

大型機械による地拵の効果について —下刈の省力化による低コスト造林の可能性を探る—

北海道森林管理局森林技術・支援センター 山崎孝一

1. はじめに

北海道の林床を特徴づけるササ類は、旺盛な繁殖力と強い適応性を持っています。そのため、人工造林の主要樹種であるトドマツやアカエゾマツの下刈目安は「7年9回」が必要であり、このことが造林コストの負担として、林業経営上の大きな障害となっています。例えば今回紹介する事例では、植栽から下刈までの初期造林コストのうち約3割を下刈が占めていました。

このような中で、最近、大型機械の活用による伐採から造林までの一貫作業が導入され、その中でも地拵の効率を高める工夫が紹介されています。こうした機械活用を単に地拵作業での活用のみならず、その後の下刈保育に対してもより効果的に活用していくことが造林コスト低減に重要と考えます。

そこで、当センターでは、バックホウを主とした大型機械によるササ根茎の除去と地拵を実施し、ササ回復の抑制効果、初期下刈の回数削減による省力化とコスト低減について検証しましたので、その結果を報告します。

2. 試験設計

試験地の地域は、近隣にタケノコ狩りで有名な「笹の平」があり、高さ 2.6m、根元径 1.7cm のチシマザサが 1 m² 当たり 65 本密生した稚樹の侵入はもとより他の植生も寄せ付け

ない場所です。試験地は、この地域にある上川北部森林管理署管内 2200 林班のクマイザサ・チシマザサが混交するササ生地で、標高 620m、平均傾斜 10 度のゆるやかな箇所に設定しました（**図-1**）。

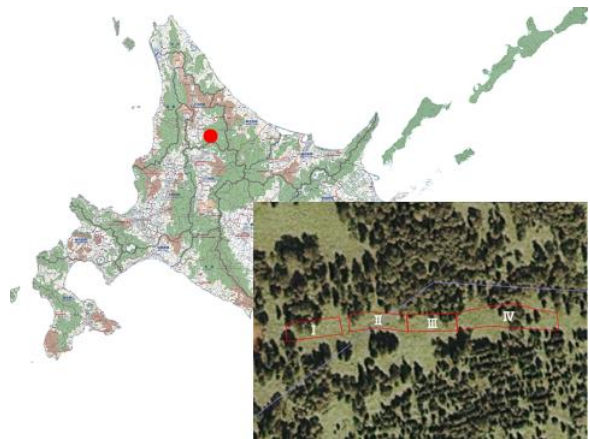


図-1 試験地の位置

試験地 0.40ha の中に、平成 21～27 年度の 7 年 9 回の全期間下刈を実施する I 区、植栽翌年の 1 年分下刈を省略する II 区、植栽翌年から 2 年分下刈を省略する III 区、7 年間下刈を行わない IV 区を設定しました（**図-2**）。

各試験区での植栽列（刈幅 3 m・残幅 4 m）ごとの地拵仕様として、①列はバックホウバケットによる「地搔き」列、②列はブルドーザ排土板による「地搔き」列、③～⑥列はロータリークラッシャー（以下、RC と記載）による刈払列、⑦列は刈払機を使用した人力刈払列を設けました。

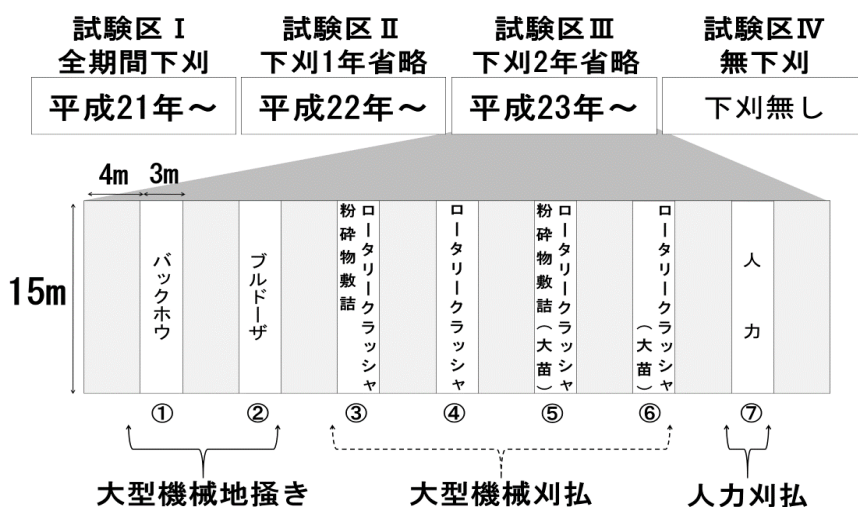


図-2 試験区の配置状況

③～⑥列のRCによる刈払のうち、③⑤列では刈り払ったササを植栽列内に敷き詰める仕様とし、平成20年9月に施工しました。

植栽は平成20年10月に施工し、苗木は①～④及び⑦列に1号規格の普通苗（以下、1号苗と記載）、⑤～⑥列に特号規格の普通苗（以下、大苗と記載）を使用し（表-1）、各列にトドマツとアカエゾマツを10本ずつ、2条植えとなるように左右に並べて植えました。

地拵用大型機械は、バックホウは0.7m³クラス、ブルドーザはD50、RCはヘッドの回

表-1 植栽苗木のサイズ

樹種	規格	苗高(cm)±sd	根元径(cm)±sd	植栽本数
トドマツ	1号	43.6 ±5.4	1.16 ±0.18	200
	特号	60.3 ±5.2	1.25 ±0.18	80
アカエゾマツ	1号	43.6 ±4.9	1.22 ±0.20	200
	特号	58.0 ±4.4	1.69 ±0.35	80

転刃で地表のササ等を刈払う作業機（カナダのデニス社製DAH-100）で、上記バックホウに装着したものを使用しています。

「地拵き」とは、林床植生や有機物を除去して表土を露出させ、稚樹の定着を図る更新

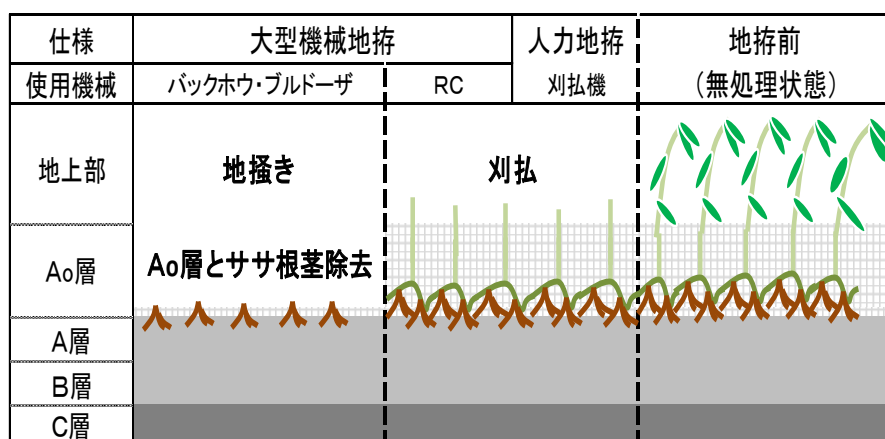


図-3 地拵きのイメージ

補助作業で、天然更新の際に多く使われている作業です（図-3）。本試験地では、繁茂したササの根茎を除去するため、バックホウとブルドーザで実施しました。

3. 調査結果

(1) ササ回復状況

地拵前の植生調査を試験区Iで行い、全試験区域のササの状況を把握しました。この結果、クマイザサの割合が多く、1㎡当たりの本数は前述の「笹の平」よりは少なく、高さは2mを超えていることが分かりました（表-2）。

地拵後の平成21～27年度の植生調査は、全ての植栽列に1m×1mの調査プロットを

表-2 地拵前のササの状況

種類	高さ(cm)±sd	根元径(cm)±sd	本数(本/㎡)
クマイザサ	223.9 ±36.7	1.0 ±0.17	25
チシマザサ	287.0 ±21.5	1.6 ±0.12	5

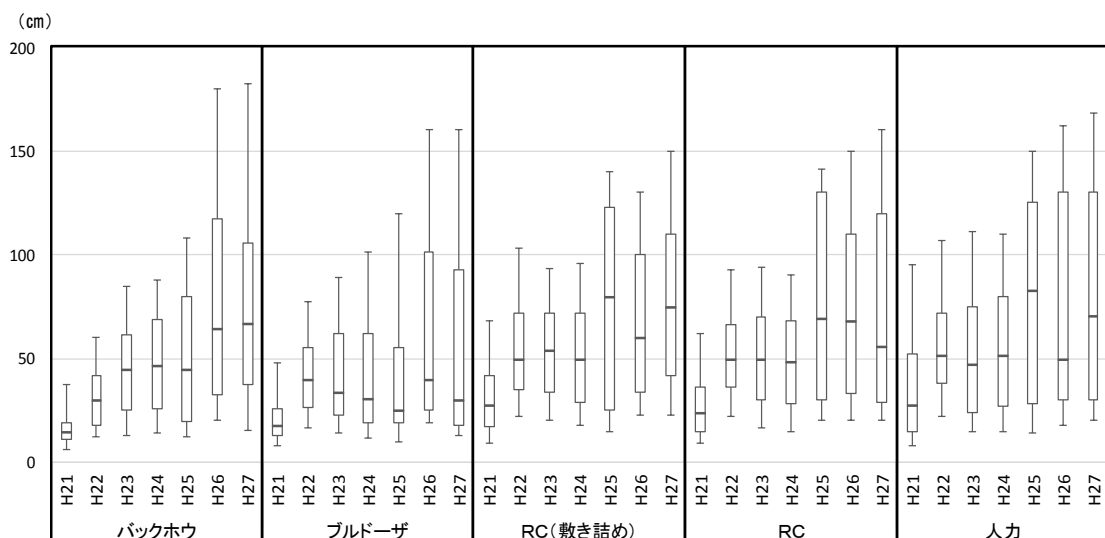
※試験区Iの1m×1mプロット3点の平均

2箇所設置し、下刈実施前の本数と高さを計測しました(4区×7列×2箇所=全56プロット)。

この結果、地拵仕様別のササ高の変化は、バックホウとブルドーザの地掻きの方が、RCや人力の刈払より回復を抑制している傾向が見られ、特に、バックホウの平成22年までの2年間は、他仕様比べて有意に低く

($P < 0.01$) になっていました（図-4）。また、1㎡当たりのササ本数は、期間を通してバックホウによる地掻きが最も回復を抑制していました（表-3）。

試験区別のササ高の変化は、下刈実施の翌年のササ高を概ね50cm程度に抑制していますが、下刈省略の翌年はササ高が確実に増加しています（図-5）。全期間無下刈のIV区は年々増加し、平成25年度には1mを超えるまで回復しています。ササ本数はIV区で他区に比べて多くなっていました（表-4）。



※箱は四分位範囲と中央値、エラーバーは5%点・95%点

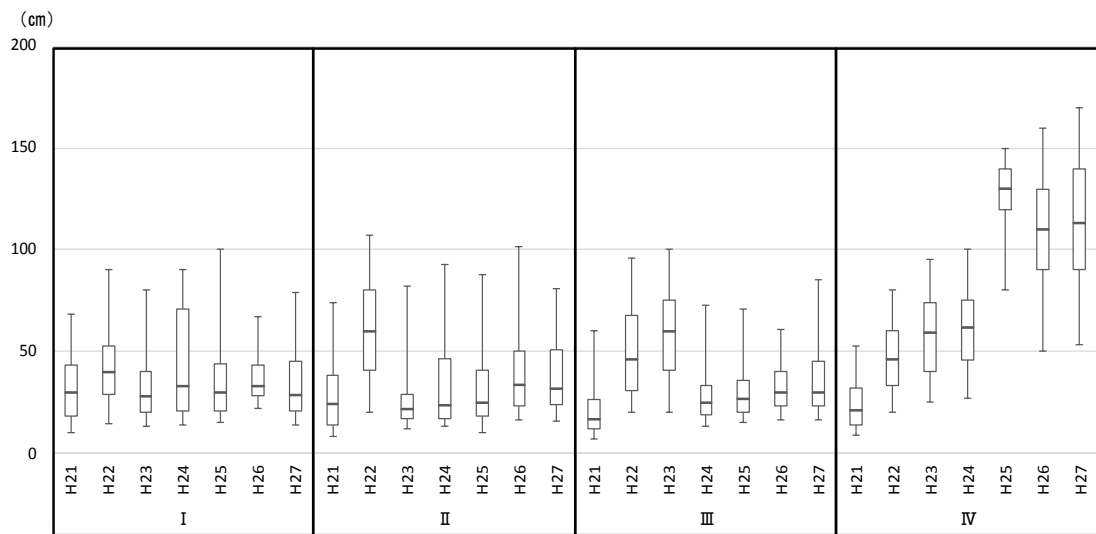
図-4 地拵・年度別のササ高の変化

表-3 地拵別のササ本数

地拵仕様	本数(本/m ²)±sd	min (年度)	max (年度)
バックホウ	12.0 ±3.2	8 (H21)	19 (H27)
ブルドーザ	24.4 ±5.2	15 (H24)	33 (H27)
RC(敷詰)	26.3 ±3.5	21 (H21)	32 (H27)
RC	33.0 ±2.9	29 (H26)	37 (H22)
人力	21.7 ±3.2	15 (H21)	26 (H25)

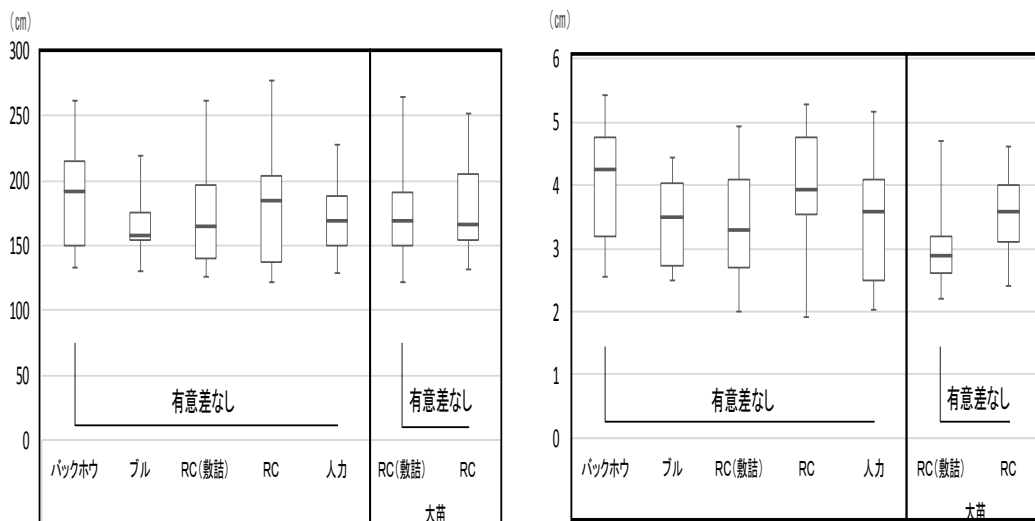
表-4 下刈条件別試験区別のササ本数

試験区	本数(本/m ²)±sd	min (年度)	max (年度)
I	20.1 ±2.9	15 (H24)	25 (H25)
II	16.9 ±7.0	9 (H24)	31 (H22)
III	20.1 ±4.9	13 (H21)	27 (H23)
IV	44.0 ±7.5	30 (H21)	56 (H27)



※箱は四分位範囲と中央値、エラーバーは5%点・95%点

図-5 下刈条件別試験区・年度別のササ高の変化



※箱は四分位範囲と中央値、エラーバーは5%点・95%点

図-6 地拵仕様別成長(トドマツ) 左: 樹高 右: 根元径

(2) 地拵仕様別の成長

①トドマツ (図-6)

1号苗の平成27年度時点の樹高と根元径は、バックホウで良い傾向が見えるものの他仕様間に有意な差はありませんでした。

大苗の平成27年度時点の樹高と根元径は、RCで良い傾向が見えるものの有意な差はありませんでした。

1号苗と大苗の同じ地拵仕様の比較では、植栽時にあった苗木サイズによる有意な差 ($P < 0.01$) が平成27年度時点の樹高と根元径では見られなくなっています。特に根元径では、植栽時のサイズが小さかった1号苗より低い傾向となっていました。

②アカエゾマツ (図-7)

1号苗の平成27年度時点の樹高は、各仕様で同程度となっており、バックホウと他仕様間に有意な差はありませんでした。

根元径は人力で良い傾向が見えるものの有意な差はありませんでした。

大苗の平成27年度時点の樹高と根元径は、RCで良い傾向が見えるものの有意な差はありませんでした。

1号苗と大苗の比較では、植栽時にあった苗木サイズによる有意な差 ($P < 0.01$) が平成27年度時点のRC(敷詰)の樹高と根元径、RCの根元径で見られなくなっていました。

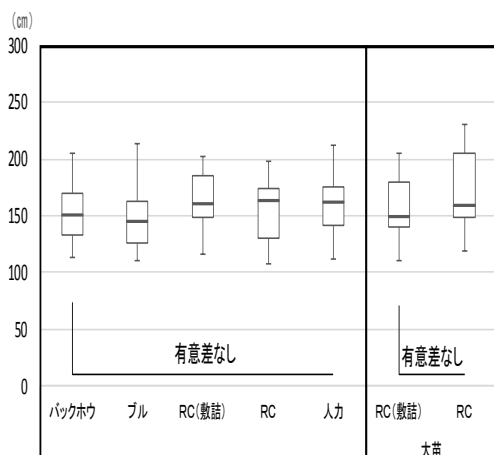
(3) 試験区(下刈条件)別の成長

①トドマツ (図-8)

1号苗の平成27年度時点の樹高は、全期間下刈を実施したI区に対して無下刈のIV区で、根元径は下刈を2年分省略したIII区と無下刈のIV区で有意に低く ($P < 0.01$) なっていました。

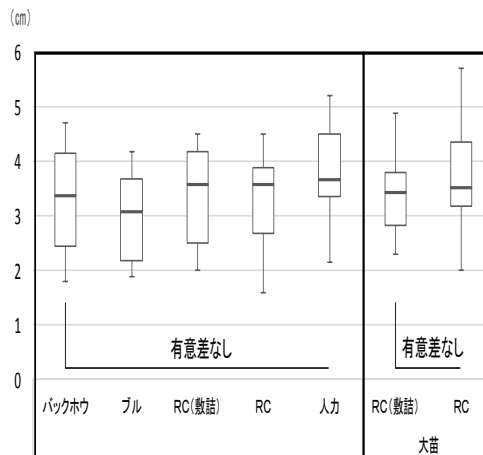
大苗の平成27年度時点の樹高は、I区に対してIV区で低い傾向が見られるものの有意な差はなく、根元径はI区に対してIV区で有意に低く ($P < 0.01$) なっていました。

1号苗と大苗の比較では、平成27年度時点の樹高は全区で大苗が高いものの、植栽時の苗木サイズによる有意な差 ($P < 0.01$) が見られなくなっています。根元径は、I~III区で植栽時のサイズが小さかった1号苗より低い傾向、IV区で1号苗と同程度になっていました。

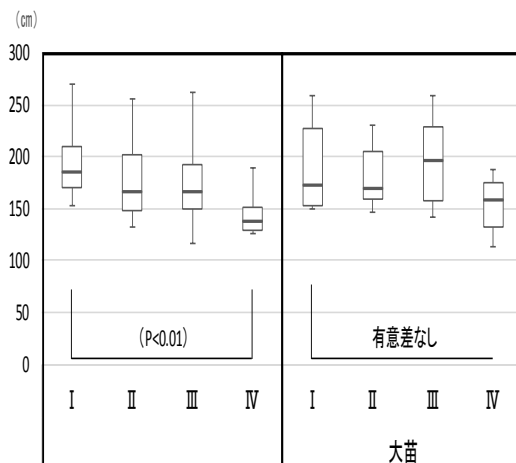


※箱は四分位範囲と中央値、エラーバーは5%点・95%点

図-7 地拵仕様別成長(アカエゾマツ)

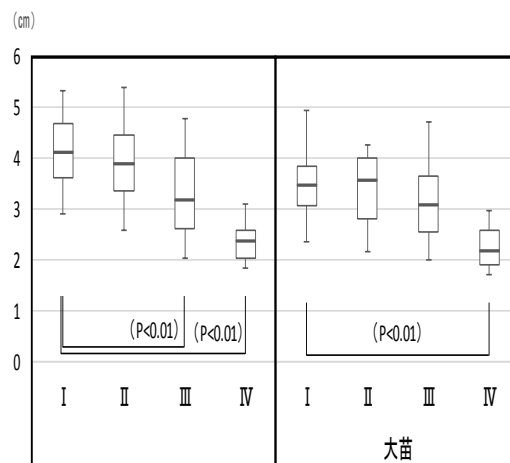


左: 樹高 右: 根元径

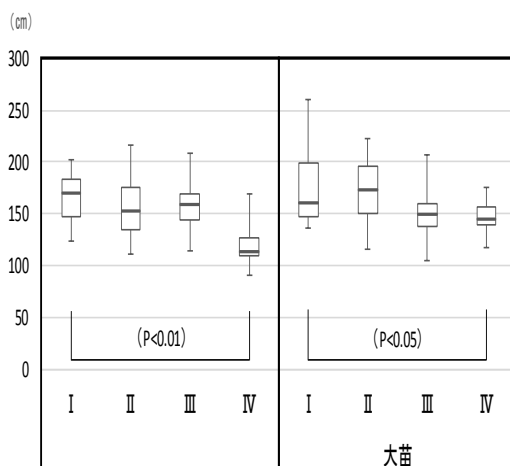


※箱は四分位範囲と中央値、エラーバーは5%点・95%点

図一 8 下刈条件別試験区別成長
(トドマツ)

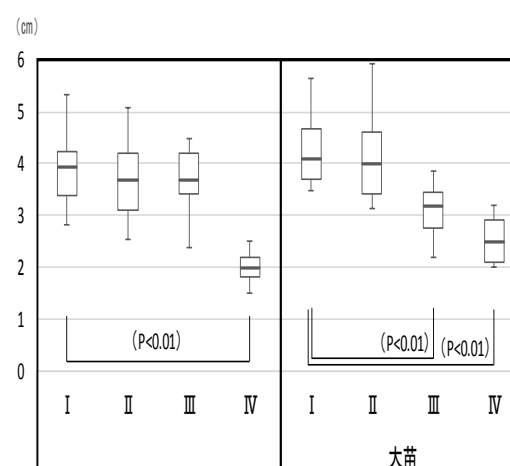


左：樹高 右：根元径



※箱は四分位範囲と中央値、エラーバーは5%点・95%点

図一 9 下刈条件別試験区別成長
(アカエゾマツ)



左：樹高 右：根元径

②アカエゾマツ (図一 9)

1号苗の平成27年度時点の樹高と根元径は、I区に対して無下刈のIV区のみ有意に低く (P<0.01) になっていました。

大苗の平成27年度時点の樹高はI区に対してIV区で有意に低く (P<0.05)、根元径はIII・IV区で有意に低く (P<0.01) になっていました。

1号苗との比較では、平成27年度時点のI・II区の樹高と根元径で大苗が高い傾向となっているものの、植栽時の苗木サイズによる有意な差 (P<0.01) が見られなくなっていました。III区の樹高は1号苗と同程度、根元径は植栽時のサイズが小さかった1号苗より低くなっています。IV区の樹高と根元径は大苗で有意に高く (P<0.01) になっていました。

造林コスト（今回の事例では）

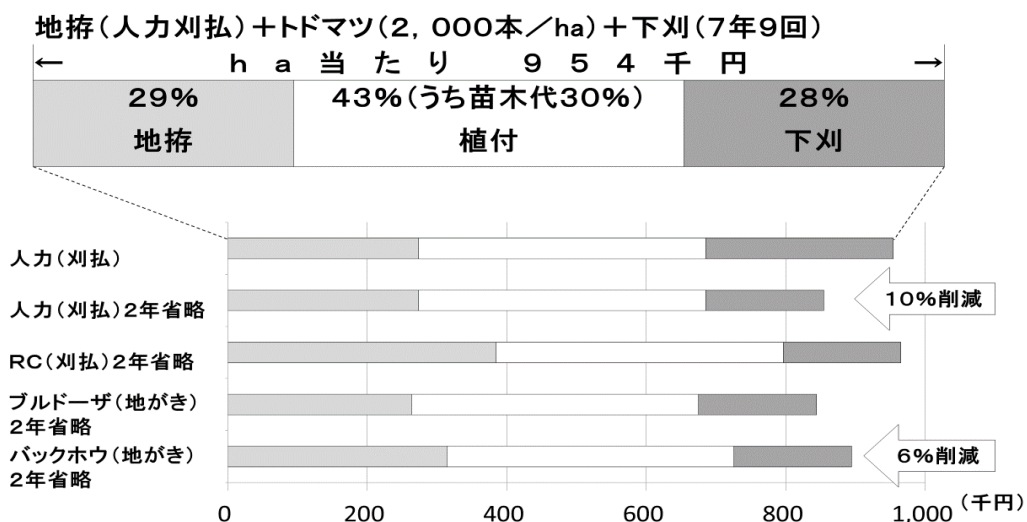


図-10 コスト試算

（４）コスト比較

地拵から下刈までの造林コストについては、地拵作業は時間観測を基に造林の評定要領により、植栽と下刈は北海道の標準単価を基に、労賃や機械損料等の直接費と間接費（定率）により算出し、検討しました。また、本試験では、各列にトドマツとアカエゾマツを植栽していますが、苗木代金はトドマツのみ植栽した場合で計算しています。

本試験の事例では、人力刈払いによる地拵で全期間下刈を実施した場合は954千円となり、下刈を2年省略した場合は、造林コスト全体で10%の削減が可能となりました（図-10）。また、バックホウによる地搔きにより2年省略した場合は、全体で6%の削減が可能となりました。

4. 考察

地拵仕様別の植栽木の成長は、樹種によつて仕様間に若干の差は見られるものの、有意

な差があるとまでは言えず、地拵仕様によるササ高の差は、植栽木の成長に大きな影響を与えるまでには至らなかったと推察できます。

また、各年度の平均樹高の7割の高さが（植栽木の樹高の上部3割がササ高を超えるとその影響から脱すると仮定して）、ササ高分布のどの位置にあるか、トドマツを例に見てみると、地拵仕様間で大きな差はなく、ササ高による影響差は少なかったと考えられます（図-11）。

したがって、地拵仕様の機械選択では効率を優先し選択するのがよいと考えました。

下刈条件別の成長は、全期間下刈したI区と無下刈のIV区の間で、トドマツとアカエゾマツともに平成27年度時点の樹高と根元径で有意に低くなりましたが、I区と初期下刈を省略したII・III区の間では、III区のトドマツ根元径で有意な差が見られただけでした。

I区と初期の下刈を1・2年省略することによるササ回復の差は、I区とIV区のササ回

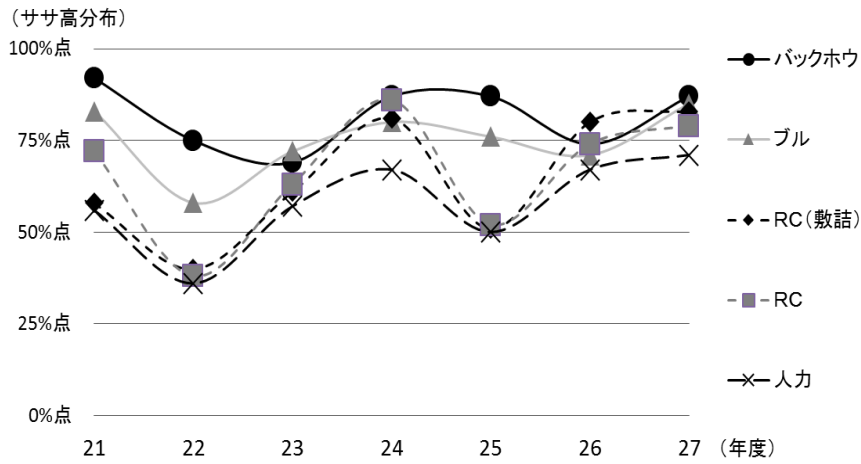


図-11 地拵え方法別ササ高分布におけるトドマツの樹高の7割値の位置

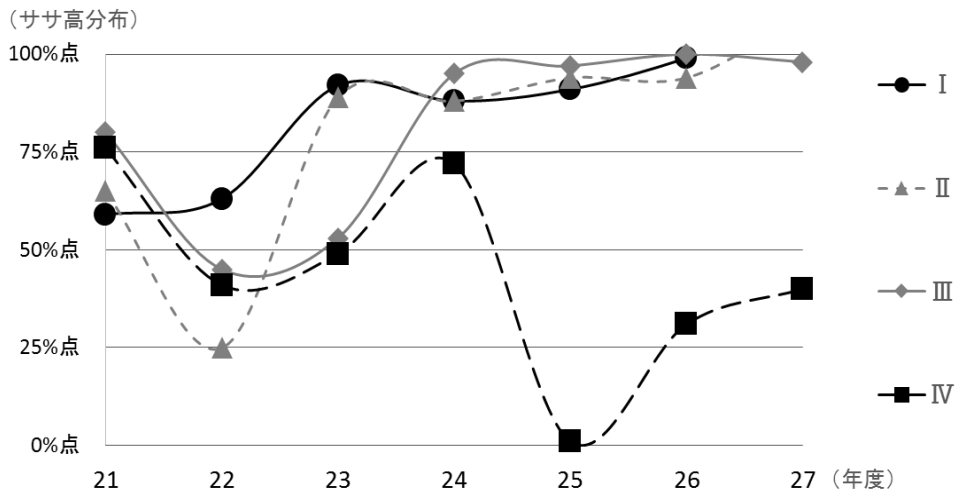


図-12 下刈条件別ササ高分布におけるトドマツの樹高の7割値の位置

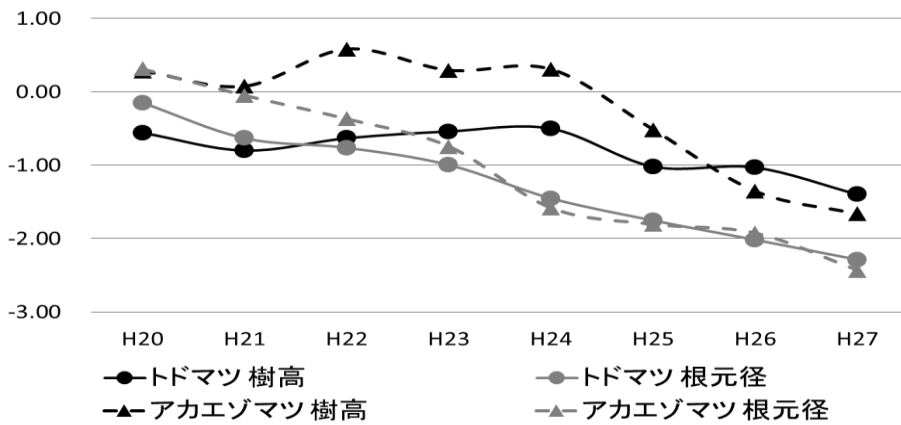


図-13 I区から見たIV区の平均値差の変化

復の差と比べると植栽木の成長に大きな影響を与えるまでには至らなかったと推察できました。

また、下刈条件別に各年度の平均樹高の7割の高さがササ高分布のどの位置にあるかトドマツを例に見てみると、平成25年度以降のⅠ～Ⅲ区とⅣ区の間でササ高による影響差が非常に大きくなりました(図-12)。(Ⅰ・Ⅱ区は平成27年度の下刈時点でササ高分布を脱しています。)

平成27年度時点のⅣ区の成長分布は、Ⅰ区と比較してトドマツの樹高で平成25年度と同程度の水準で、以下、根元径で平成24年度、アカエゾマツの樹高で平成25年度、根元径で平成23年度と同程度となっていました。

Ⅰ区からみたⅣ区の標準化された平均値差で成長推移をみると、樹高は平成25年度から、根元径は平成21年度から徐々に低下が見られ、下刈省略による成長への影響は、樹高よりも根元径でより大きく、早い時期に低下する傾向にあると考えられました(図-13)。また、Ⅳ区の根元径の低下はササ高の差が少ない時期から見られることから、他区と大きく差のある1㎡あたりの本数が影響している可能性があると考えられました。

大苗の樹高成長は、下刈条件別の分布で1号苗より高い傾向が見られましたが、ササ高分布における樹高の7割値の位置では1号苗より僅かに高い程度で、下刈条件別のⅠ・Ⅱ区でササ高分布を脱した時期が1号苗と同じであることから、本試験で使用した大苗サイズでは効果は少ないと考えられました。

5. まとめ

伐採作業で使用する大型機械を地拵作業に活用することは、RCのように導入コストが掛からないことからコスト減となり、その中でもバックハウによる地拵きが最も効率的で、ササ高や本数の回復抑制効果が期待できました。このことから、下刈回数削減への有効な手法の1つであると考えられました。

下刈を省略した場合の植栽木への影響は、全期間下刈に比べると樹高と根元径の成長が僅かに低下する可能性はありましたが、この点を許容すれば、2年分の下刈コストを削減することが可能と考えられました。

更なる回数削減手法としては、

- ① 無下刈でも4年間はササ回復の抑制効果が期待できること。
- ② 無下刈による植栽木へのマイナス影響は、樹高が5年目から、根元径が1年目から現れること。
- ③ 根元径成長へ影響していると思われるササ本数は、地拵きの抑制効果により影響を軽減できる可能性があること。

以上の3点から、地拵をバックハウによる地拵きとすることで、下刈は植栽翌年からの4年6回分を省略できる可能性があると考えられます。その際の造林コストは866千円で約13%の削減が期待できました。