木高の年次推移を図-3 に示します。図は、横軸に植栽列（植栽列順に、全刈り④，列間刈り①②③，全刈り⑤）を取り，年次と共に苗木高が高くなっていく様子を表しました。全体の平均苗木高は 2019 年 37.8±8.3cm，2020 年 65.5±20.2cm，2021 年 86.5±33.0cm（平均値±標準偏差）と 2 成育期間で約 50cm 大きくなりました。植栽列ごとの平均苗木高は年次を経るにつれバラつく傾向はみられるも

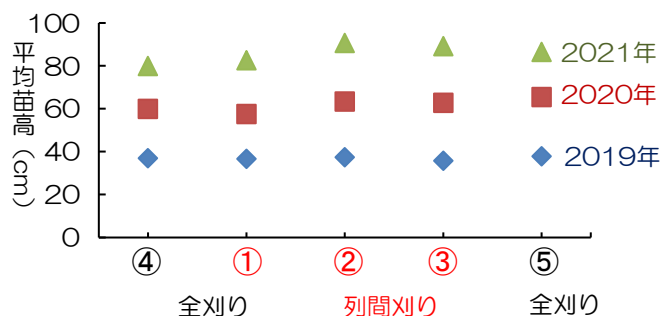


図-3 植栽列別にみた平均苗木高成長の年次推移

の、列間刈りを行った3列と全刈りを行った2列の間で統計的な有意差 (Turkey-Kramer 法, 5%水準) は見られませんでした。

雑草木との垂直方向の競合状態は成長にどのような影響を及ぼしたか？

次に、トドマツ苗木と雑草木との競合状態について見てみます。まず、トドマツ苗木が雑草木に覆われている状態を垂直方向で評価し、その本数比率が年次でどのように変化していくかを図-4 に示します。調査初年の2019年では、トドマツ苗木との競合状態はC2 (雑草木の高さは苗高未満) 以下が半数を占めていましたが、2020年以降はC3以上 (雑草木の高さは苗高以上) が増えてきました。トドマツ苗木の苗高は年々伸びているのに垂直方向の競合状態は逆に激しくなっていく傾向がみられました。理由の一つとして、年々植生が回復することによりC1 (事実上、無植生だった場所) の比率が少なくなってきたことが挙げられます。

もう一つは、図-4の上部に各競合カテゴリー別の「主な雑草木」を記載しましたが、C4に多く該当しているヤナギやカンバなどの木本がトドマツ苗木の成長を追い越し始めた場所が増えてきたことが挙げられます。また、観察からの印象になりますが、多年生草本であるメマツヨイグサやオオイタドリ、アキタブキ、クマイザサが年々大型化していく傾向がみられました (特にクマイザサで顕著)。競合状態の変化に関わる因子の一つとして、雑草木の種類の違いと雑草木のサイズ変化もあるようです。また、これは競合状態の変化にあまり関与しませんでした。植生の変遷もこの2~3年間にわずかにみられ、2019年当初に多かったエゾヨモギは2021年にはメマツヨイグサにかなり置き換わりました。このように、列間刈りにおける雑草木との競合状態を評価するためには、苗木の成長と雑草木の種類とその変遷だけではなく、刈り払われなかったことにより木本や多年草本が年々大型化することも考慮する必要があります。

次に、トドマツ苗木の苗高成長への雑草木の影響について、雑草木との競合状態別に2020年から2021年までの1年間の苗高成長量で図-5に示します。雑草木との競合状態について、雑草木の高さが苗高までの状態 (C1~C3) では平均苗高成長量に差はつきませんでした。雑草木の高さが苗高を超えるC4の状態では、統計的有意差 (Turkey-Kramer 法, 5%水準) が表れるほどの成長差はC2との間のみでしたが、他 (C1, C3) と比べても低い傾向が表れました。やはり、雑草木が高くなると苗高成長に悪影響を及ぼす可能性があるようです。もう一つ、意外に興味深い結果が出ています。「全刈り」と表記した項目は毎年全刈り作業で下刈りされてきたトドマツ苗木の平均苗高成長量を表したのですが、競合状態C1~C4のちょうど中間的な結果となりました。列間刈り部分と全刈り部分の全てのトドマツ苗木の中で苗高成長量

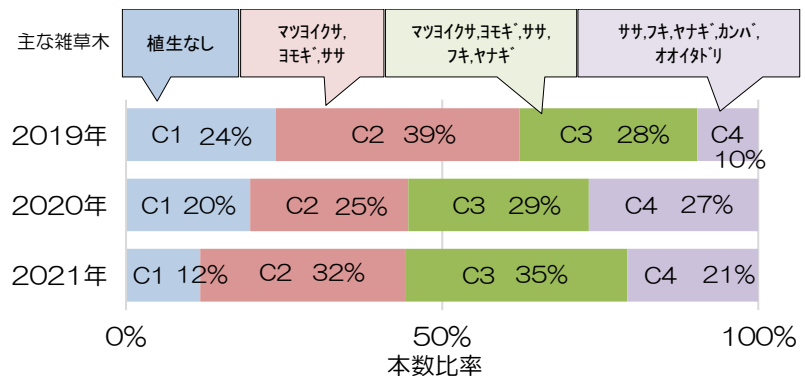


図-4 垂直方向における雑草木との競合状態の経年変化
競合カテゴリー別に苗木の本数比率で表示
上部に、競合カテゴリー別に主な雑草木の種類を示す

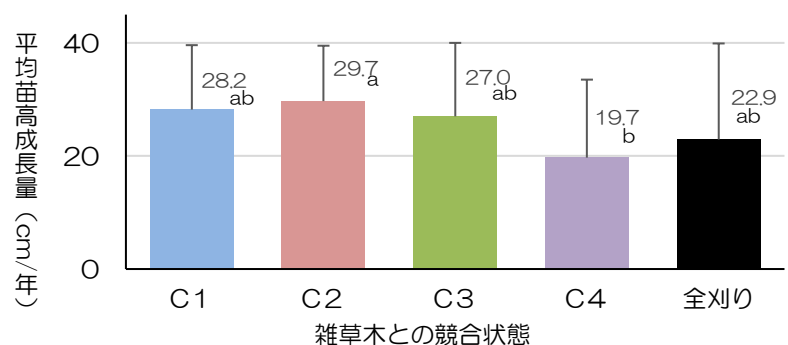


図-5 雑草木競合状態別にみた年間 (2020~2021年) の平均苗高成長量

- * 「全刈り」は下刈り後に競合する雑草木が無い状態
- * 同じアルファベットは統計的有意差が無いことを示す

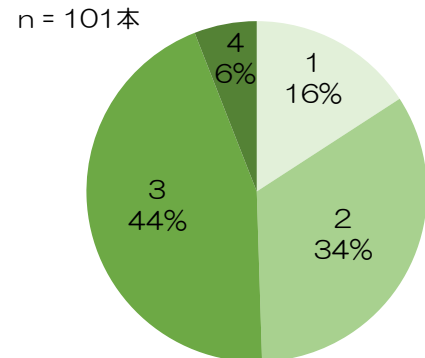
の大きい個体（最大 57.5cm/年）と小さい個体（最小 0.7cm/年）が両方とも全刈り部分にあるなど、全刈り部分では成長量の大小のバラツキが激しい傾向があるためだと思われます。これに対して、列間刈りでは成長のバラツキが比較的小さい傾向がみられます。これらの理由について、調査地が南斜面であったことから、列間刈りで残された植生が直射日光による影響（例えば、乾燥に関する）を緩和したのかもしれないと考えています。逆に、列間刈り部分の方が残された雑草木の影響により、全刈り部分より光環境が悪化している可能性があります。今後、列間刈りが作り出す環境条件について、具体的な調査ができればいいと思います。

列間刈りによって苗木周囲はどれくらい空いたのか？

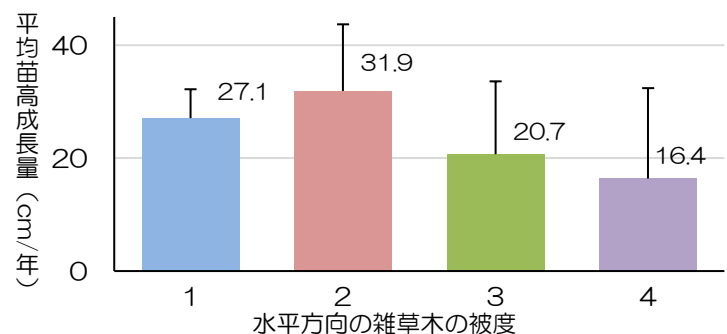
列間刈り後に樹冠側方がどれくらい開放されていたかを苗木樹冠部の水平方向における雑草木との競合状態から評価しました。ここでは、上方の雑草木の被り方とは無関係に側面だけを評価対象としています。例えば、オオイタドリのように上方に多く葉を付けている雑草木の場合（写真－1）やシラカンバのように 1 本だけ隣に生えていた場合が当てはまり、雑草木の高さが苗木を超えて苗木の上を覆っても、側面が全く塞がれていなければ被度 1（雑草木植被率 25%以下）となります。

図－6 に水平方向における雑草木との競合状態について示します。樹冠側方のどこかが空いていた被度 1～3 が全体の約 94%を占め、ほぼ完全に樹冠側面が覆われている被度 4 に当たる苗木は少ないことが分かりました。2m幅の列間刈りによって、ほとんどのトドマツ苗木の樹冠側面を開放することができていたと考えられます。

次に、樹冠側面を空けることが苗木成長にどれくらい影響を与えているのかを検討します。対象としたのは、雑草木の高さが苗木以上に当たる垂直方向の競合状態が C3～C4 に該当する苗木です。この C3～C4 に該当した苗木の平均苗木成長量について、雑草木の水平方向の被度別に図－7 に示します。苗木成長量の平均値は、水平方向の雑草木の被度が高まると成長が低くなるような傾向がみられますが、統計的有意差が表れる差ではありませんでした。ただし、水平方向の被度 4 の中には、鞘端枯れしてほとんど苗木を伸ばせていない個体が散見されており、雑草木に被覆されたことが直接の原因とは分かりませんが、注意深く観察する必要があります。



図－6 水平方向における雑草木との競合状態（被度）の本数比（2021年）



図－7 垂直方向の雑草木競合状態 C3～C4における雑草木の水平方向の被度別にみた年間（2020～2021年）の平均苗木成長量

今後の課題

今回、自走式刈払い機の作業効率を最優先に考え、従来の植栽列を下刈りすることにより苗木の周囲の雑草木を除去するのは逆に、植栽列間だけを下刈りして苗木の周囲の雑草木を完全に除去しない「列間刈り」を行いました。確かめたかったのは、最初に苗木の「生残」、次に「成長への影響」です。まず、苗木の生残については調査期間中 1 本も枯れることなく経過しており、最も安心した点です。成長（苗木成長）については、刈り残した場所でも樹冠上が空いていれば全刈りしている場所に匹敵した成長を示していたことは意外な結果でした。列間刈りの方が全刈りよりも個体間の成長差が比較的小さ

い傾向もみられ、これは生育環境が安定していたためとも考えられ、今後、明らかにできたらいいと思います。また、雑草木の高さが苗木の高さ以上であっても、水平方向の雑草木の被度が半分以下であれば、苗木高成長を保てる可能性が示唆されました。今後、事例を増やして検証できればと考えます。また、今回の結果を一步進めて、周囲が完全に塞がれた状態（無下刈り）では、どうなのかも併せて検討することも大事だと考えています。また、今回はトドマツという比較的暗いところでも育つことが出来る樹種で検証してきましたが、他の造林樹種ではどうなのかも検討が必要だと思われます。

最後に、今でこそ道内各地で実験が開始されていますが、当時、前例が無い中で「列間刈り」という下刈り方法の実験を容認していただいた関係各位に改めて感謝の意を表します。

（森林経営部経営グループ）

引用文献

- 渡辺一郎（2020）続・小型自走式刈り払い機は林地でどこまで使えるのか？ー山もつとジョージの誕生ー．光珠内季報 194：1～6
- 渡辺一郎（2020）新たに開発された造林作業機械によるカラマツ根株切削性能と下刈り作業コスト．森林利用学会誌 35（4）：197～202
- 山川博美、重永英年、荒木眞岳、野宮治人(2016) スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響．日本森林学会誌 98(5)：241～246