

高足刈による下刈省力化の可能性の検証

1. 検討の背景

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、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も踏まえて、再生林に必要な初期経費のうち、おおよそ3割を占めている下刈経費の低減に向けた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下刈の省略や2回刈の見直しなどが行われていますが、中後期も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ます(表1)。

これらのことから、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「高足刈」(刈払いの高さを50cm程度にする下刈)の効果について検証します(図1)。

表1 下刈体系における省力化の取組と高足刈のねらい

保育時期	初期			中期		後期		計
	1	2	3	4	5	6	7	
年次 ^{※1}	1	2	3	4	5	6	7	7年9回 ^{※2}
トドマツ アカソ ^{マツ}	1回刈	2回刈	2回刈	1回刈	1回刈	1回刈	1回刈	7年9回 ^{※2}
競合植生と 植栽木の樹 高成長の イメージ								下刈不要 ^{※3}
下刈の 省力化	大型機械地拵による 下刈省略							
	2回刈→1回刈							
	機 械 化	大型機械の導入(クラッシャー、草刈剪定機など) 中型機械の導入(自走式草刈機) 小型機械の導入(手押し式草刈機)						
高足刈の ねらい	機械化の難しい傾斜地、遠隔地における省力化							
				中・後期における省力化				

※1 春植を基準(秋植の場合は翌年に1年次下刈)

※2 北海道森林管理局における標準的な下刈目安

※3 樹種、植生の種類により異なるが、大部分の植栽木が植生高を脱し、又は同程度となり、生育に支障がなくなった時期とする。「造林方針書」

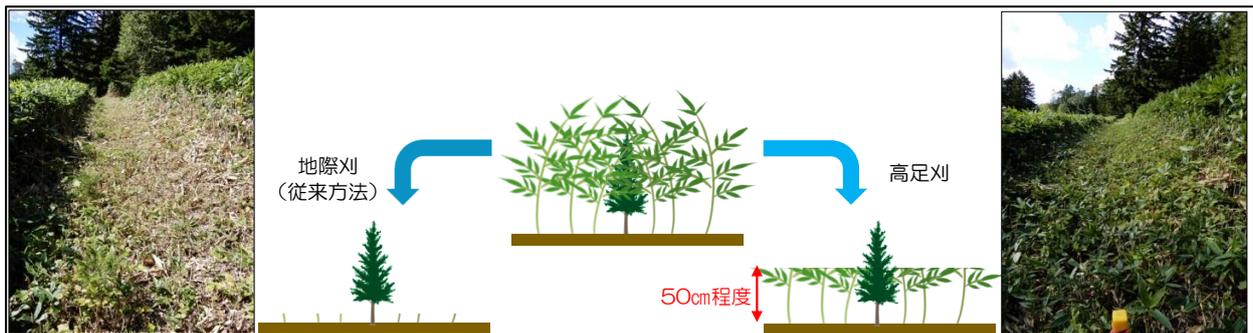


図1 高足刈の下刈方法のイメージ

2. 開発方法

平成 26 (2014) 年から上川北部森林管理署のチシマザサ植生地で実施した小規模なプレ試験地での高足刈による植生回復についての調査結果では、高足刈 (地上 50 cm) は地際刈に比べてチシマザサの本数・高さへの抑制効果が高いことが確認されたところです。

この結果を踏まえ、本課題では、上川南部森林管理署管内のクマイザサ植生地及び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 (図 2)、従来方式の地際刈と新たな方式の高足刈によるササの回復抑制と植栽木への影響を分析し、高足刈の効果と下刈回数削減の可能性について検証していきます。

また、高足刈の労働強度や安全性については、事業者等へのアンケートや聞き取り調査等を実施します。

なお、チシマザサのプレ試験地については調査を継続していきます。

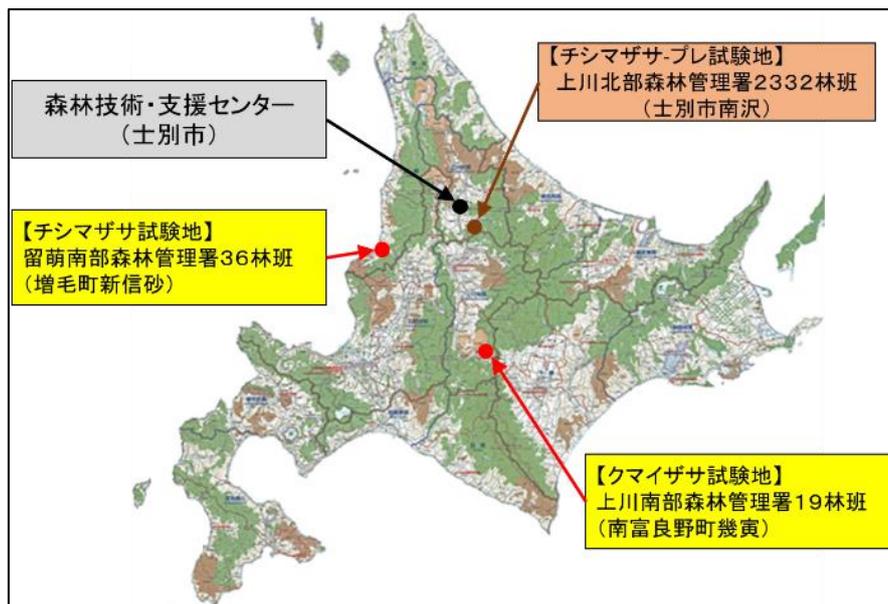


図 2 試験地位置図

3. 実施計画

開発期間は 3 年として、年度別計画に沿って各年に地際刈と高足刈を請負事業にて実施していきます (表 2)。

地際刈については全期間刈払とし、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 パターンとなるように下刈を計画しました (表 3)。

表 2 年度別実施計画

平成29年度 (2017)	平成30年度 (2018)	平成31年度・令和元年度 (2019)
<ul style="list-style-type: none"> 試験地の設定 調査プロットの設定 地際・高足刈の実施 下刈功程調査 植栽木成長調査 植生調査 刈払物乾重量調査 アンケート調査 	<ul style="list-style-type: none"> 地際・高足刈の実施 下刈功程調査 植栽木成長調査 植生調査 刈払物乾重量調査 アンケート調査 	<ul style="list-style-type: none"> 地際・高足刈の実施 下刈功程調査 植栽木成長調査 植生調査 刈払物乾重量調査 アンケート調査 データ分析・とりまとめ

表 3 年度別下刈計画

刈払方法	下刈形態	平成29年度 (2017)	平成30年度 (2018)	平成31年度 令和元年度 (2019)
地際刈	全期間刈払	○	○	○
	1年省略	○	○	×
高足刈	隔年刈払	○	×	○
	2年省略	○	×	×

4. 試験地の概要

(1) クマイザサ試験地－上川南部森林管理署 19ろ林小班

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 (2014) 年の秋に天然下種更新第 1 類 (天 1 ※参照) による孔状面へトドマツ (裸苗) の植栽を実施しています。地拵仕様は筋刈 (3 m刈幅×4 m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 1 m 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 4)。

試験区画は、植栽区域の中から南西斜面の 2 箇所 (尾根沿いと中腹) 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共に、各列に 2～3 区画の植生調査プロット (1 m×1 m) を設置しました (図 3)。

高足刈の刈払高については、試験開始の平成 29 (2017) 年 6 月の下刈前の現況で、植栽木の平均樹高は約 35 cm、植生の平均高は 50 cm 程度であったことを踏まえ、当初計画の 50 cm から 30 cm に変更しています。

なお、下刈回数については、平成 29 (2017) 年は 3 年次の 2 回刈を、翌年以降は 1 回刈を実施しました (表 5)。

表 4 試験地の概要

管理署	上川南部
林小班	19ろ
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	1,500本/ha 2条植
植生	クマイザサ
地況	標高 700m 傾斜 10度
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)

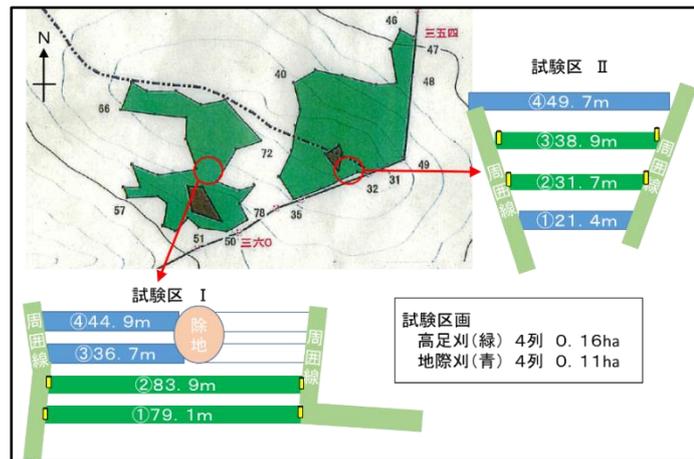


図 3 クマイザサ試験地の設計概略図

表 5 年度別の調査実施時期

調査項目	平成29年度 (2017)	平成30年度 (2018)	平成31年度 令和元年度 (2019)
植生調査	6月、8月	6月	6月
植栽木調査	6月、9月	9月	9月
下刈日程	3年次 2回刈 6月、8月	4年次 1回刈 7月	5年次 1回刈 7月

※ 天然下種第 I 類 (天 I)
刈出し、地表処理、植込み、まき付けなど人力等による補助を加えて稚樹の発生と成長を助長させる更新作業。

(2) チシマザサ試験地－留萌南部森林管理署 36ち林小班

当該流域では「にしんの森プロジェクト」により、笹生地化した箇所へトドマツやミズナラの植栽により針広混交林化の取組が行われており、当該小班もミズナラやカンパ類主体の広葉樹天然林で、一部はチシマザサが繁茂した状態となっていました。平成 23 (2011) 年の秋に天然下種更新第 1 類 (天 1) により孔状面へトドマツとミズナラを植栽した箇所で、地拵仕様は大型機械による筋刈 (3 m刈幅×5 m残幅)、トドマツとミズナラの交互に配置した植栽列は 2 条植で、そのうちトドマツは約 2,400 本/ha の密度となっています。地拵による効果でチシマザサの回復が抑制されていることから、平成 24

(2012) 年から平成 27 (2015) 年までの 4 年 6 回分の下刈を省略し、平成 28 (2016) 年に初回の下刈を実施しています (表 6)。林床には下刈省略期間中に更新したカンバ類が見られます。

試験区画は、トドマツ植栽列のみに地際刈 3 列と高足刈 2 列の調査列を設定し、各列に植生調査プロット (1 m × 1 m) を 1 ~ 3 区画設置しました (図 4)。

高足刈の刈払高については 50 cm とし、下刈回数については全期間 1 回刈を実施しました (表 7)。

表 6 試験地の概要

管理署	留萌南部
林小班	36 ち
植栽樹種	トドマツ・ミスナラ
植栽年度	平成23年 秋植 (平成25年秋補植)
地拵仕様	筋刈 3m×5m (大型機械)
植栽本数	トドマツ: 2,380本/ha 2条 (トドマツ補植: 500本/ha)
植生	チシマザサ
地況	標高 600m 傾斜 10度
高足刈の高さ	50cm
保育履歴	平成25年 補植 平成28年 下刈 (1回刈)

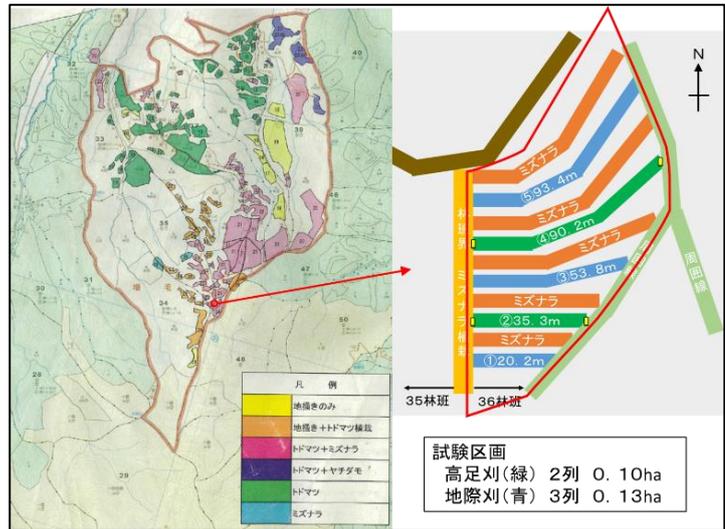


図 4 チシマザサ試験地の設計概略図

表 7 年度別の調査実施時期

調査項目	平成29年度 (2017)	平成30年度 (2018)	平成31年度 令和元年度 (2019)
植生調査	6月	6月	6月
植栽木調査	6月、10月	9月	9月
下刈日程	6年次 1回刈 8月	7年次 1回刈 7月	8年次 1回刈 7月

(3) チシマザサ・プレ試験地ー上川北部森林管理署 2 3 3 2 な林小班

当該流域には「笹の平」というチシマザサの群生地があるなど 2 m 以上のササが繁茂している地域です。平成 26 (2014) 年に当該小班の作業道沿いのチシマザサ密生地で、夏刈・秋刈・隔年秋刈の 3 つの刈払時期ごとに地際・高足刈の調査区 (1 m × 1 m) を設定し、高足刈の刈払高は 50 cm で実施しています (図 5・表 8)。



図 5 チシマザサ・プレ試験地の設計概略図

表 8 下刈実施時期

	A区 (夏刈)	B区 (秋刈)	C区 (隔年秋刈)
平成26年度 (2014)	10月	10月	10月
平成27年度 (2015)	8月	10月	-
平成28年度 (2016)	7月	9月	9月
平成29年度 (2017)	7月	9月	-
平成30年度 (2018)	7月	9月	9月
平成31年度 令和元年度 (2019)	7月	9月	-

5. 調査方法

(1) 植生調査

植生調査は毎年の下刈実施前に、各下刈列に設置した植生調査プロット(1m×1m)において(表9・表10)、ササは植生高(cm)・被度(%)・本数を、イチゴ及び草本類は植生高(cm)・被度(%)を、その他木本類は各個体の樹種・樹高(cm)を測定しました。

なお、高足刈の下刈計画で令和元年の下刈後に4つのパターン(表3)となるように実施していますが、植生調査は下刈前に実施しているため、調査結果の集計では全期間刈払と隔年刈払の2パターンとなります。

表9 植生調査プロットと下刈計画
(クマイザサ試験地)

試験区	方法	列	延長	プロット数	下刈計画
I	高足	1	79.1m	3	全期間刈払
		2	83.9m	3	隔年刈払
	地際	3	36.7m	2	全期間刈払
		4	44.9m	2	
II	地際	1	21.4m	2	全期間刈払
	高足	2	31.7m	2	全期間刈払
		3	38.9m	2	隔年刈払
	地際	4	49.7m	2	全期間刈払

表10 植生調査プロットと下刈計画
(チシマザサ試験地)

試験区	方法	列	延長	プロット数	下刈計画
I	地際	1	20.2m	1	全期間刈払
	高足	2	35.3m	2	全期間刈払
	地際	3	53.8m	2	全期間刈払
	高足	4	90.2m	3	全期間刈払 隔年刈払
	地際	5	93.4m	3	全期間刈払

(2) 植栽木調査

植栽木の調査は、平成29(2017)年6月の試験地設定時、以降は毎年9~10月に、各調査列の全植栽木について樹高(cm)及び根元径(mm)を調査しました。高足刈の下刈計画では令和元(2019)年の下刈後に4つのパターン(表3)となるように実施するため、調査列を分割しています(表11・表12)。

表11 クマイザサ試験の調査列と下刈計画

試験区	方法	列	調査番号	本数	下刈計画					データ数	
					平成29年	平成30年		令和元年			下刈形態
I	高足	1	451 ~ 538	88	2回刈	1回刈	451 ~ 494	1回刈	451 ~ 494	全期間	44
						2回刈	495 ~ 538	省略	495 ~ 538	1年省略	44
		2	539 ~ 616	78		省略	539 ~ 577	1回刈	539 ~ 577	隔年	39
						省略	578 ~ 616	省略	578 ~ 616	2年省略	39
	地際	3, 4	617 ~ 654, 655 ~ 696	38, 42	2回刈	1回刈		1回刈		全期間	38
					2回刈	1回刈		1回刈		全期間	42
II	地際	1	697 ~ 717	21	2回刈	1回刈		1回刈		全期間	21
	高足	2	718 ~ 752	35	2回刈	1回刈	718 ~ 735	1回刈	718 ~ 735	全期間	18
						2回刈	736 ~ 752	省略	736 ~ 752	1年省略	17
		3	753 ~ 791	39		省略	753 ~ 770	1回刈	753 ~ 770	隔年	18
						省略	771 ~ 791	省略	771 ~ 791	2年省略	21
	地際	4	792 ~ 843	52	2回刈	1回刈		1回刈		全期間	52

表12 チシマザサ試験の調査列と下刈計画

試験区	方法	列	番号	本数	下刈計画					データ数	
					平成29年	平成30年		令和元年			下刈形態
I	地際	1	431 ~ 460	30	1回刈	1回刈		1回刈		全期間	30
	高足	2	461 ~ 517	57	1回刈	1回刈	461 ~ 517	1回刈	461 ~ 517	全期間	57
	地際	3	518 ~ 593	76	1回刈	1回刈		1回刈		全期間	76
	高足	4	594 ~ 737	144	1回刈	省略	594 ~ 630	省略	594 ~ 630	2年省略	37
						省略	631 ~ 665	1回刈	631 ~ 665	隔年	35
						省略	666 ~ 702		省略	666 ~ 702	全期間
						省略	703 ~ 737	省略	703 ~ 737	1年省略	35
	地際	5	738 ~ 886	149	1回刈	1回刈		1回刈		全期間	149

(3) 工期調査

工期調査は、下刈事業請負者の作業班から選んだ調査対象者に地際刈及び高足刈双方の刈払方法を実施してもらい、その様子を作業者の後方からビデオカメラで撮影し、刈払機エンジンの始動から停止までの時間と機械操作回数を計測しました。

クマイザサ試験地では、2回刈を実施した平成29(2017)年は、経験豊富なA氏(40歳代)と経験の浅いB氏(20歳代)の2名の作業時間を計測し、平成30(2018)年以降は一部で下刈を省略したためA氏のみ計測しました。各調査年の工期は、同一人物であるA氏の計測結果から1時間当たりの実刈払面積を算出しました(表13)。

チシマザサ試験地では、平成29(2017)年と平成30(2018)年は、経験豊富な作業員からC氏(70歳代)とD氏(40歳代)の2名の作業時間を計測し、令和元(2019)年は一部で下刈を省略したためD氏のみ計測しました。各調査年の工期は、同一人物であるD氏の計測結果から1時間当たりの実刈払面積を算出しました(表14)。

表13 工期調査の実施体制
(クマイザサ試験地)

作業班構成	5名 (50代1名、40代3名、20代1名)		
調査年	平成29年	平成30年	令和元年
調査対象者	A(40代)		
	B(20代)	—	—

表14 工期調査の実施体制
(チシマザサ試験地)

作業班構成	3名 (70代2名、40代1名)		
調査年	平成29年	平成30年	令和元年
調査対象者	C(70代)		—
	D(40代)		

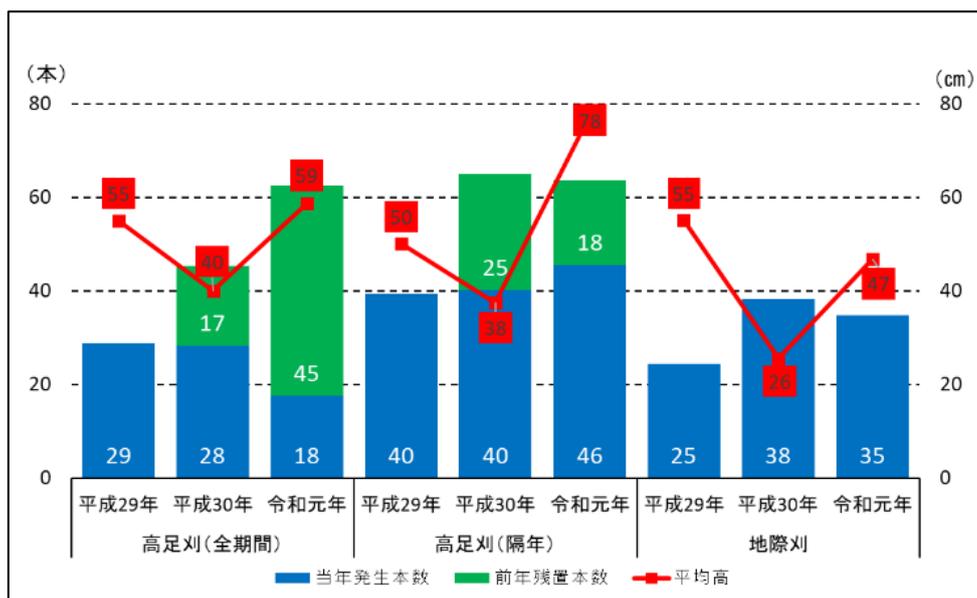
6. 試験地別の調査結果

(1) クマイザサ試験地—上川南部森林管理署19ろ林小班

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、隔年刈払の高足刈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た本数密度は地際刈が最も低く、高足刈では全期間・隔年とも60本/m²まで上昇しています(グラフ1)。

ササの平均植生高の推移では、地際刈が低く推移している傾向が見られ、平成30(2018)年の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(グラフ1)。

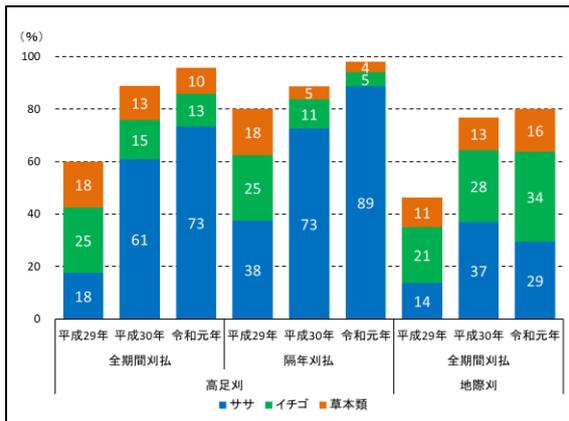


グラフ1 調査年・下刈計画別のササの変化

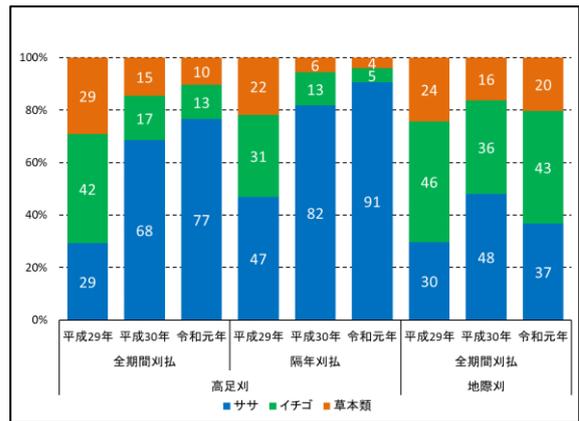
高足刈の植生別の被度変化は、ササの被度が大きく上昇する一方でイチゴや草本類の被度が低下し、特に平成 30（2018）年に下刈を省略した隔年刈払でより顕著に現れています（グラフ 2）。なお、木本類の更新は殆ど見られませんでした。

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（グラフ 2・3）。木本類ではダケカンバの更新が見られ、下刈により萌芽している個体もありました。

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。



グラフ 2 植生全体の被度変化

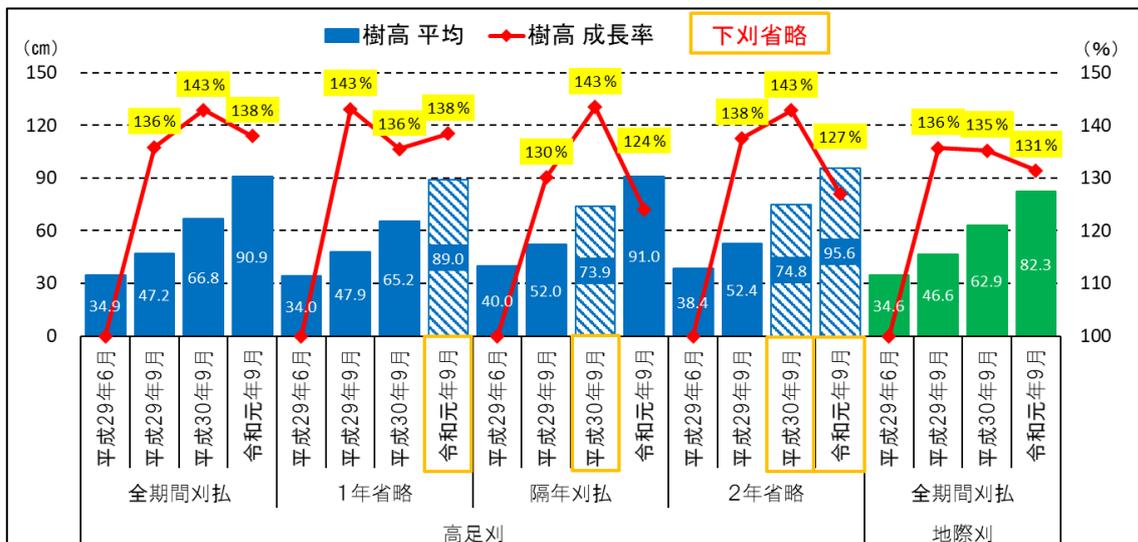


グラフ 3 植生被度の構成比

②植栽木の成長

<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年省略の高足刈で地際刈と同程度以上の傾向を示しています。平成 30（2018）年に下刈を省略した隔年刈払と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（2019）年になって大きく低下する傾向が見られました（グラフ 4）。隔年刈払と2年省略に対応する植生状況（高足刈（隔年）：グラフ 1）をみると、下刈省略した平成 30（2018）年よりも翌令和元（2019）年にササ植生高が急激に上昇しています。



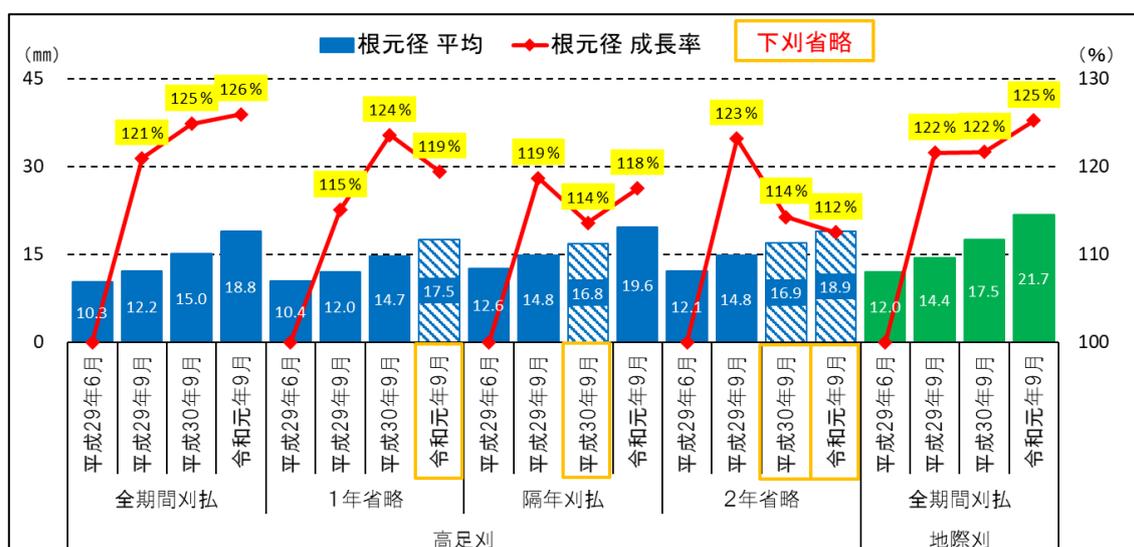
グラフ 4 植栽木の平均樹高及び成長率の推移

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(2019)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、来年の樹高成長が低下することが危惧されます。

<根元径成長>

高足刈の下刈形態別の成長率は、全期間刈払の高足刈で地際刈と同程度以上の傾向を示しています。下刈を省略した高足刈(1年省略、隔年刈払、2年省略)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年省略では成長率が2年連続で低下し、隔年刈では刈払を再開した令和元(2019)年に成長率が回復しました(グラフ5)。

下刈を省略した場合の影響として、根元径成長が緩慢になることは予想していましたが、省略区ではその傾向が現れる結果となりました。全期間刈払の高足刈はそのような影響は見られず、地際刈と同程度の成長効果が現れていると考えます。



グラフ5 植栽木の平均根元径及び成長率の推移

<被害率・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、下刈を省略した高足刈(1年省略、隔年刈払、2年省略)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15)。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(高足刈(隔年):グラフ1)、枯死率が大きく上昇しています。

表15 クマイザサ試験地の被害率及び枯死率

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 (%)	健全木
高足刈	全期間刈払	62	13	21.0	4	6.5	47
	1年省略	61	25	41.0	8	13.1	34
	隔年刈払	57	22	38.6	16	28.1	28
	2年省略	60	24	40.0	17	28.3	36
地際刈	全期間刈払	153	51	33.3	18	11.8	93

<植栽木の成長まとめ>

以上の結果から、全期間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く考えます。

③下刈工程

全期間刈払の高足刈の工程は、地際刈の工程に対して平成 29（2017）年は向上したものの、平成 30（2018）年に低下し、令和元（2019）年に再度向上しました。最も工程が低下したのは令和元（2019）年の隔年刈払の高足刈で約 25%低下しました。（表 16）

このうち、平成 30（2018）年については、平成 29（2017）年の植栽木の平均樹高が 50 cm 前後であるのに対し（グラフ 4）、平成 30（2018）年下刈前のササ平均高は 40 cm 前後であることに加え（グラフ 1）、ササの被度が急激に上昇したことで（グラフ 2）、植栽木への視認性が悪化して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程が低下したものと考えます。

また、令和元（2019）年の隔年刈払の高足刈においても、平成 30（2018）年の植栽木の平均樹高が 74 cm 前後であるのに対し（グラフ 4）、令和元（2019）年下刈前のササ平均高は 78 cm 前後と（グラフ 1）、植栽木の一部は完全に植生に覆われている状態が見られるなど、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、工程が大きく低下したと考えます。ただし、平成 30（2018）年に比べて機械操作回数の増加に対し工程の低下が大きいことから（表 16）、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程の低下に大きく影響したと考えます。

表 16 クマイザサ試験地の工程及び機械操作回数

調査年	下刈区分	方法	下刈形態	作業工程 (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	

<下刈による植栽木の損傷>

植栽木の損傷率は、平成 29（2017）年の 2 回刈 2 回目と令和元（2019）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 17）。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・地際刈共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（損傷前年の樹高）別の損傷率は、全期間の高足刈や地際刈では 60 cm 未満の樹高の低い苗木が損傷していますが、隔年刈の高足刈では 60 cm 以上の樹高の高い苗木の損傷が見られます（表 18）。

表 17 下刈による損傷木

調査年	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%
			10	4.2%	8 (うち枯死 1)	5.2% (0.7%)
平成30年	1回刈	全期間	0	0.0%	3 (うち枯死 1)	2.1% (0.7%)
令和元年	1回刈	全期間	1	0.9%	1	0.7%
		隔年	5	4.9%		

表 18 樹高別の損傷木

下刈損傷 (樹高別)	高足刈 (全期間)		高足刈 (隔年)		地際刈	
	本数	率	本数	率	本数	率
30cm未満	2	5.3%	0	0.0%	7	12.1%
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～150cm未満	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
150cm以上	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%

(2) チシマザサ試験地－留萌南部森林管理署36ち林小班

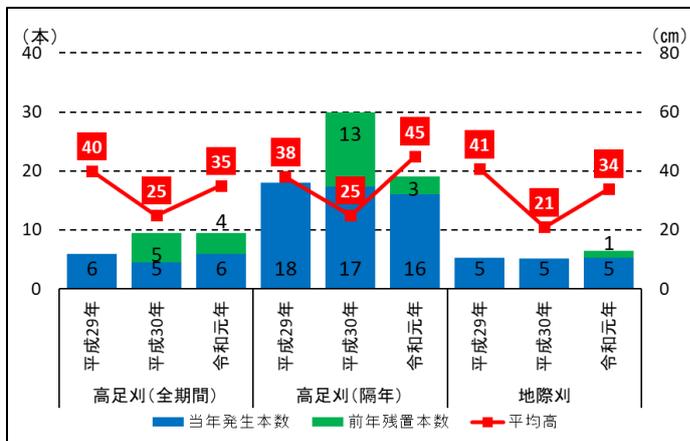
① 植生調査

ササの本数密度のうち当年度の発生本数は、高足刈・地際刈共にほぼ横ばいで推移し大きな変化は見られません。前年度残置本数を加えた本数密度でも大きな増加は見られません。ササの平均植生高の推移は、全期間高足刈と地際刈が同程度で、平成30年の下刈を省略した隔年刈払の高足刈がわずかに高い傾向となっています（グラフ6）。

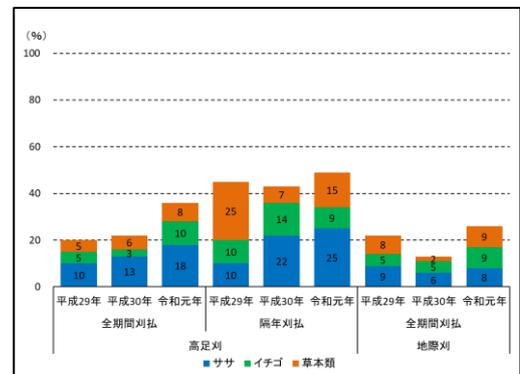
植生全体の被度の変化では地際刈よりも高足刈の被度が上昇している傾向が見られ、植生別の被度変化ではクマイザサ試験地のような極端な増減は見られませんでした（グラフ7）。

本試験地では、機械地拵により植生回復が抑制されている効果に加え、植栽列中央部より残し幅に近い方でササの回復が進んでおり、植栽列中央へプロットを設置していることで微妙な変化を捉えていない可能性があります。

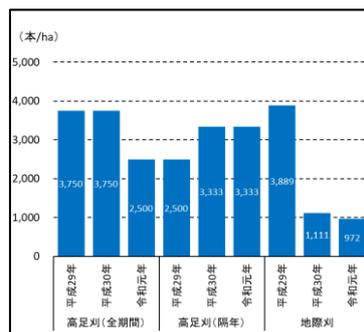
上記植生のほかに、初期下刈を省略したことでダケカンバの更新が見られていますが、下刈の実施により地際刈区で大きく減少し、高足刈では減少はしているものの相当本数が保残されています（グラフ8）。



グラフ6 調査年・下刈計画別のササの変化



グラフ7 植生全体の被度変化



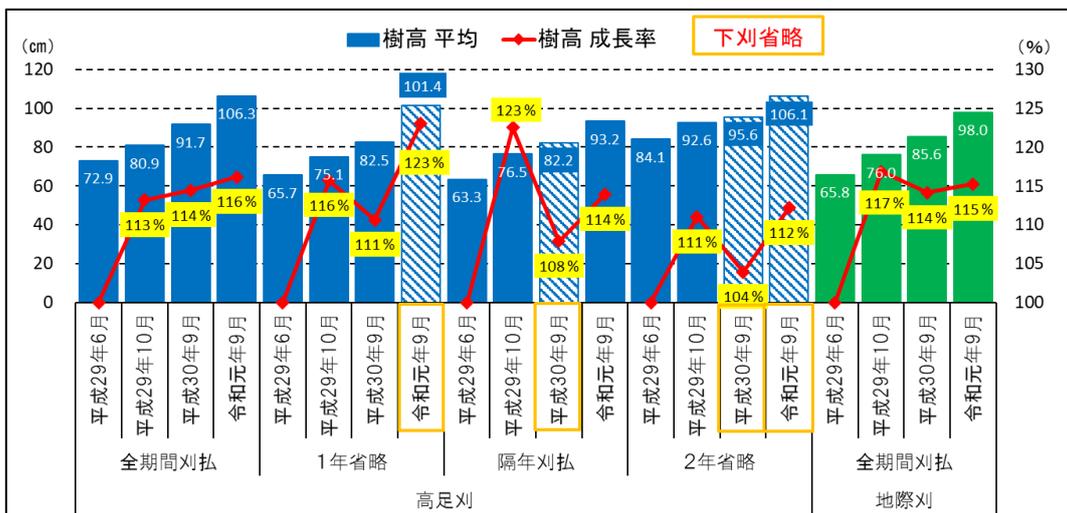
グラフ8 ダケカンバの更新本数

② 植栽木の成長

< 樹高成長 >

高足刈の下刈形態別の成長率は、全期間刈払の高足刈と地際刈でほぼ横ばいとなっており、大きな差は見られません（グラフ9）。

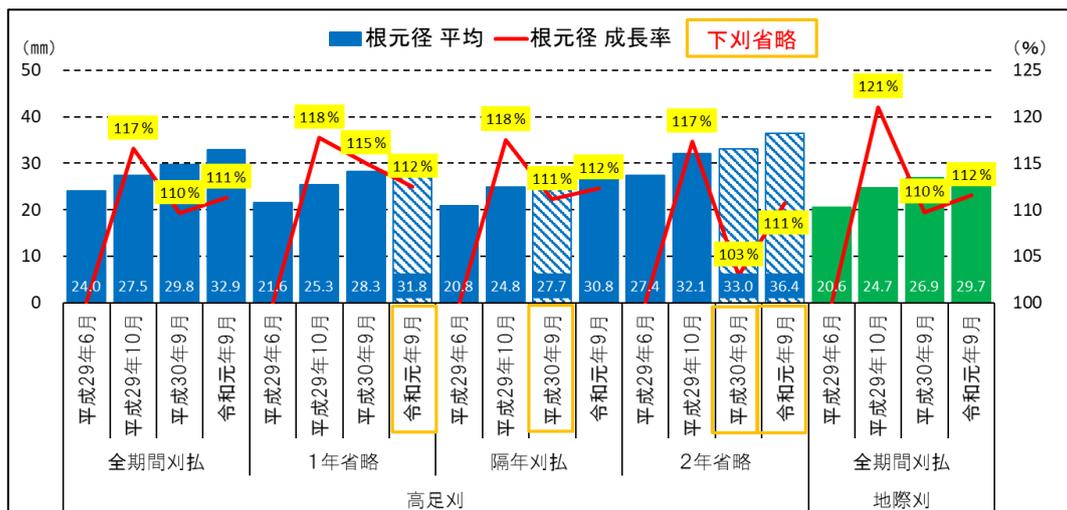
下刈を省略した高足刈（1年刈払、隔年刈払、2年省略）では、平成30（2018）年に大きく低下し、翌令和元（2019）年に回復するという傾向が見られましたが（グラフ9）、植生の回復状況や1年刈払では下刈省略前に低下していることなどを考えると、クマイザサ試験地のように植生との競合による低下が原因ではないと考えられます。



グラフ9 植栽木の平均樹高及び成長率の推移

<根元径成長>

高足刈の下刈形態別の成長率は、1年省略の高足刈以外は平成30(2018)年に低下し、令和元(2019)年に回復するという傾向を示しています(グラフ10)。同じような傾向が現れた原因として、植生の回復状況から下刈省略による影響を受けていないということも考えられますが、先の樹高と同様にデータ数に問題があった可能性もあります。



グラフ10 植栽木の平均根元径及び成長率の推移

<被害率・枯死率>

被害率は下刈仕様に関係なく高い傾向が見られました(表19)。特に本試験地では、梢端部の枯れや折れが目立っていたことから下刈仕様以外の属地的な要因(枝枯れ病や雪害)が影響している可能性があります。また、植栽木の樹高・根元径において下刈を省略した高足刈(1年刈払、隔年刈払、2年省略)で、クマイザサ試験地のような傾向が見られなかった原因として、集計の際にこれら被害木を排除した結果、十分なデータ数を取得できなかったことが原因として考えられます(表19)。

表19 クマイザサ試験地の被害率及び枯死率

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 (%)	健全木
高足刈	全期間刈払	94	50	53.2	8	8.5	42
	1年省略	35	16	45.7	2	5.7	18
	隔年刈払	35	22	62.9	3	8.6	13
	2年省略	37	27	73.0	9	24.3	10
地際刈	全期間刈払	255	122	47.8	50	19.6	107

<植栽木の成長まとめ>

以上の結果から、全期間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、検証できるデータが揃わず結論に至りませんでした。

③下刈工程

すべての調査年の高足刈の工程は、地際刈に対して向上し、令和元（2019）年については2倍程まで向上しました（表 20）。また、機械操作回数についてもすべての調査年で高足刈の方が減少しています（表 20）。

表 20 チシマザサ試験地の工程及び機械操作回数

調査年	下刈区分	方法	下刈形態	作業工程 (ha/時)	高足/地際	機械操作 (回数/ha)	高足/地際
平成29年	1回刈	高足刈	全期間	0.0658	135% 向上	19,075	69% 減少
		地際刈	全期間	0.0489		27,523	
平成30年	1回刈	高足刈	全期間	0.0827	108% 向上	18,697	98% 減少
		地際刈	全期間	0.0767		19,058	
令和元年	1回刈	高足刈	全期間	0.1166	191% 向上	16,727	64% 減少
			隔年	0.0834	136% 向上	21,813	83% 減少
		地際刈	全期間	0.0611		26,338	

<下刈による植栽木の損傷>

植栽木の損傷率は、高足刈より地際刈で損傷率が高い傾向が見られました（表 21）。

植栽木の樹高（損傷前年の樹高）別の損傷率は、高足刈で刈高 50 cm より高い樹高 60 cm 以上の損傷が多く、地際刈では全樹高区分で損傷が見られますが樹高 60 cm 未満の苗木で多く発生しています（表 22）。地際刈の損傷率の増加については、植生被度が低く機械操作の大振りする回数が多く植栽木に接触したことが考えられます。

表 21 下刈による損傷木

調査年	区分	下刈形態	高足刈		地際刈	
			本数	率	本数	率
平成29年	1回刈	全期間	0	0.0%	10 (うち枯死 5)	3.9% (2.0%)
平成30年	1回刈	全期間	2	1.0%	3 (うち枯死 2)	1.2% (0.8%)
令和元年	1回刈	全期間	3	2.4%	18 (うち枯死 3)	8.1% (1.3%)
		隔年	0	0.0%		

表 22 樹高別の損傷木

下刈損傷 (樹高別)	高足刈 (全期間)		高足刈 (隔年)		地際刈	
	本数	率	本数	率	本数	率
30cm未満	1	7.7%	0	0.0%	7	15.2%
30cm以上~60cm未満	0	0.0%	0	0.0%	11	6.9%
60cm以上~90cm未満	1	0.6%	1	0.3%	8	2.8%
90cm以上~120cm未満	2	2.5%	0	0.0%	3	1.8%
120cm以上~150cm未満	0	0.0%	0	0.0%	1	2.3%
150cm以上	0	0.0%	0	0.0%	1	8.3%

(3) 労働強度の軽減

①体への負担

平成 29 (2017) 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いう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、工程調査のビデオ映像から各作業者の刈払機を振る動作を以下の3つのパターン（図 6）ごとにカウントし、機械操作回数を計測しました。

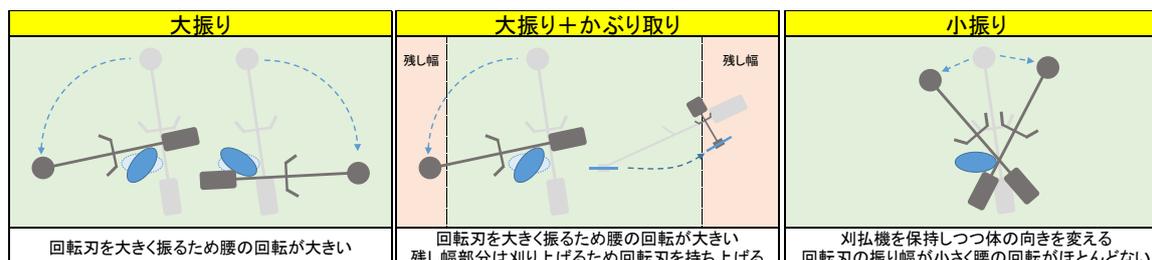


図 6 刈払機の操作パターン

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、振る時は腰を使うので腕の力はいらぬ」といった意見もあったことから、上記の3パターンについて腰・腕への負担を点数化し（表 23）、機械操作パターンごとの合計の比較で地際刈に対しての負担軽減効果として評価してみました。

表 23 部位別の点数

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

地際刈に対する比率では、クマイザサ試験地の平成 30（2018）年と令和元（2019）年の隔年刈以外は低減効果があるという結果となり（表 24）、前述の工期結果と同様の傾向にあります（表 16・表 20）。

部位別では、クマイザサ試験地の平成 29（2017）年の 2 回刈 2 回目とチシマザサ試験地の平成 29（2017）年以外は、腕より腰の負担がより低減している傾向にあります（表 24）。

表 24 高足刈による負担軽減（地際刈比）

調査年	下刈	形態	クマイザサ試験地		チシマザサ試験地	
			腰	腕	腰	腕
平成29年	2-1	全期間	83.3%	87.3%	72.0%	67.8%
	2-2	全期間	86.0%	80.5%		
平成30年	1回刈	全期間	124.8%	127.7%	94.1%	96.8%
令和元年	1回刈	全期間	86.8%	90.2%	63.6%	66.3%
	1回刈	隔年	104.5%	108.5%	79.0%	81.6%

②刈払物の重量

下刈の際には、ササや草本等の刈払物が回転刃に被さるのがよく見られ、これらの刈払物を振り落とすことも作業上の負担となることが考えられます。そこで、植生調査時にプロット内の刈払物を採取し重量を測定しました。刈払時の天候や計測までの時間等の条件を均一にするため、乾燥機（70℃・48 時間）にかけたあとの乾重量で評価します。なお、クマイザサ試験地の平成 29（2017）年の 2 回刈 2 回目と、両試験地の令和元（2019）年の隔年は刈払物を採取していません。

高足刈では 30 cm ないし 50 cm から刈払うため地際刈より重量は軽くなっており、刈払物による負担を軽減する効果が期待できると考えます（表 25）。

両試験地とも年々地際刈との差が少なくなっていますが、特にクマイザサ試験地では、最も重量が重いササの本数・被度・植生高の上昇が原因として考えられます。

表 25 刈払物の乾重量

調査年	下刈	形態	クマイザサ試験地 乾重量 (g/m ²)			チシマザサ試験地 乾重量 (g/m ²)		
			高足刈	地際刈	比率 (%)	高足刈	地際刈	比率 (%)
平成29年	2-1	全期間	10.8	146.1	7	7.8	101.2	8
平成30年	1回刈	全期間	151.3	309.2	49	34.8	57.6	60
令和元年	1回刈	全期間	108.3	120.3	90	10.0	19.1	52

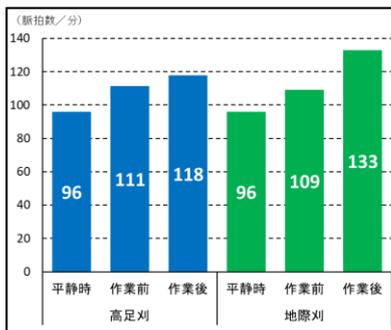
③脈拍数

労働強度を定量的に把握するには、作業中の心拍数を測定する方法が考えられますが、専門の測定器具や測定環境など条件が制限されてしまいます。そこで、心拍数と関係のある脈拍数であれば簡易な血圧計でも現場で容易に計測できると考え、工期調査時に血圧計により脈拍数を計測しました。

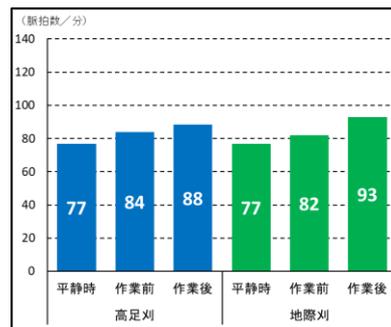
調査は現地で請負事業者と合流しミーティングを実施する際に平静時の脈拍を、作業地に移動し下刈作業を行う直前と作業直後の脈拍を計測しました。作業現場では椅子と肘掛けを用意し、市販されている手首に巻いて計測する血圧計を使用しました。なお、計測した脈拍は、作業終了から脈拍を計測するまでのタイムラグがあるため、作業中の最大値からは低下した数値となっています。

両試験地とも作業終了後の脈拍は高足刈の方が地際刈より低くなっていますが、チシマザサ試験地はごく僅かの差しかありませんでした（グラフ 11・12）。

クマイザサ試験地は当日の気温が 30℃以上になった一方で、チシマザサ試験地は雨で肌寒い気温であったのが影響していると考えますが（表 26）、少なくともクマイザサ試験地での高足刈については、地際刈に比べて労働強度が軽減していると推察します。



グラフ 11 クマイザサ試験地の脈拍数



グラフ 12 チシマザサ試験地の脈拍数

表 26 測定日の気象条件

測定日の条件	クマイザサ試験地	チシマザサ試験地
天候	晴れ	雨
気温	25～31℃	20～22℃
湿度	20～29%	69～83%

(4) 安全性の確保

工期調査後の聞き取り調査で実際に従事した4名の作業員から、足下が見えにくくなることでの「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。本課題では緩斜面での作業でしたが、実際の作業現場を想定した際には、傾斜地の場合では地形や障害物はもちろんですが、特にササの上で滑って転倒する危険などが予想されます。

安全性を確保する上で、危険因子を排除したり、もしくは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ると考えます。つまり、高足刈作業により安全に対する不安要素があるのであれば、排除するか別の方法でその影響を軽減することが出来るのではないかと考えます。

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通常地際刈を実施することや、危険がある箇所にはその周囲に表示をするなどの対応で十分リスクを軽減できると考えます。

7. まとめ

クマイザサ・チシマザサ両試験地ともに、全期間高足刈では樹高・根元径の成長では地際刈とほぼ同程度の成長が見られています。植生を一定の高さで残置することで特に根元径成長の低下を危惧していましたが、その影響は見られなかったことで、植栽木への下刈効果は十分に果たしていると評価できます。なお、回数省略については、クマイザサ試験地では、高足刈による植生の回復により特に植生高が上昇することから、下刈中期での省略は回避する方が良いと考えます。

高足刈の作業工程は、植生の回復と植栽木の関係で低下する場合はあったものの、クマイザサ試験地で1割以上、チシマザサ試験地では3割以上の向上が期待できると考えます。また、下刈による植栽木への損傷リスクは、地際刈と同程度の水準で実施が可能と言えます。

労働強度の軽減では、腰・腕への負担や刈払物による負担を軽減できる可能性も踏まえると、高足刈作業により下刈の労働強度の軽減が期待できると共に、安全性の確保は、リスクマネジメントの視点から柔軟な作業選択や安全対策によりリスク軽減は可能と考えます。

高足刈は、機械化のような新規性はありませんが、現状実施している作業の方法を少し変えることで、効果が期待できるという点だけでも十分な成果を達成できたと考えています。加えて、本課題の高足刈の植栽木への影響についての成果は、将来の下刈作業の機械化やその作業方法の確立に役立つものと期待しています。

高足刈による下刈省力化の可能性の検証 資料編

1. 現地写真

(1) クマイザサ試験地（高足刈実施列）





(2) チシマザサ試験地 (高足刈実施列)



令和元年7月
下刈前



令和元年7月
下刈前



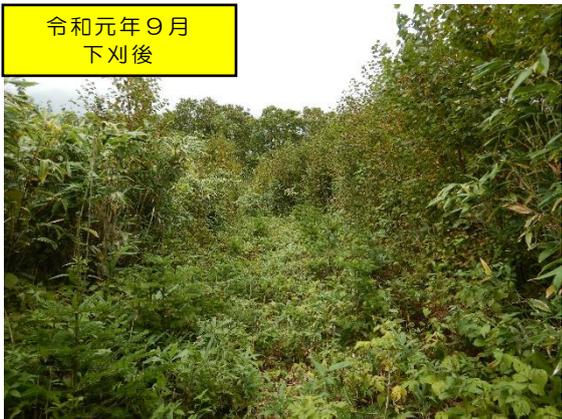
令和元年7月
下刈中



令和元年7月
枝枯れ被害木



令和元年9月
下刈後



令和元年9月
下刈省略列



平成29年8月
ウサギ

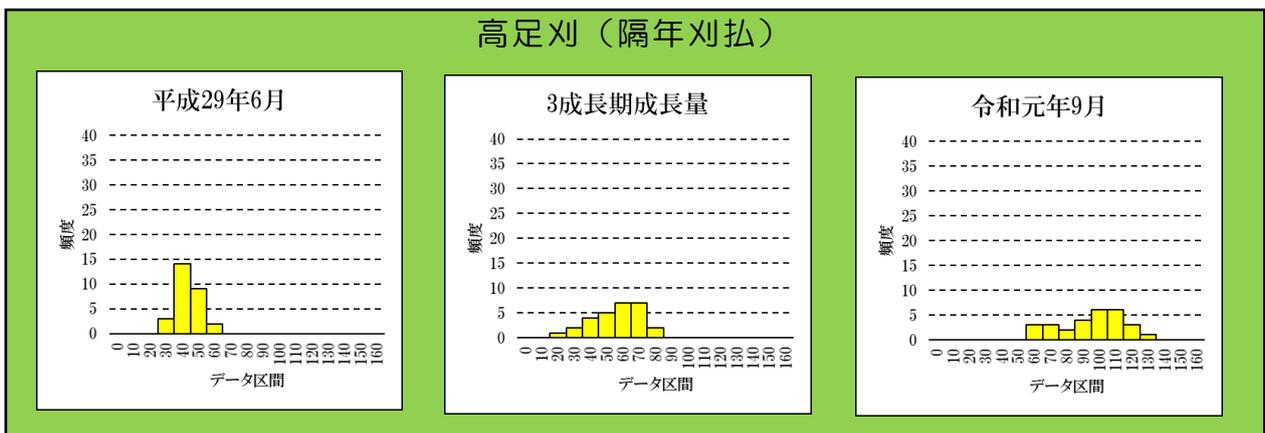
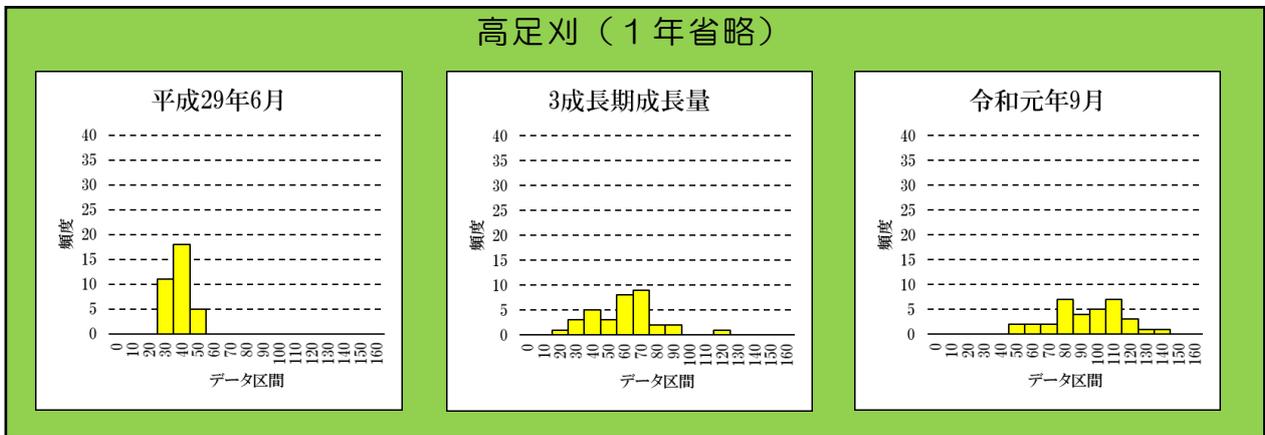
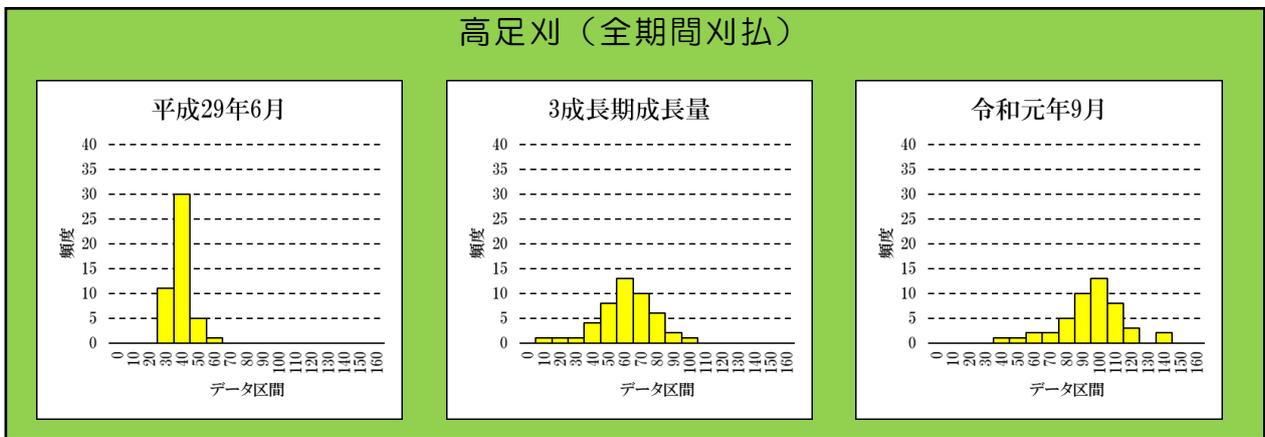
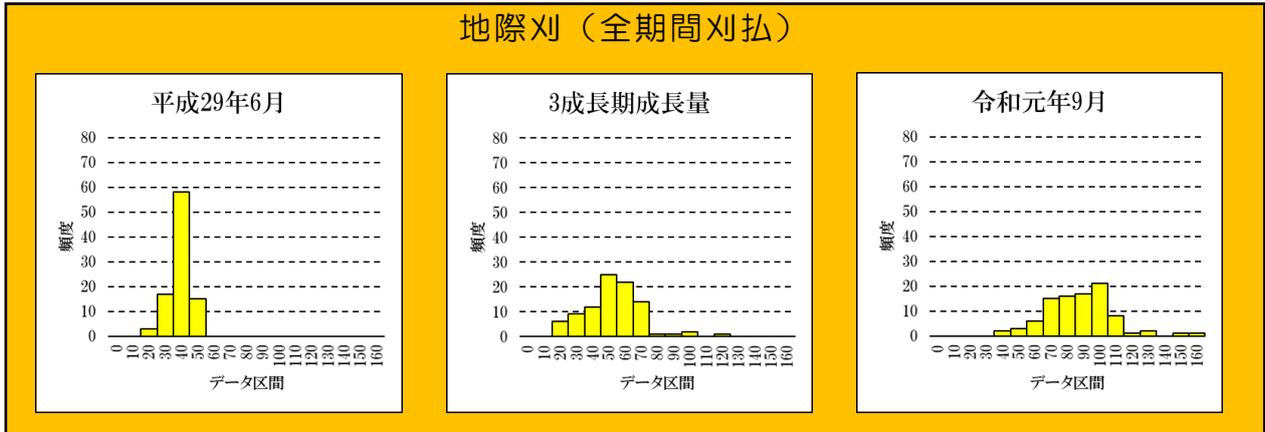


平成30年7月
雪曲がり

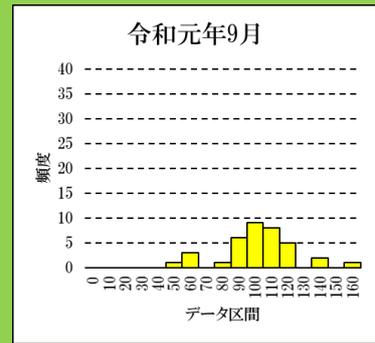
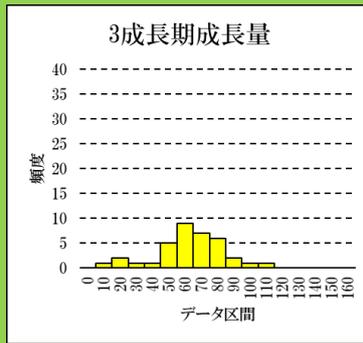
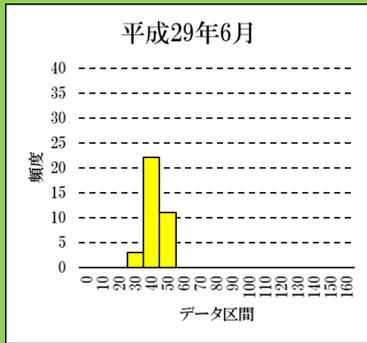
2. 補足データ

(1) クマイザサ試験地（上川南部森林管理署）

① 樹高頻度分布

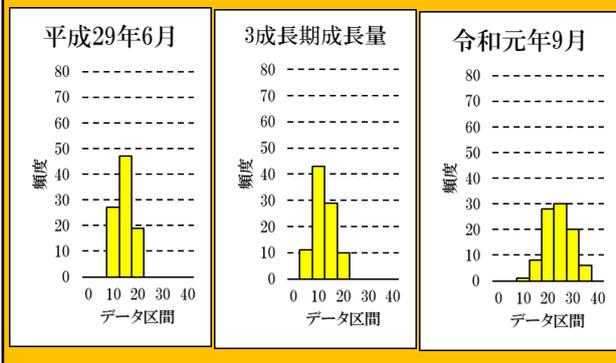


高足刈（2年省略）

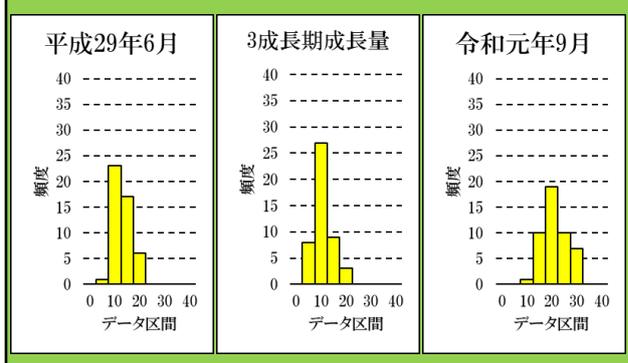


②根元径頻度分布

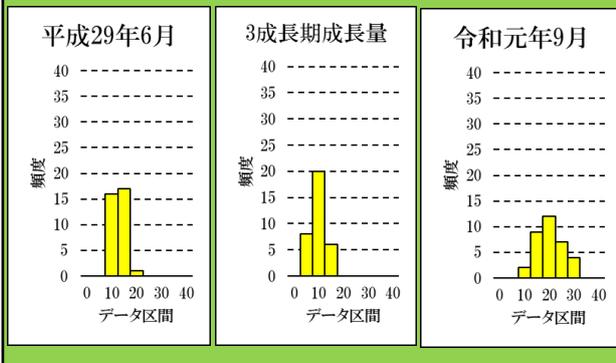
地際刈（全期間刈払）



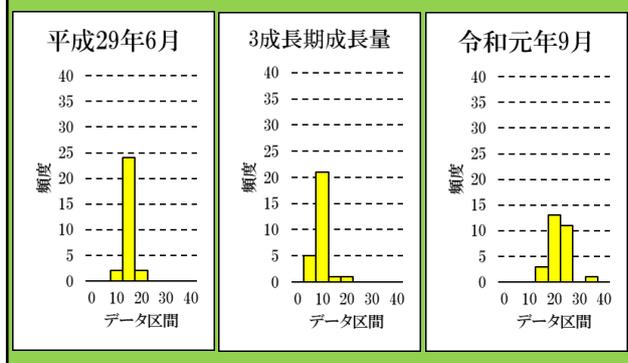
高足刈（全期間刈払）



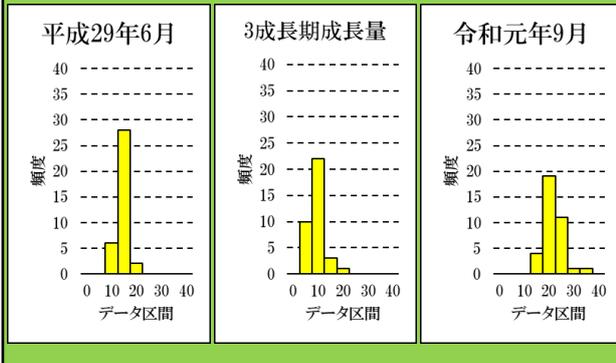
高足刈（1年省略）



高足刈（隔年刈払）

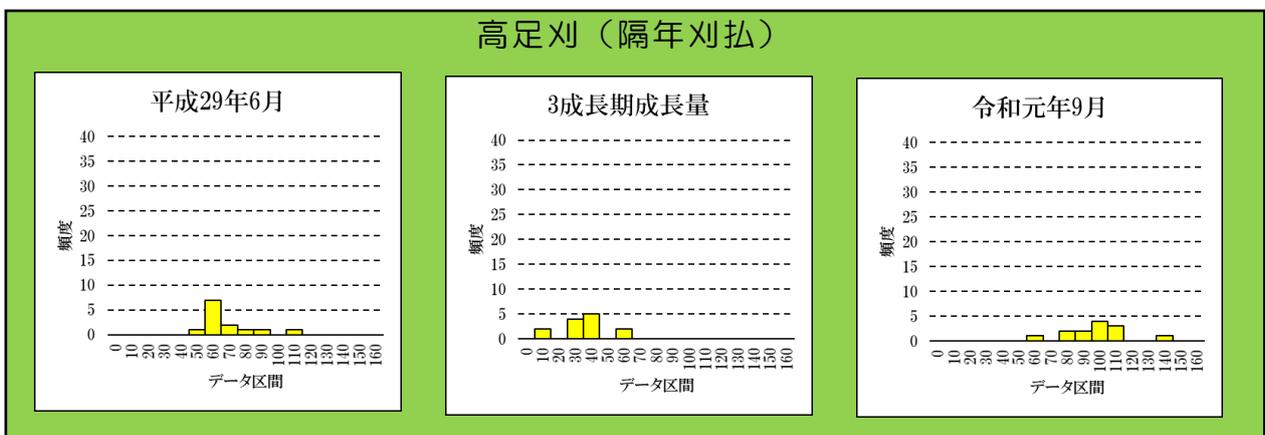
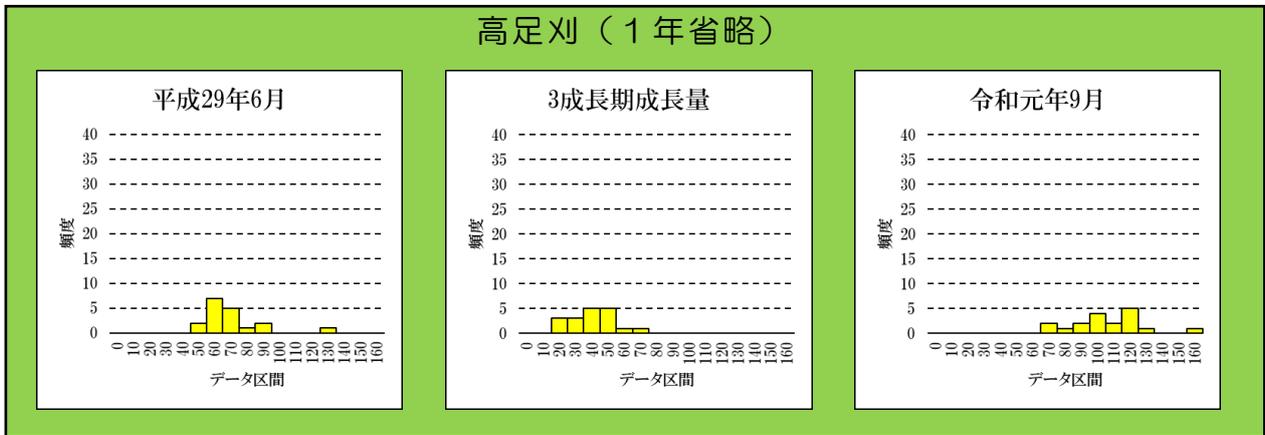
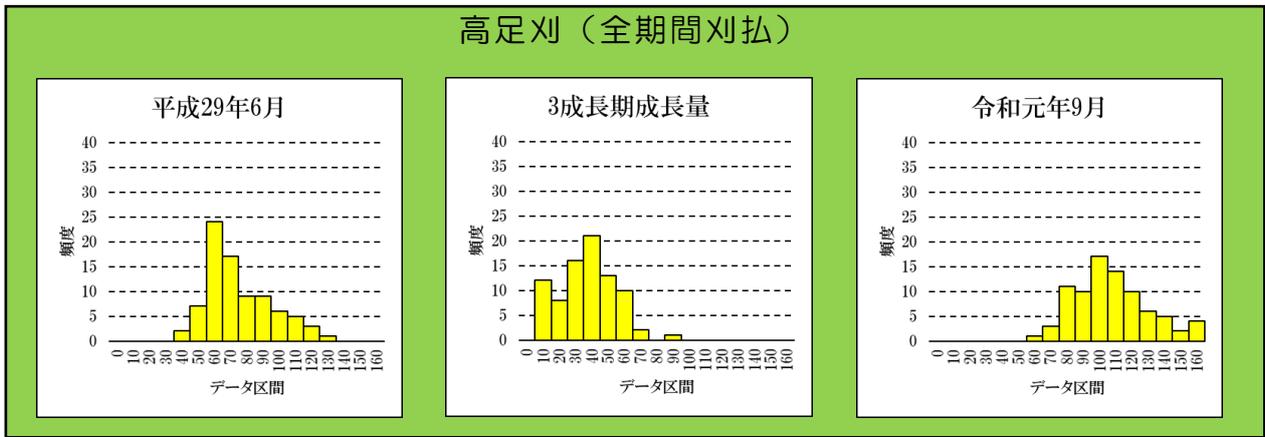
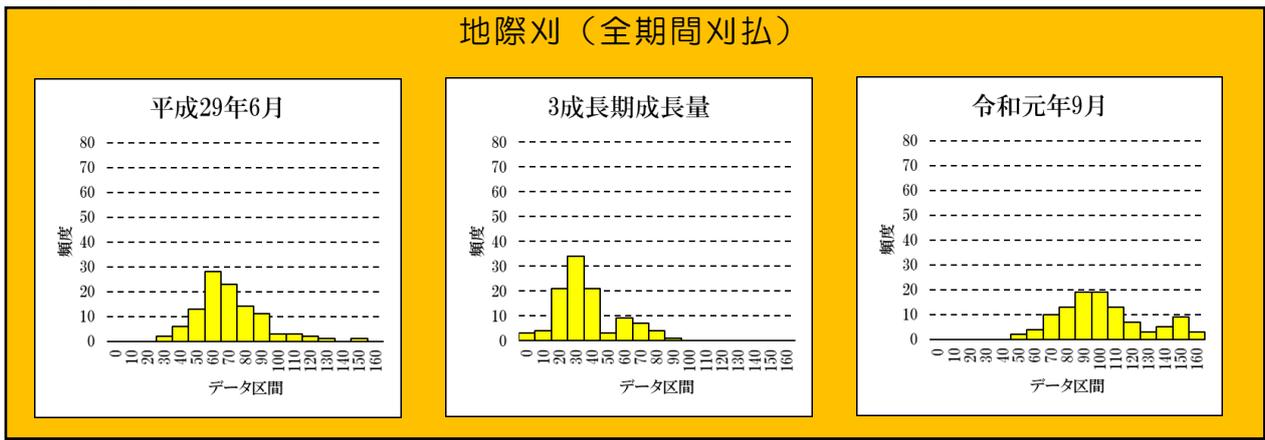


高足刈（2年省略）

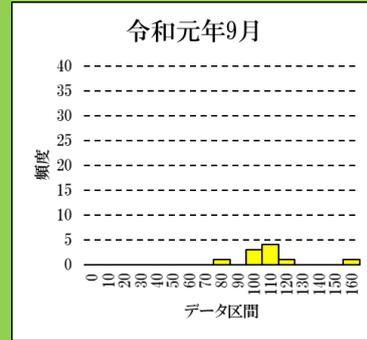
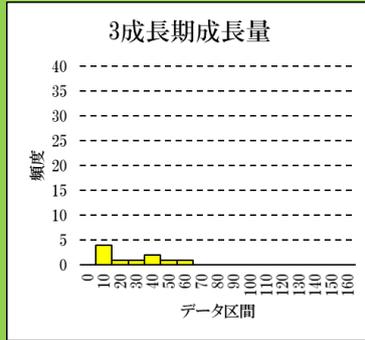
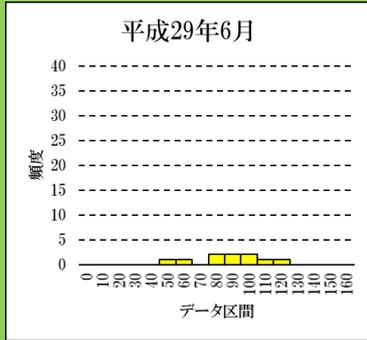


(2) チシマザサ試験地 (留萌南部森林管理署)

① 樹高頻度分布

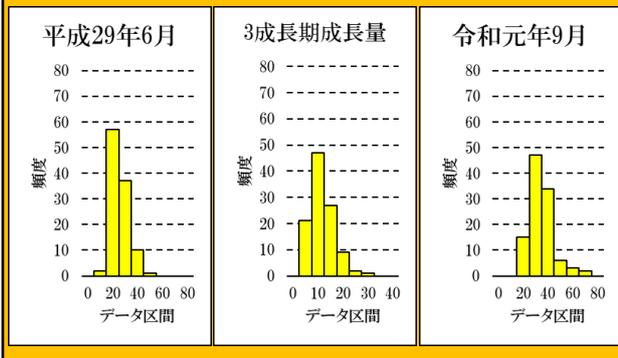


高足刈（2年省略）

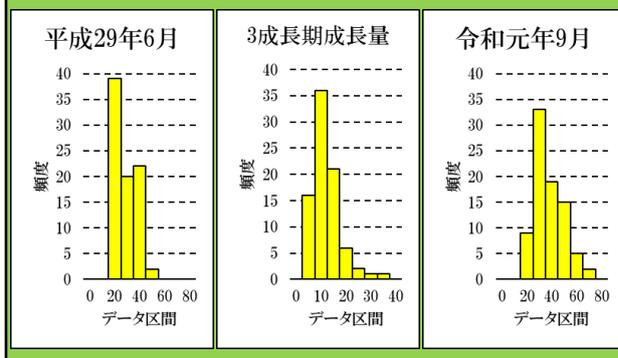


②根元径頻度分布

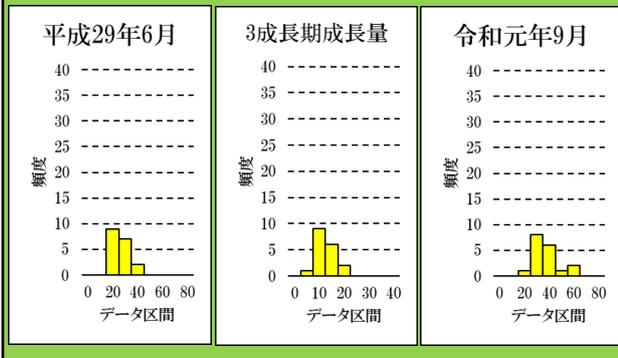
地際刈（全期間刈払）



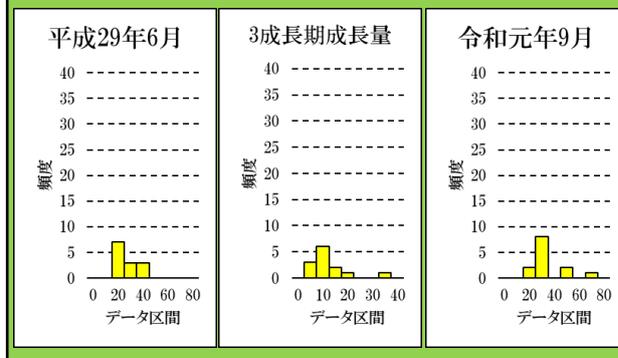
高足刈（全期間刈払）



高足刈（1年省略）



高足刈（隔年刈払）



高足刈（2年省略）

