

下刈省力化に向け取り組んだ高足刈の効果について

森林技術・支援センター 谷村 亮
佐藤 太一

1. 取組の背景

下刈作業は、植栽木の健全な生育を図る上で重要な保育作業ですが、他の作業が高度に機械化される中では最も省力化が難しく、現在でも夏期の気象条件の厳しい中で刈払機を使用した人力作業が主体となっています。更に、造林事業の労働者数は近年減少していることから、特に複数年の実施が必要な下刈作業での労働力不足が懸念されています。

こうした中、人工林資源の充実により主伐再生林の増加が見込まれることから、再生林に必要な初期経費のおおよそ3割を占めている下刈経費の低減に向け、機械導入や回数削減による省力化への取組が進められています。

しかしながら、機械導入については、地形、障害物、導入コスト、作業工期等から活用できる条件が限られ、当面は引き続き人力作業が主体になることが予想されます。また、回数削減については、大型機械地拵による初期の下刈省略や2回刈の見直しなどが行われていますが、中後期を含めた効果的な回数削減方法についても検証する必要があると考え、作業の実施時期に制限がある下刈作業の省力化として、地際刈よりも簡素な手法として刈り払いの高さを50cm程度にした「高足刈」の効果について検証しました(図-1)。

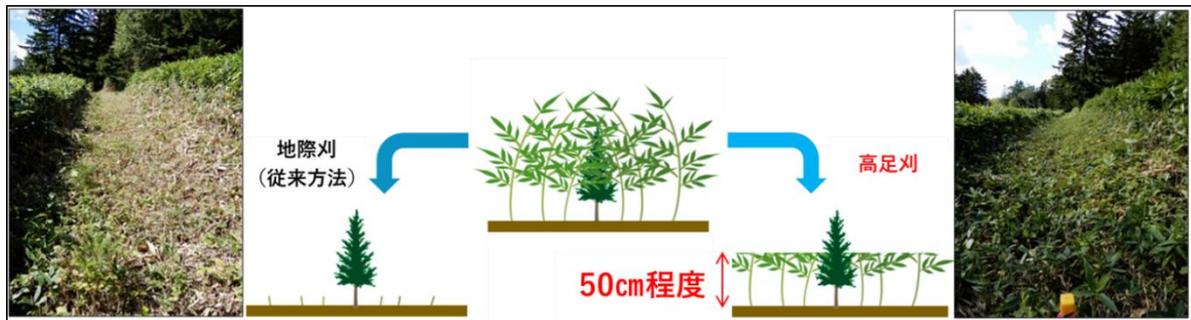


図-1 高足刈の下刈方法イメージ

2. 試験の概要

本試験では、上川南部森林管理署管内のクマイザサ植生地と留萌南部森林管理署管内のチシマザサ植生地の下刈実施箇所に試験地を設定し、地際刈と高足刈による、植生の変化と植栽木への影響を調査し、高足刈の下刈効果と回数削減の可能性について検証しました。

また、労働強度の調査や作業の安全性について、作業員へ聞き取り調査を実施しました。なお、本発表ではクマイザサ植生地での結果について発表します。

3. 下刈計画

試験期間中の下刈回数については、平成29年は下刈開始から3年目の2回刈を、平成30年及び令和元年は1回刈を実施しました。

なお、地際刈については全期間刈払としていますが、高足刈については下刈回数削減による影響を検証するため、①全期間刈払、②最終年を省略する1年省略、③隔年刈払、④

初年度のみ刈払う2年省略、以上の4つの下刈パターンとなるように実施しました(表-1)。

表-1 年度別の下刈計画

刈払方法	下刈形態	平成29年度	平成30年度	令和元年度
地際刈	全期間刈払	2回刈	1回刈	1回刈
	全期間刈払	2回刈	1回刈	1回刈
高足刈	1年省略	2回刈	1回刈	省略
	隔年刈払	2回刈	省略	1回刈
	2年省略	2回刈	省略	省略

4. 試験地の概要

試験地は上川南部森林管理署 19ろ林小班に設定しました。当該小班はエゾマツやトドマツ及び広葉樹の混交した天然林で、一部は未立木地化しクマイザサが繁茂した状態となっていました。平成26年の秋に孔状面へトドマツ(裸苗)の植栽を実施しています。地拵仕様は筋刈(3m刈幅×4m残幅)、植栽は2条植で1,500本/haの密度となっています。林床は植生高1m程度のクマイザサが占優し、本数密度が非常に高く天然更新木は殆ど見られませんでした(表-2)。

試験区画は、植栽区域の中から2箇所とし、それぞれに地際刈2列と高足刈2列の調査列を設定するとともに、各列に2~3区画の植生調査プロット(1m×1m)を設置しました(図-2)。

高足刈の刈払高については、当初50cmを計画していましたが、試験開始の平成29年6月の下刈前の現況で、植栽木の平均樹高は約35cm、植生の平均高は50cm程度であったことを踏まえ、当初計画の50cmから30cmに変更しました。

表-2 年度別の下刈計画

管理署	上川南部署
林小班	19林班ろ小班
植栽樹種	トドマツ
植栽年度	平成26年 秋植
地拵仕様	筋刈 3m×4m
植栽本数	2条植 1,500本/ha
植生	クマイザサ
高足刈の高さ	30cm
保育履歴	平成27年 下刈(1回刈) 平成28年 下刈(2回刈)

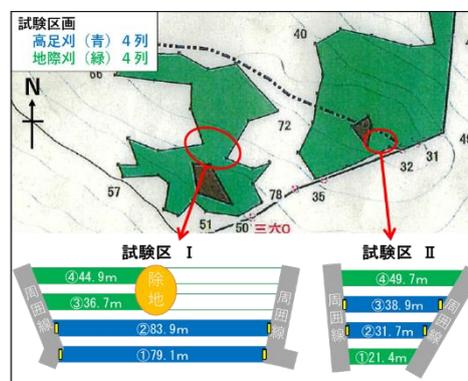


図-2 試験概略図

5. 調査結果

(1) 植生の変化

ササの本数密度のうち当年度の発生本数は、全期間刈払の高足刈で令和元年に大きく減少し、隔年刈払及び地際刈では大きな変化は見られませんでした。前年度残置本数を加えると、高足刈では全期間刈払及び隔年刈払とも60本/m²まで上昇しています(図-3)。

令和元年のササの平均植生高では、地際刈が低く、平成30年に下刈を省略した隔年刈払の高足刈で最も高くなっています(図-3)。

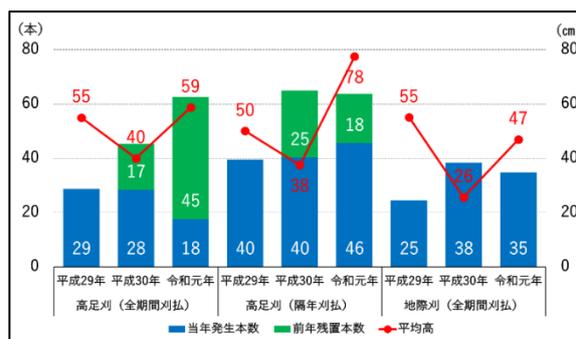


図-3 調査年・下刈計画別のササの変化

高足刈の植生別の被度変化は、ササの被度が大きく上昇する一方でイチゴや草本類の被度が低下し、特に平成30年に下刈を省略した隔年刈払でより顕著に現れています(図-4)。

地際刈の植生別の被度変化は、高足刈と比較してササの被度の上昇を抑えている一方で、イチゴや草本類の被度はわずかに上昇しています。植生全体の被度は高足刈よりも低く推移し、植生被度の構成比は高足刈に比べると大きな変動はありません(図-4、5)。

以上の結果から、高足刈では残置されたササの被度や植生高が上昇することで他の植生の生育を抑制し、一方の地際刈では植生全体の被度が低く抑えられ、すべての植生が生育できる環境にあることが窺えます。

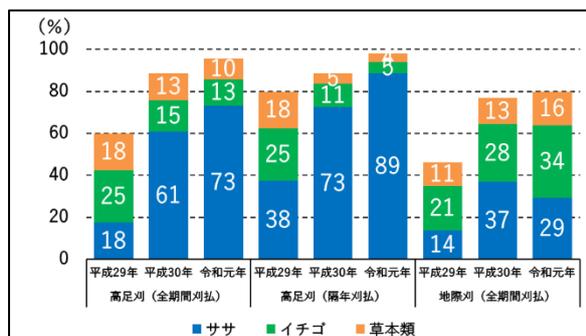


図-4 植生全体の被度変化

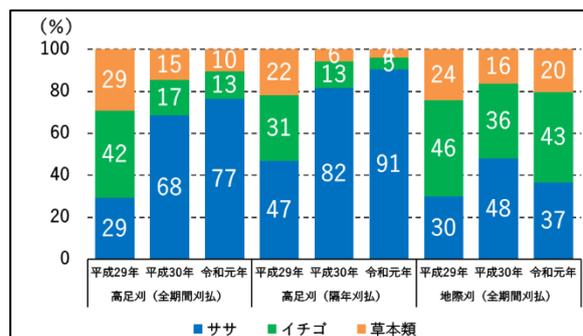


図-5 植生被度の構成比

(2) 植栽木の成長

① 樹高成長

高足刈の下刈形態別の成長率は、全期間刈払と1年省略で地際刈と同程度以上の傾向を示しています。隔年刈払と2年省略の成長率は、省略年には低下していないものの、翌令和元年になって大きく低下する傾向が見られました(図-6)。隔年刈払と2年省略に対応する植生状況をみると、下刈省略した平成30年よりも翌令和元年にササ植生高が急激に上昇しています(図-3)。

以上のことから、下刈省略の翌年にササによる被圧の影響で樹高成長が低下した可能性が考えられ、令和元年の調査で樹高成長の低下が見られなかった1年省略や、2年連続で下刈省略したことでササの回復が更に進行することが予想される2年省略では、令和2年の樹高成長が低下している可能性があります。

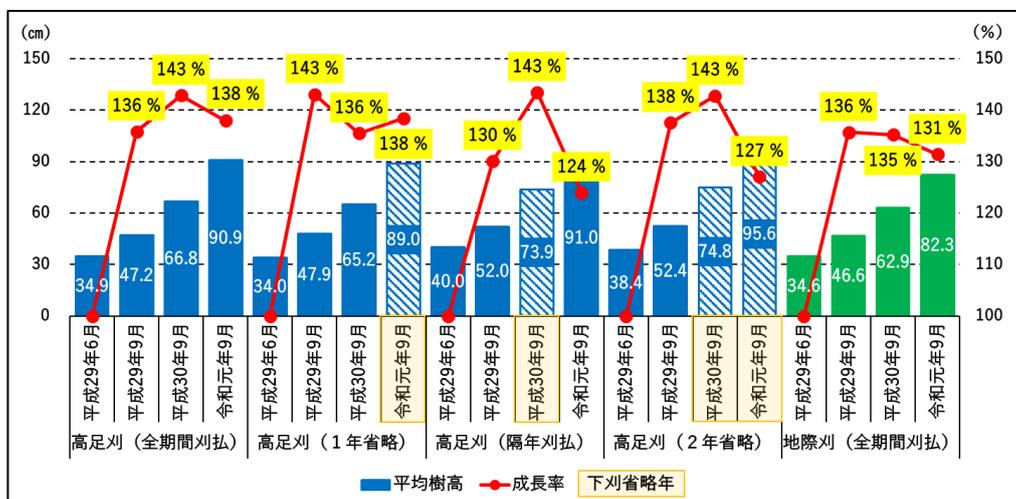


図-6 植栽木の平均樹高及び成長率の推移

②根元径成長

高足刈の下刈形態別の成長率は、全期間刈払で地際刈と同程度以上の傾向を示しています。省略箇所では省略年に成長率が前年より大きく低下しています。2年省略では2年連続で低下し、隔年刈払では刈払を再開した令和元年に回復しました（図-7）。

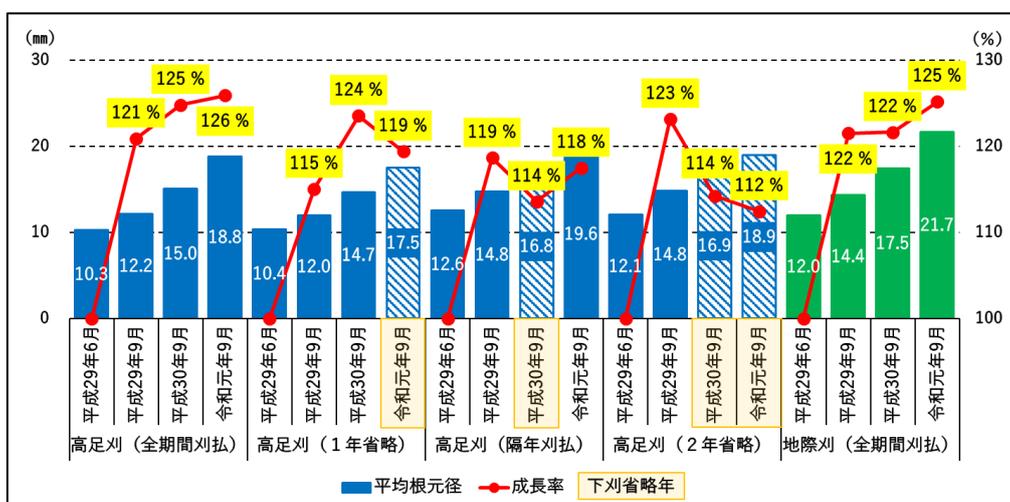


図-7 植栽木の平均根元径及び成長率の推移

③被害率及び枯死率

全期間刈払の高足刈は、被害率・枯死率ともに最も低く、省略箇所では、地際刈に比べて被害率・枯死率ともに高い傾向にあります（表-3）。特に令和元年度の下刈前のササの本数・植生高が上昇した隔年刈払及び2年省略では枯死率が大きく上昇しています。

表-3 被害率及び枯死率

下刈方法	下刈形態	植栽木本数	被害本数	被害率 (%)	枯死本数	枯死率 (%)
高足刈	全期間刈払	62	13	21.0	4	6.5
	1年省略	61	25	41.0	8	13.1
	隔年刈払	57	22	38.6	16	28.1
	2年省略	60	24	40.0	17	28.3
地際刈	全期間刈払	153	51	33.3	18	11.8

④植栽木の成長まとめ

以上の結果から、全期間刈払の高足刈は地際刈と同程度の成長効果は認められるものの、高足刈の回数省略については成長低下や枯死率上昇の危険があるため、植生と競合する下刈初期・中期段階の下刈省略は避けた方が良いと考えます。

(3) 下刈工期

工期調査は作業をビデオカメラで撮影し、作業時間、機械操作回数を計測しました。

全期間刈払の高足刈の工期は、地際刈に対して平成29年は向上したものの、平成30年に低下し、令和元年に再度向上しました。最も工期が低下したのは令和元年の隔年刈払で約25%低下しました（表-4）。

平成30年については、ササの被度が上昇したことで（図-4）、植栽木への視認性が悪化し苗木の損傷を防止するため作業を慎重に行った結果、機械操作回数も多くなり工期が低下したのと考えます。また、令和元年の隔年刈払においても、前年度の下刈省略により植栽木への視認性が悪化した結果、工期が大きく低下したと考えますが、平成30年に比べて機械操作回数の増加に対し工期の低下が大きいことから、ビデオ映像を解析した結果、

刈払機を操作しない状態で植栽木の有無を確認する姿が多く見られ、この確認時間が機械操作回数以上に工期の低下に大きく影響したと考えます（表-4）。

表-4 下刈工期及び機械操作回数

調査年	下刈区分	方法	下刈形態	作業工期 (ha/時)	高足/地際	機械操作 (回数/ha)	高足/地際
平成29年	2回刈 1回目	高足刈	全期間	0.1023	120% 向上	14,944	82% 減少
		地際刈	全期間	0.0854	—	18,217	—
	2回刈 2回目	高足刈	全期間	0.0483	116% 向上	26,009	83% 減少
		地際刈	全期間	0.0415	—	31,268	—
平成30年	1回刈	高足刈	全期間	0.0450	91% 低下	42,118	119% 増加
		地際刈	全期間	0.0495	—	35,363	—
令和元年	1回刈	高足刈	全期間	0.0724	113% 向上	34,463	87% 減少
			隔年	0.0486	76% 低下	42,367	107% 増加
		地際刈	全期間	0.0643	—	39,420	—

(4) 植栽木の損傷

植栽木の損傷率は、平成29年の2回刈2回目と令和元年の隔年刈払の高足刈で損傷率が高い傾向が見られました（表-5）。2回刈の2回目では1回目よりも植生量が増加し植栽木のサイズも小さいことで、高足刈・地際刈ともに発生していると考えます。また、隔年刈払は前述のとおり視認性の悪化が原因と考えます。

植栽木の樹高別の損傷率は、全期間刈払の高足刈や地際刈では60cm未満の樹高の低い苗木が損傷していますが、隔年刈払では樹高60cm以上で損傷が見られます（表-6）。

表-5 下刈による損傷木

調査年	下刈区分	下刈形態	高足刈		地際刈	
			本数	率	本数	率
平成29年	2回刈 1回目	全期間	0	0.0%	1	0.7%
		2回刈 2回目	10	4.2%	8 (枯死1)	5.2% (0.7%)
平成30年	1回刈	全期間	0	0.0%	3 (枯死1)	2.1% (0.7%)
		1回刈	1	0.9%	1	0.7%
令和元年	1回刈	隔年	5	4.9%		

表-6 樹高別の損傷木

下刈損傷 (樹高別)	高足刈 (全期間刈払)		高足刈 (隔年刈払)		地際刈	
	本数	率	本数	率	本数	率
30cm以上～ 60cm未満	9	2.9%	1	0.5%	6	2.9%
60cm以上～ 90cm未満	0	0.0%	2	1.6%	0	0.0%
90cm以上～ 120cm未満	0	0.0%	2	5.1%	0	0.0%
120cm以上	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%

(5) 労働強度の軽減

平成29年の高足刈作業後に「刈高を維持するのに体への負担はどうか」という質問をした際には、高足刈を実施したベテラン作業者は腰、経験の浅い作業者は腕と別の部位への負担があるという意見がありました。そこで、ビデオ映像から各作業者の刈払機を振る動作を3つのパターンごとにカウントし、機械操作回数を計測しました（図-8）。

また、「刈払機の操作は変わらないので慣れれば大きな負担にならない」、「刈払機を振らずに回転刃の高さを維持するのは腕の力を使うが、振る時は腰を使う」といった意見もあったことから、3つの操作パターンについて腰・腕への負担を点数化し、合計の比較で地際刈に対する負担軽減効果として評価してみました（表-7）。

地際刈に対する比率では、平成30年と令和元年の隔年刈払以外は低減効果があるという結果となり、前述の工期結果と同様の傾向でした。また、部位別では平成29年の2回刈2回目以外は、腕より腰の負担がより低減している傾向でした（表-8）。

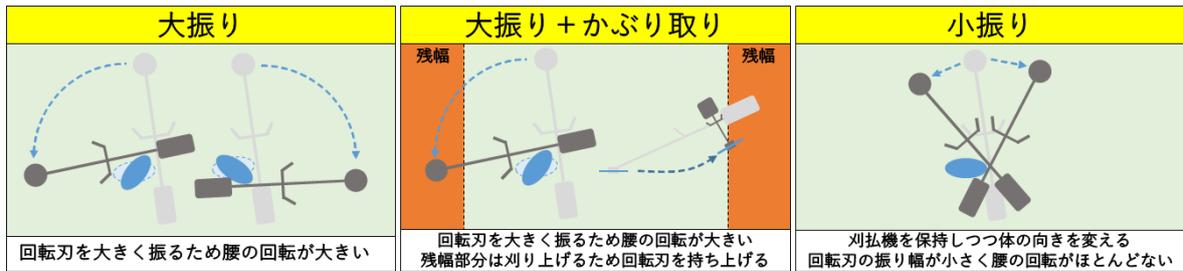


図-8 刈払機の操作パターン

表-7 部位別の点数

刈払機操作パターン	腰	腕
大振り	2	1
大振り+かぶり取り	2	2
小振り	1	1

表-8 高足刈による負担軽減（地際刈比）

調査年	下刈区分	下刈形態	腰	腕
平成29年	2-1	全期間	83.3%	87.3%
	2-2	全期間	86.0%	80.5%
平成30年	1回刈	全期間	124.8%	127.7%
	1回刈	全期間	86.8%	90.2%
令和元年	1回刈	隔年	104.5%	108.5%

(6) 安全性の確保

本試験では緩斜面での作業でしたが、工期調査後の聞き取り調査では、作業員から足下が見えにくくなることで「穴や石等の障害物の視認」や「傾斜地での足場の安定」について不安になるとの意見がありました。

実際の作業現場を想定した際は、傾斜地の場合ではササの上で滑り転倒する危険なども予想されます。

安全性を確保する上では、危険因子の排除や、その影響を少なくするといったリスクマネジメントが重要になります。

具体的には、すべての箇所を高足刈にする必要は全くありませんので、危険因子が潜む障害物等のある箇所では視認性を確保するために地際刈を実施することや、危険箇所を表示するなどの対応で十分リスクを軽減できると考えます。

6. まとめ

高足刈は地際刈に比べて、特に樹高成長が優位であることが判りましたが省略箇所では植生の回復により特にササの植生高が上昇し、枯死率の増加や工期の低下などから下刈初期・中期での省略は回避する方が良いと考えます（表-9）。

全期間刈払の高足刈では地際刈と同程度の効果が確認され、これにより潔癖な下刈の導入は植栽木の健全性の観点から特に求められていないことが判り、高足刈による効果や工期は将来導入されると思われる機械化への活用を示唆する結果となりました。

高足刈にはメリットばかりではなく、足下の視認性が悪化するなど安全性の面ではデメリットの部分もありますが、作業地の状況によって地際刈を併用するなど下刈作業に様々な選択肢が増えることで、下刈作業の省力化につながることを期待しています。

表-9 高足刈による負担軽減（地際刈比）

下刈形態	植生回復	樹高成長	根元径成長	枯死率	下刈工期	下刈損傷
全期間刈払	○	◎	○	◎	◎	○
1年省略	—	○	×	○	—	—
隔年刈払	×	○	×	×	×	×
2年省略	—	◎	×	×	—	—

◎地際刈より優れる ○地際刈と同程度 ×地際刈より劣る