

平成 27 年度
低コスト造林技術実証・導入促進事業
報 告 書

平成 28 年 3 月
林野庁

目次

1. 事業の概要	1
1.1. 事業名	1
1.2. 事業の背景と目的	1
1.3. 事業内容	1
1.3.1. 検討委員会の設置・運営	1
1.3.2. 導入状況等の実態・意識調査	1
1.3.3. 導入事業体への照会等	1
1.3.4. 施業箇所における実測調査	1
1.3.5. マニュアル等の作成	2
2. 検討委員会の設置・運営	3
2.1. 検討委員会の設置	3
2.2. 検討委員会の運営	3
3. 導入状況等の実態・意識調査	5
3.1. 調査の概要と結果	5
3.1.1. アンケート調査の概要	5
3.1.2. アンケート調査の結果	5
3.2. アンケート項目	6
3.3. 分析結果	8
3.3.1. 都道府県	8
3.3.2. 素材生産事業体・森林組合	10
3.3.3. 苗木生産事業体	11
3.4. まとめ	12
4. 導入事業体への照会等	13
4.1. 照会調査の目的	13
4.2. 照会調査事業体の選定	13
4.3. 照会調査の結果	13
4.3.1. 浦幌町森林組合	13
4.3.2. 設楽森林組合	25
4.3.3. 東城町森林組合	35
4.4. まとめ	52
5. 施業箇所における実測調査	54
5.1. 目的	54

5.2.	調査方法.....	55
5.3.	北海道地方の調査結果.....	56
5.3.1.	調査地.....	56
5.3.2.	林地の状況.....	57
5.3.3.	作業の流れ.....	57
5.3.4.	伐採作業.....	58
5.3.5.	地拵え作業.....	63
5.3.6.	植栽作業.....	64
5.3.7.	伐採～地拵え工程の時間分析.....	69
5.3.8.	通常施業箇所との比較.....	75
5.4.	東北地方の調査結果.....	80
5.4.1.	調査地.....	80
5.4.2.	林地の状況.....	81
5.4.3.	作業の流れ.....	82
5.4.4.	伐採作業.....	82
5.4.5.	地拵え作業.....	88
5.4.6.	植栽作業.....	89
5.4.7.	通常施業箇所との比較.....	91
5.5.	中部地方の調査結果.....	95
5.5.1.	調査地.....	95
5.5.2.	林地の状況.....	96
5.5.3.	作業の流れ.....	97
5.5.4.	伐採作業.....	97
5.5.5.	地拵え作業.....	103
5.5.6.	植栽作業.....	104
5.5.7.	通常施業箇所との比較.....	106
5.6.	まとめ.....	110
5.6.1.	北海道地方.....	110
5.6.2.	東北地方.....	110
5.6.3.	中部地方.....	111
6.	マニュアル等の作成.....	112

1. 事業の概要

1.1. 事業名

平成 27 年度低コスト造林技術実証・導入促進事業

1.2. 事業の背景と目的

森林資源の成熟による主伐(皆伐)の増加に伴い、主伐後の再造林の増加も予想されている。こうした中、森林の多面的機能を十分に発揮していくためには、間伐の推進に加え、主伐後の再造林を確実に実施することが必要となっている。

他方で、限られた財源の下で効率的に再造林を行うためには、再造林の低コスト化を徹底することが不可欠となっている。

本事業は、造林経費の太宗を占める地拵え及び植栽から下刈りまでの経費の低コスト化を進めるため、伐採と地拵えの一体化による低コスト造林技術（以下、「低コスト造林技術」という。）について、導入事業体への聞き取り調査、施業箇所における実測調査によりデータ等を収集・分析し、現場導入に当たっての留意事項やノウハウ等を掲載した林業関係者向けのマニュアルを作成することを目的とする。

1.3. 事業内容

1.3.1. 検討委員会の設置・運営

学識経験者 5 名からなる検討委員会を設置して、検討委員会を年 3 回開催した。調査方法やデータ分析の技術的指導及び助言、調査結果や成果等の取りまとめを実施した。

1.3.2. 導入状況等の実態・意識調査

低コスト造林技術等の導入状況の実態や導入に当たっての問題意識等について、各都道府県森林整備担当部署、導入事業体（約 50 事業体）及び都道府県毎に新たに抽出する 2 程度の事業体等を対象に調査を行った。

1.3.3. 導入事業体への照会等

低コスト造林技術の優良事例や取組状況について、北海道地方、中部地方、近畿中部地方の 3 箇所において導入事業体への照会や既存の文献等により調査を行った。

1.3.4. 施業箇所における実測調査

低コスト造林技術について、北海道、東北地方、中部地方の 3 箇所（1 箇所当たり、概ね 1 ha 以上）で、生産効率（各工程の人工数等）、コスト、林地の状況（地形、樹種、下層植生等）を実測により把握し、通常の施業との比較等により分析を行った。

1.3.5. マニュアル等の作成

導入状況等の実態・意識調査、導入事業者への照会等及び作業箇所における実測調査により得られた調査結果から、各事業者の取組概要、技術導入時の工夫、生産効率、コスト等のデータを分析し、地形等の適用条件、現場導入に当たっての留意事項やノウハウ等を取りまとめた。

上記の結果を踏まえて、林業関係者向けのマニュアル等（電子データ）を作成した。

2. 検討委員会の設置・運営

2.1. 検討委員会の設置

本事業の実施において、低コスト造林技術実証・導入促進事業検討委員会を設置した。

検討委員会は、施業システム、造林、森林経営等に関する学識経験者5名で構成した（表 2-1-1）

表 2-1-1 検討委員会の構成（五十音順・敬称略）

氏名	所属	専門
今富 裕樹	東京農業大学 森林総合科学科 林業工学研究室 教授	施業システム
鹿又 秀聡	国立研究開発法人 森林総合研究所 林業経営・政策研究領域 林業システム研究室	森林経営
重永 英年	国立研究開発法人 森林総合研究所 九州支所 森林生態系研究グループ長	森林生態・造林
澁谷 正人	北海道大学 大学院農学研究院 農学部 造林学研究室 准教授	造林
寺岡 行雄	鹿児島大学 農学部 生物環境学科 教授	森林計画・森林経営

2.2. 検討委員会の運営

検討委員会の開催日と主な検討内容を表 2-2-1 に、検討会委員会の実施状況を写真 2-2-1～2-2-3 に示した。検討委員会は、9月、12月、2月の計3回実施した。検討委員会では、調査方法やデータ分析の技術的指導及び助言がなされたほか、調査結果や成果の取りまとめ等についての検討を実施した。

表 2-2-1 検討委員会の実施日と主な検討内容

検討委員会	開催日	主な検討内容
第1回検討委員会	平成27年9月3日	<ul style="list-style-type: none"> ・昨年度の業務結果に関する概要報告 ・今年度の業務内容と具体的な調査手法等
第2回検討委員会	平成27年12月17日	<ul style="list-style-type: none"> ・進捗状況の報告 ・マニュアル等の作成に関する検討等
第3回検討委員会	平成28年2月18日	<ul style="list-style-type: none"> ・調査結果の報告 ・今年度の結果に関する全体討議 ・次年度以降の事業に関する検討等



写真 2-2-1 第1回検討委員会の実施状況



写真 2-2-2 第2回検討委員会の実施状況



写真 2-2-3 第3回検討委員会の実施状況

3. 導入状況等の実態・意識調査

3.1. 調査の概要と結果アンケート調査の概要

アンケートの対象者は都道府県、素材生産業者、種苗業者等を対象として 222 箇所に対して実施した。その内訳は、都道府県の造林事業担当部局(47)、昨年度意向調査に協力してもらった事業者等 (81 事業者等)、本年度都道府県ごとに新たに抽出した事業者等 (94 事業者等) である。

アンケートの方法は、郵送により調査票を送付し、回答した調査票を郵送により返送してもらう方法で実施した。

3.1.2. アンケート調査の結果

アンケートの回収状況は、総発送数 222 に対し、161 を回収した (回収率 72.5%)。その内訳は、図 3-1-1 のとおり都道府県 42、素材生産事業者・森林組合 96、苗木生産事業者 23 である。また、地方別の回答件数・割合は図 3-1-2 のとおりであり、近畿中国が最も多く 44 件 (27.3%)、次いで関東が 38 件 (23.6%)、九州が 30 件 (18.6%) を占めていた。

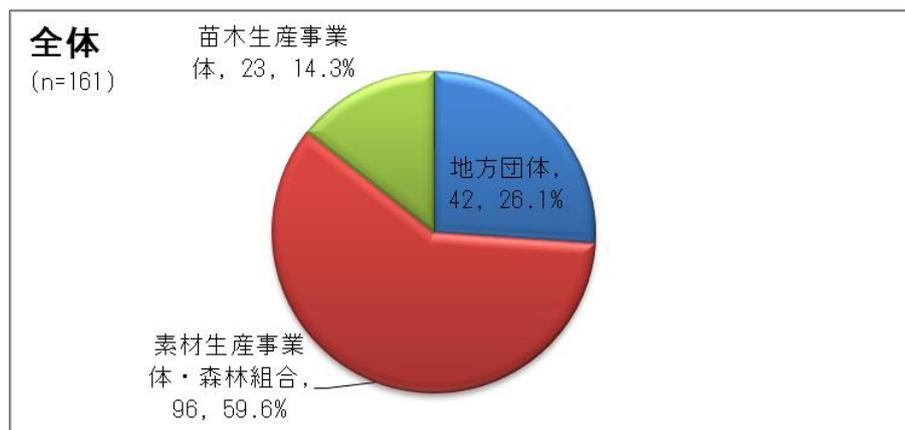


図 3-1-1 アンケート回答件数・割合 (対象者別)

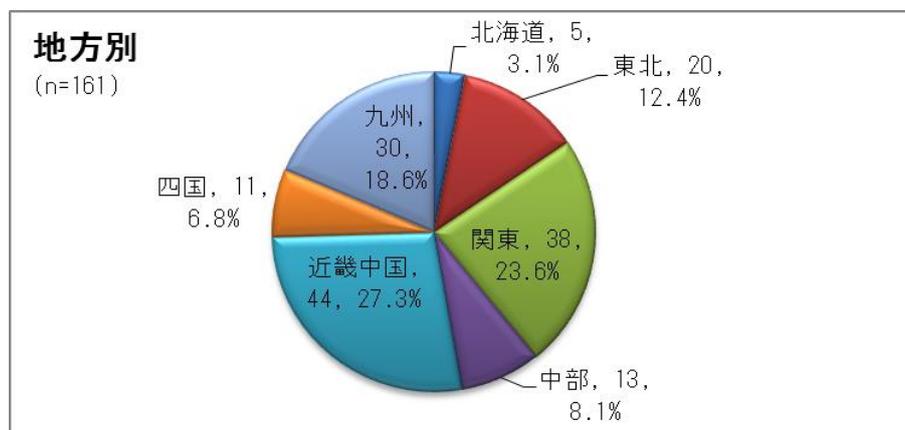


図 3-1-2 アンケート回答件数・割合 (地方別)

3.2. アンケート項目

アンケート項目は、表 3-2-1 のとおり対象とする者ごとに低コスト造林技術等の導入状況、あるいは検討状況に関する事項を選定し作成した。

表 3-2-1 アンケート項目

1 すべての対象者（都道府県、素材生産事業者・森林組合、苗木生産事業者）の取組	
1) 低コスト造林技術等の導入状況、あるいは検討状況	
① 導入した低コスト造林技術等の内容	
② 低コスト造林技術等を導入して確認できた事項	
③ 導入した低コスト造林技術等の現状での課題	
④ 低コスト造林技術等の未実施事業者の関心事項	
⑤ 低コスト造林技術等の未実施事業者の導入予定	
⑥ 低コスト造林技術等の未実施事業者の導入に当たっての課題	
2) 一貫作業システムの認識度	
3) 一貫作業システムによる造林コスト削減の認識度	
4) コンテナ苗の認識度	
2 都道府県の取組	
1) 各都道府県における伐採、再造林面積等	
2-1 一貫作業システム	
1) 一貫作業システムの導入状況	
① 導入した一貫作業システムの種類	
② 一貫作業システムの発注件数	
③ 一貫作業システムを発注して明らかになった事項	
④ 一貫作業システムの導入の促進	
⑤ 一貫作業システムの導入を進める理由	
⑥ 一貫作業システムの導入を進めたくない理由	
⑦ 一貫作業システム未実施都道府県の一貫作業システムの導入に当たっての関心事項	
⑧ 一貫作業システム未実施都道府県の一貫作業システムの今後の導入予定	
⑨ 一貫作業システム未実施都道府県の一貫作業システムの導入に当たっての課題	
2-2 コンテナ苗	
1) コンテナ苗の生産者数	
2) コンテナ苗の価格	
3) コンテナ苗の規格	
① コンテナ苗の規格の有無	
② コンテナ苗の規格の内容	

	4) コンテナ苗の植栽実施状況
	① コンテナ苗の発注件数
	② コンテナ苗を用いた植栽の発注で明らかになった事項
	③ コンテナ苗の運搬方法
	④ コンテナ苗以外の苗木の植栽時期
	5) コンテナ苗生産者に対する補助、技術指導等
	① コンテナ苗生産者に対する具体的な補助、技術指導等の内容
	6) コンテナ苗の普及推進上必要なデータ
	7) コンテナ苗生産において障害となっている事項
3	素材生産事業者・森林組合の取組
	① 各事業者の素材生産量及び植栽面積
	② 各事業者の直営の現場における作業体制
	③ 各事業者の林業機械所有台数
	④ 素材生産場所
	⑤ 伐採後に併せて実施した施業
	3-1 一貫作業システム
	1) 一貫作業システムの実施状況
	① 一貫作業システムで植栽した苗の種類
	② 一貫作業システムでコンテナ苗を植栽する際の課題
	③ 一貫作業システムを実施して明らかになった事項
	3-2 コンテナ苗
	1) コンテナ苗の植栽の実施
	① コンテナ苗の植栽面積
	② コンテナ苗を植栽して明らかになった事項
	2) コンテナ苗の植栽を継続する際の障害
4	苗木生産事業者の取組
	① 各苗木生産事業者の年間の苗木生産量
	② 各苗木生産事業者のコンテナ苗の生産状況
	③ 各苗木生産事業者における現場作業従事者数
	4-1 コンテナ苗
	1) コンテナ苗の生産の実施
	① コンテナ苗を生産して明らかになった事項
	② コンテナ苗を生産していない理由
	③ 事業として成立可能なコンテナ苗の年間出荷本数

3.3. 分析結果

回収した各事業体からのアンケート結果をとりまとめて分析した結果は、次のとおりである。なお、詳細については、巻末資料に掲載した。

3.3.1. 都道府県

(1) 一貫作業システム導入状況

全国の都道府県のうち、図 3-3-1 のとおり既に導入した都道府県は 2 県（4.9%）、実証試験中は 9 県（22%）、合計 11 県である。

また、一貫作業システムを導入した（導入試験をしているところを含む）県における一貫作業システムの種類は次のとおりである（複数回答）。

車両系（フォワーダ）による一貫作業が 6 件と最も多く、次いで車両系（タワーヤード）及び架線系による一貫作業がそれぞれ 3 件、車両系（ハーベスタ）による一貫作業が 1 件であった。

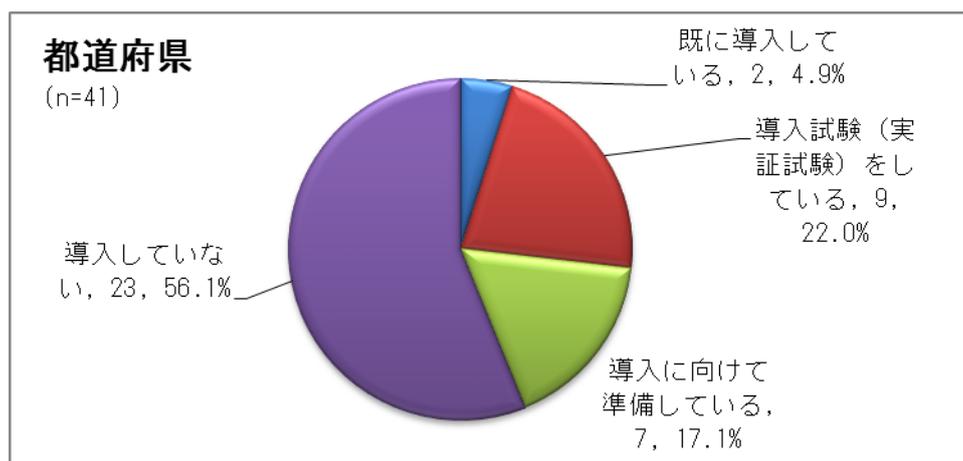


図 3-3-1 一貫作業システムの導入状況（全体）

一貫作業システム事業等を発注した都道府県の件数（導入試験をしているところを含む）は 19 件であり、該当する都道府県へのアンケート回答から次の点が明らかになった。

- 東北 A 県：受注事業体は一貫作業システムについて多少情報を持っていたが、具体的な作業内容の指示、打合せは細部まで行う必要がある。コンテナ苗の入手が困難なのが課題である。
- 関東 B 県：高性能林業機械による作業歩掛がないので歩掛を作成して対応する。作業員がコンテナ苗植栽に慣れておらず、植栽方法を指導した。また伐採と植栽の作業班の連携が取れなかった。

[成果] 造林コストの低減につながった。

- 近中 A 県：一貫作業システム用の地拵え歩掛かりが必要である。伐採班と植栽班との作

業スケジュール調整が必要である。コンテナ苗の供給体制の構築が必要である。伐採計画と連動させる。

[成果] コンテナ苗は植栽時期が幅広いため、発注時期も幅広くできる。地拵えが簡略化できた。伐採完了した箇所から随時植栽できた。グラップルにより効率的に地拵えができた。集材用の架線等で効率的に苗木の運搬ができた。

- 九州 D 県：立木公売制度になじみにくい。立木公売落札者と協議し、伐採と同時に植栽ができるよう植栽事業を委託した。

[成果] 地拵えに係る経費が低減した。

- 九州 G 県：一貫作業システムの利点等について理解を深めるため講師等を招いた研修会を実施した。また素材生産業者は地拵え・植栽に不慣れであり、一貫作業の実践的取り組みを支援した。

地域差についてみると、導入した・導入実証を実施した都道府県について今後も導入を進めたいかを質問したところ東北、関東、中部、九州は今後も進めるとしている一方、近畿中国及び四国は思案中との結果であった。

また、導入も実証も考えていなかった都道府県（所謂何もしていなかった都道府県）に対して今後の導入の予定を質問したところ、導入に向けて前向きなのは九州が 8 割、中部と四国で 5 割、近畿中国で 3 割、関東・東北で 2 割以下であり、一方、北海道で導入の予定はないとの結果であった。

(2) コンテナ苗の状況

コンテナ苗木の生産者数、価格、規格、植栽実施状況等について、都道府県へのアンケート結果は以下のとおりであった。

- ・ コンテナ苗生産者数は 187 件であった。
- ・ コンテナ苗の値段が高い。150cc も 300cc も価格は同じが多い。
- ・ 規格ありと規格なしで半々であり、九州では全ての県で規格あり、北海道では規格なしとなっている。
- ・ コンテナ苗を植栽したことがない都道府県は 32 県（78%）、したことがある都道府県は 9 県（22%）である。
- ・ コンテナ苗生産者への国庫補助事業（苗木安定供給推進事業）等や都道府県の研究機関等による技術指導を行っているのは 35 府県である。
- ・ コンテナ苗普及に必要な情報は、コンテナ苗の生育状況（活着も含め）、育苗技術、生産コストである。
- ・ コンテナ苗生産における障害となっている事項は、需要が不透明、生産技術が確立されていないなどである。

3.3.2. 素材生産事業者・森林組合

(1) 一貫作業システム導入状況

- ・ 94 事業者へのアンケートを実施し、林業機械の現有の主なものは、グラップル 233 台、フォワーダ（グラップル付き）131 台、フォワーダ（グラップルなし）67 台、ハーベスタ 83 台、プロセッサ 80 台、スイングヤーダ 62 台、タワーヤーダ 13 台、集材機 100 台である。
- ・ 伐採後に地拵えや植栽を実施したことがある事業者は 64 事業者（約 69%）、伐中地拵えは 14 事業者（15%）である。
- ・ 30 事業者（32%）が一貫作業システムを実施した経験がある。
- ・ 伐採や地拵えや植栽を実施した経験のある事業者は九州、近畿中国、関東ではほぼ 20%である。

一貫作業システム事業等を実施した事業者へのアンケート回答から次の点が明らかになった。

- 東北 D 県：重機で地拵えをする分、コストは割増しになる。→地拵えの実施基準を決める必要がある。コストが割増しになる分、立木売買代金を高くみられない。
[成果] 地拵えや植栽を考えて初めから伐採の段取りが組める。
一貫作業システムは、再造林に意欲的な山主とは立木売買契約を結ぶきっかけになる。
- 中部 B 県：苗木の納入のタイミングが合わない。
- 近中 I 県：地拵え末木枝条の置き場で除地が増える。→機械オペレーターは造林作業の経験がなく指導が必要。また、立木売却益と植え付け費用の一貫金額の提示が難しい。最低予定利益と最高植え付け費用で、トータルの利益を少し低く提示するも説得力に欠ける。
[成果] 植栽が具体化しているので予定本数の目立てが立てやすい。
面積が変わるので苗木本数の注文変更の頻度が多い。
また苗木入荷の調整が難しい。
- 九州 E 県：木材の土場など最後まで使う箇所は地拵えとのタイミングが難しい。
夏場にはコンテナ苗がない。補助申請が一期でしかできない。
[成果] 重機での地拵えなど省力化ができた。
少ない日数で作業ができた。
- 北海道：一貫作業システムを実施できる事業者が不足している。伐採→地拵え→植栽を行える事業者の育成。
[成果] 下請け事業者の意識の変化（植林作業がしやすいような伐採作業の進め方）。
- 近中 G 県：伐採班に地拵え技術の理解と習得が必要である。
[成果] 検討会等の実施で、伐採班に伐採後の新植の実施を理解させ、新植を考えた伐

採を実施させることができた。

- 九州 D 県：伐出作業班と造林作業班の調整、及び作業方法の検討が必要。簡単には一本化できないが、伐出・造林作業班の一本化を図る。

[成果] 作業時間の短縮、苗木搬入コスト及び時間の短縮ができる。

- 九州 G 県：普通苗（裸苗）を使った伐採・地拵え～植栽の作業であったため、植栽時期が1月～2月に集中した。時期を選ばないコンテナ苗を検討する。

[成果] 作業コストが下がった。

(2) コンテナ苗の状況

- ・ 素材生産事業者・森林組合でコンテナ苗を植栽した経験は 81 事業者の中で 21 事業者（26%）であった。またコンテナ苗木の植栽の状況や成果についての回答は以下のとおりであった。

- 近中 I 県：根鉢が壊れないようにする。苗が重い。

小運搬に一人必ず必要。作業道から運ぶのが大変なのでこの小運搬の方法を検討する必要がある。1回に手で運ぶのが 25 本までなので、50 本まで運べるように改善する。

時期によっては草で苗木が見えないので、誤伐防止が必要である。下刈り人工が倍になりトータルでコスト高となる。これはコンテナ苗に限らず裸苗も同様である。150cc のコンテナ苗より 300cc のより大きなコンテナ苗を使う。

[成果] 植え付けが簡単である。

- 北海道：根鉢を安定せず運搬に配慮が必要。生産者の技術向上が必要。

小運搬の工程が増す。

- 近中 A 県：苗の運搬に時間がかかる。フォワーダで苗を運搬する。

[成果] 植栽スピードが速い。

- 中部 C 県：抜き取りに苦労した。小運搬に時間を要した。コンテナ苗運搬専用器具の開発が必要。

[成果] 活着率が良い。

- 九州 E 県：夏場に苗がないので冬場にしか一貫作業システムができない。

3.3.3. 苗木生産事業者

北海道から鹿児島まで種苗生産者 23 事業体にアンケートを実施した。事業者の規模は、苗木生産 25～2150 千本/年（その内、コンテナ苗 1.6～290 千本/年）である。コンテナ苗の生産実績は、「あり」が 18 事業者（78%）、一方「なし」が 5 事業者（22%）である。

- 北海道：コンテナ苗の廃棄、良苗を棄てないで良いような仕組みを求める。
- 東北 A 県：根鉢が壊れやすくて困る。
- 中部 B 県：初期の設備費がかかる。安定的需要があれば投資も可能である。

[成果] 生産施設の面積が少なく済む。普通苗に比べて作業性は向上する。

- 近中 D 県：コンテナ苗の引き抜きが難しい。約 20%が生育不良苗である。
- 近中 F 県：根の回りが部分的に悪く、土が固まらない。
- 近中 I 県：需要が少なく採算が取れない。露地に比べ体への負担が少ない。病害虫が少ない。雑草が少ない。
- 九州 E 県：出荷時期に合わせた計画生産を行う必要あり。森林組合等の事業計画を把握できる連携体制づくりで周年出荷が可能になる。
- 九州 G 県：生産資材調達の資金が不足する。補助金を利用する。
生産～出荷まで1～2年かかるので需給調達が難しい。需要者側との調整が必要。

[成果] 資金繰りが楽になった。労働の平準化になる。労働が普通苗より楽。雨天時の仕事確保。

3.4. まとめ

一貫作業システムについては、「重機での地拵えは、コストの割増しになる」というコメントが見られたことから、地拵えの実施基準を決める必要がある。また、「地拵えの際の末木枝条の置き場で除地が増える」というのは、機械オペレーターが造林作業の経験がないことに起因していることから、適切な処理方法についての指導が必要である。

コンテナ苗については、「コンテナ苗の根鉢が崩れる」、「根の回りが部分的に悪い」というのは、栽培技術が未だ十分でないことに起因している。また、「コンテナ苗が重い」、「引き抜きにくい」等については培地に土を混入することによって生じる。コンテナ苗のこれからのポイントは、如何に軽量化するかである。コンテナ苗をココナツハスク 100%で栽培・出荷している生産者もいる。栽培技術の向上のため、各地で現在出回っているコンテナ苗の質や栽培方法を検証し、栽培技術を高度化する。それをベースに優良なコンテナ苗生産者への視察や研修の機会を作っていくのが大切で必要である。

また、コンテナ苗を植栽するのは比較的容易で時間もかからないが、一回に持ち運べる量が裸苗に比べて少ないため、小運搬に要する時間がかかるとのコメントが見られた。植栽現場での軽量の背負い式等の運ぶ器具の開発が必要と考えられる。

4. 導入事業体への照会等

4.1. 照会調査の目的

一貫作業システムの優良事例や取組状況について、北海道地方、中部地方、近畿中国地方の3箇所において導入事業体への照会や既存の文献等により調査を行った。

導入事業体への照会先については、委託契約後に机上調査を経て選定し、林野庁担当者と協議の上、決定した。

4.2. 照会調査事業体の選定

北海道地方、中部地方、及び近畿中国地方の3箇所から、文献調査により導入事業例を収集するとともに、本年度低コスト造林技術等について興味を持ち、積極的に事業の導入に向けて検討をすすめている都道府県から事業体を選定した。

具体的には、次のとおりである。

1. 北海道地方（北海道）
2. 中部地方（富山県、長野県、岐阜県、愛知県）
3. 近畿中国地方（石川県、福井県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県）

さらに、具体的な照会調査事業体は、本事業で実施した導入状況等の実態・意識調査を実施した際に各都道府県の森林整備担当部局から紹介された事業体の中から、アンケート調査に特に意欲的な回答のあった事業体を選定した。

1. 北海道地方（北海道__浦幌町森林組合）
2. 中部地方（愛知県__設楽森林組合）
3. 近畿中国地方（広島県__東城町森林組合）

4.3. 照会調査の結果

4.3.1. 浦幌町森林組合

(1) 事業体の概要

浦幌町森林組合は、北海道十勝総合振興局管内の十勝郡浦幌町に事務所を置き、浦幌町内の民有林を主な対象として造林、素材生産を直営の労務班を持たずに下請け事業体を使って林業事業を展開している。

(2) 事業の概要

① 本事業導入の経緯

本事業体では、北海道森林組合連合会内に事務局を置く、人工林資源保続支援基金が平成26年度に募集していたコンテナ苗を活用した造林事業に公募し、実際にコンテナ苗の植栽を実施したものである（図4-3-1、図4-3-2参照）。

浦幌町の一般民有林が約 31,000ha でその約半数の 15,400ha が人工林となっており、その人工林の 70%を占めるカラマツの約 6 割が 9 齢級以上の主伐期の高齢林となっている。今までは、裸苗を植栽していたが、コンテナ苗は活着が良く、造林事業のトータルコストの低減に有効であると言われていたので、実際に自分たちで植栽し、裸苗との差を比較して、施業に取りこめるか検討する。また、地域の森林所有者に情報提供を行い、少しでも山に興味を持ち、『伐ったら植える』という意識を持ってもらうために実施したとのことである。

② 浦幌町森林組合のポリシー

主伐期を迎えて森林所有者から伐採業者に依頼が行くと、業者は伐りっぱなしにして植栽をせずに裸山になったままとなっており、その数は増加傾向にある。これらは、不在村地主が財産目的で所有されている山のようなものである。

しかし、森林組合に依頼があれば、山の保続を考えて伐った後には植えるという事業を所有者に提案し、80～90%の所有者からの了解を得て植えている。

③ 事業実施箇所の情報

(所在地) 十勝郡浦幌町 (図 4-3-3、図 4-3-4、写真 4-3-1 参照)

(面積) 植栽面積：3.46ha (うちコンテナ苗：0.24ha)

(森林所有者) 浦幌町森林組合

(植栽樹種) カラマツ

(植栽本数) 7,150 本 (うちコンテナ苗：500 本)

(野生鳥獣被害) エゾジカにより新芽を食害されるためにシカ柵を作りたいが、捕獲を優先的に行うように言われ、柵は作っていない。また、農業サイドで農作地の周辺に丈夫な柵を設置したことから、森林地帯へのエゾジカの出没、被害が増加しているとのことである。

また、エゾヤチネズミに被害を受けないように補助事業で殺そ剤を散布している。

北海道森林組合連合会TOP

人工林資源保続支援基金

サイトご案内

TOPページ

北海道森林組合連合会概要

森林組合系統組織

道内森林組合一覧

森林売買情報

木材加工品情報

森林保険

違法伐採対策について

木質バイオマスの証明
について緑の雇用現場技能者育成
対策事業

人工林資源保続支援基金

社会貢献活動
(木育資材の貸出等)

O&Dウッドのご紹介

森林組合会員向け情報

ログイン

※一般の方はご覧になれません。

人工林資源保続支援基金

「人工林資源保続支援基金」では、協力を募集しています。

北海道の森林は全国の約4分の1を占め、カラマツやトドマツなどの人工林資源が利用期を迎えており、今後は人工林を主体として、「植えて、育てて、伐って、また植える」という森林資源の保続と循環利用を進めていく必要があります。

このため、道内の人工林資源を活用する企業等が、森林所有者等の森林づくりへの支援を目的として、平成24年12月25日に「人工林資源保続支援基金」を設立しました。

企業等から拠出していただいた協力は基金に繰り入れ、カラマツ、トドマツなど本道の人工林資源を保続するための取り組みに活用することとしています。

基金の概要については、[こちら](#)をご覧ください。

※この協力は、一般寄付金に該当し、法人税法第37条第1項の規定に基づく税制上の優遇措置により、一定額を限度に損金に算入することが可能となります。詳しくは、[国税庁ホームページ](#)をご覧ください。

◆協力の申し込み(拠出)期間

平成27年4月1日～平成28年3月31日

◆申し込みの手順

1. 下記リンクより「拠出通知書」をダウンロード及びプリントアウトしていただき、必要事項をご記入ください。
2. 「拠出通知書」をFAXまたは郵送で、基金事務局(北海道森林組合連合会内)へご送付下さい。
3. 拠出金は指定の銀行口座にお振込みください。
なお、振込に掛かる手数料はご自身でご負担願います。
4. 拠出金のお振り込み確認後、「協力金受領証明書」をお送りいたします。

◇拠出通知書ダウンロード

[拠出通知書ダウンロード\(PDFファイル\)](#)は[こちら](#)

◇拠出通知書の送付先

人工林資源保続支援基金事務局
住所：〒060-0002 札幌市中央区北2条西19丁目1-9
(北海道森林組合連合会内)

図 4-3-1 人工林資源保続支援基金 (ホームページから抜粋)

コンテナ苗を活用した造林事業の実施について

平成28年度一部補足箇所あり

第1 趣旨

人工林資源保続支援基金（以下、「基金」という。）は、コンテナ苗の普及・定着に向けた取組を促進するため、森林所有者等に対し、現在公共造林事業の補助対象となっていないコンテナ苗の苗木代を支援し、低コストでかつ確実な植栽方法の確立に資する。

第2 目的

コンテナ苗は、植栽時期を問わず活着率が高いほか、造林事業のトータルコストの低減に有効であることから、伐採後の的確な更新を図る手法として、コンテナ苗による植栽の普及・定着を進めていくことにより、人工林資源の保続と森林資源の循環利用に寄与することが可能となる。

しかしながら、コンテナ苗については、植栽実績が少なく苗木の生育に関するデータが不足していることに加え、苗木規格が暫定的であることなどから、苗木代は公共造林事業の補助対象になっていない。

このことから、苗木代を支援するモデル植栽を実施するとともにコンテナ苗の植栽に関する調査を実施し、低コストかつ確実な植栽方法の確立を図る。

第3 助成対象地、助成対象者及び助成内容

1 助成対象地

森林環境保全直接支援事業（以下、「公共造林事業」という。）の補助対象地

2 助成対象者

助成対象者は、森林所有者（国有林及び道有林を除く）又は森林所有者から造林事業を受託した者（以下、「森林所有者等」という。）とする。

造林事業を受託した者とは、森林所有者と受委託契約（造林事業委託契約又は森林経営委託契約）を締結したものに限るものとし、森林組合又は造林事業体（以下、「林業事業体等」という。）が請負者として森林所有者と締結した請負契約は、受委託契約に該当しない。

3 助成内容

森林環境保全整備事業実施要領（平成14年3月29日付け13林整整第885号）、森林環境保全整備事業実施要領の運用（平成14年12月26日付け14林整整第580号）及び造林補助事業の実施について（平成12年5月31日付け森整第645号）で定める要件等を満たし植栽を行う場合、基金は、森林所有者等にコンテナ苗を無償で提供する。

(1) 提供するコンテナ苗は、北海道の主要造林樹種である次の4樹種とし、隣接植栽箇所と同一の樹種を用いる。クリーンラーチを植栽する場合、隣接植栽箇所はカラマツまたはグイマツ雑種F₁。
カラマツ、グイマツ、トドマツ、アカエゾマツ

平成28年度はクリーンラーチ、カラマツ、トドマツ、アカエゾマツ、スギとします。

(2) 植栽本数は、1箇所当たり原則500本を上限とする。

第4 事業の実施方法

- 1 基金は、コンテナ苗生産者から必要なコンテナ苗を購入する。
- 2 基金は、コンテナ苗の植栽希望者を募集する。
- 3 基金は、当年度の実施者（森林所有者等）を選定し、コンテナ苗を提供する。

図 4-3-2 コンテナ苗の苗木代を支援するモデル植栽（ホームページから抜粋）



写真 4-3-1 事業実施箇所的位置（空中写真） (Google マップ使用)

(3) 施業内容

① 伐採

伐採は、平成 26 年 4 月下旬の 3 日間、カラマツの 47 年生の林分で実施した。現地の路網密度は周辺林地に作業道が張り巡らされ 200m/ha である。

コンテナ苗の植栽を対象とした伐採面積は前述のとおり 0.24ha、伐採本数 80 本で出材量は 50 m³であった。伐採はチェーンソーで 2～3 人で 3 日掛けて実施している。

伐採前の先行伐採は行わず、ミヤコザサが生育している中、伐採を実施した。

集材は、グラップル 1 台、ブルドーザー 1 台を使用し、3～4 人工で全木集材を実施した。

造材は、チェーンソー 2 台を使用し、2 人工で実施した。

搬出は、トラック 2 台を使用し、30～40m 離れた土場に 2 人工で実施した。

伐採のポイントとしては、伐採時に林内に機械が入る必要がある箇所もあるが、クローラータイプを使用しているため、ホイールタイプよりは林地保全への影響は軽微と考えている。

② 地拵え

地拵えは、伐採から半年経った平成 26 年 10 月に実施した。

なぜ秋に地拵えを行うかと言うと、ネズミの棲みかをなくすために完全に林地からゴミを取り除く必要があることから、火入れ地拵えを実施するために乾燥する春は避けている。

地拵え時の植生の繁茂状態は、写真 4-3-2 のとおりミヤコザサとナラ類の灌木が覆っており、草刈り機、グラップルを一部で使用したが、ほとんどは人力により 4 人で 5 日間（生産性：0.048ha/日）で実施した。

基本的に浦幌町森林組合では、地拵えは機械が入れない傾斜地があること、エゾヤチネズミ

が生息しないように完全に綺麗にしないといけないことから人力でやることとしている。

なお、火入れ地拵えは、条例で定められている申請を行い、許可を受けて行っている。

地拵えのポイントとしては、エゾヤチネズミの棲みかを作らせないために綺麗にする、写真4-3-3のとおり火入れすることが多く、このことにより植栽、下刈がスムーズに行えるとのことである。



写真 4-3-2 地拵え前の下層植生の繁茂状況



写真 4-3-3 地拵え後の植栽地の状況

③ 植栽

植栽は、地拵えから半年経った平成 27 年 4 月 30 日に実施した。通常、この地域では 4 月下旬～5 月下旬がカラマツ苗の植栽適期とされている。

植栽苗は、写真 4-3-4 のとおり植栽地から 1 時間ほどの距離にある中川郡幕別町忠類の種苗生産業者の生産したカラマツのコンテナ苗を使用した。納品された苗の大きさは 30 cm、価格は 233.7 円/本であり、5 本をラップで包んだ形で納品された。納品された苗の色が、通常の裸苗の色と比べると薄く、黄緑色をしていたので、育つのか心配したとのことである。

植栽作業は、500 本の苗を 0.24ha の林地に 4 人で植栽した（植栽密度：2,083 本/ha）。

なお、植え穴の決め方は、今回はコンテナ苗の植栽試験ということで、森林組合の職員が巻尺を使って行い、植える箇所には目串を刺してマーキングした。

また、植付け器具は、植栽試験ということで、写真 4-3-5 のとおり唐鍬、スペード、ディブル、ブランディングチューブ、スコップの 5 種を使って実施したが、作業員からは機械に慣れていないためか、唐鍬が最も使い易かったとの感想であった。

植栽木の活着状況は、植栽後約 7 カ月後の 11 月 25 日に調査したところ、90%程度の活着率があり、問題はないと考えられている。しかし、成長が良すぎて、湿雪で曲がり、折れないか心配している（写真 4-3-6 参照）。

なお、10%程度の植栽木の枯損であれば、通常カラマツ植栽地では補植は行わないとのことである。

植栽時のポイントとしては、裸苗の植栽と同様に、苗の乾燥を防ぐことが必要であり、林内

でも陽の当たらない場所に置くように、苗木の植栽地での一時置き場所に留意することが必要である。



写真 4-3-4 植栽したコンテナ苗の状況



写真 4-3-5 植栽に使用したコンテナ苗植付け器具



写真 4-3-6 植栽したカラマツの生育状況

(4) 事業を実施して確認できた事項等

① コンテナ苗による植栽

本事業では、前述のとおりカラマツのコンテナ苗の植栽を試験的に実施したものである。

ア) 明らかになった成果

a. 活着が良い

前述のとおり、本事業で植栽したカラマツは植栽後約7カ月でも90%程度の活着率があり、非常に良いと評価している。

イ) 明らかになった課題

a. 苗木運搬にコストがかかる

本事業では、苗木生産者が生産した苗木を約1時間の輸送距離をトラックの荷台にダンボール箱に入れて、植栽現場の作業道沿いまで搬入した。

作業道沿いから植付け場所までは、1回あたり10~20本のコンテナ苗を苗木袋に入れて運んだが、通常の裸苗の場合には同じ袋に1回に50本の束を入れて運んでいるので、1回に少量しか運べないことから運ぶ回数が増加し、この時点で3倍程度の作業の掛り増しになっている。

ウ) 課題に対して講じた対策

a. 今後検討する（運搬に重機を使用する等）

本事業では植栽面積が0.24haと少なかったが、標準的な3ha程度の伐採跡地へのカラマツの植栽であれば6,000本の苗木を林内で運ばなくてはならないため、その時は、機械による運搬も検討しなければいけないと考えている。なお、浦幌町森林組合で委託している事業体では、林内で小回りの利くような小型の林内作業車は所有しておらず、ブルドーザー等を使用することになるのだろうという話だった。

また、苗木を運ぶ袋、容器の開発も必要であると考えている。

エ) 今後の推移をみたい理由

a. 苗木が高い

本事業で使用したカラマツのコンテナ苗の金額は233.7円/本であるが、1号の裸苗（大きさ50cm）の金額は78.5円であり約3倍と高価である。今後、活着率の良さから需要量が増え、供給量が安定すれば、価格の低下が期待できると考える。

b. 供給量が少ない

本事業で使用したカラマツのコンテナ苗の本数は500本であったが、前述のとおり標準的な伐採は3ha程度であることから6,000本が必要となるが、現在の生産業者から適切に納品されるか一抹の不安がある。今回は、試験植栽のため供給される本数が500本と決まっていたために、コンテナ苗の発注（公募）から植栽現地への納品まで半年の期間が必要であったが、通常、カラマツコンテナ苗の30cmのものを生産するには2年の養苗期間が必要であることから、少なくとも植栽計画の2年前には発注を行う必要があり、複数の生産者を確保することが必要と考える。なお、現在は全道的にカラマツ苗の供給量が少なく、裸苗も足りない状態になっているが、平成29年度以降は元に戻るとの見通しであるとのことである。

c. 補助制度が裸苗と比較するとまだ不透明

裸苗については、森林環境保全整備事業、公共造林事業では補助対象となっているが、コンテナ苗については、現在は補助対象となっていない（実際の森林環境保全整備事業ではコンテナ苗植栽も補助の対象）。

そのため、今回公募したように北海道の人工林資源保続支援基金を活用してコンテナ苗を無償で提供してもらい低コストかつ確実な植栽を行うしか今のところはない。

(5) 一貫作業システム・コンテナ苗植栽を実施して明らかになった成果、課題、対策等
本森林組合において、一貫作業システムを実施して、実施前、実施中、及び実施後に明らかになった成果と課題について聞き取り調査を行った結果は次のとおりである。

● 実施前

ア) 明らかになった成果

a. 伐採を実施する所有者の植栽意欲が向上

前述のとおり森林所有者が伐採業者に伐採の依頼をすると、業者は伐りっぱなしにして植えないために裸地のままとまっている箇所があるが、森林組合が伐採の依頼を受けることができれば伐採後、地拵えをして植栽することで、地拵え経費、下刈経費の削減につながることを所有者に説明・提案しており、説明した所有者の80～90%から了解を得て伐採後、植栽を行っている。

イ) 明らかになった課題

a. 苗木の確保

浦幌町内のカラマツ林は9齢級以上の主伐期に入ってきており、主伐後の植栽を適切に行うには、コンテナ苗ばかりでなく裸苗の確保も重要な課題となっている。

ウ) 課題に対する対策

a. 優良苗木を生産する苗木生産業者の新規開拓

優良苗木とは、活着の良いもののことであるが、現在使用しているコンテナ苗に対しては、品質の面では満足している。

しかし、供給量が少ないために、平均3ha程度の伐採跡地に植栽するだけのコンテナ苗の確保ができるか保証がなく、所有者に照会できない状態にあり、困っている。

そのため、今後は品質の良い苗木生産業者の新規開拓を行い、どのようにうまく付き合うかを検討しなければならないと考えている。

● 実施中

ア) 明らかになった成果

a. 伐採作業等の効率化

伐採後に枝条整理を行うことで、植栽前に地拵えを行う際の効率を上げることができることが分かった。また、適切に伐採後に枝条整理、地拵えを行えば、初年度の下刈回数は1回で済むことも分かってきた。

イ) 明らかになった課題

a. 伐採時期によっては地拵え作業を並行して行うことが困難（除雪時期等）

浦幌町では、一般的に秋季に間伐を実施し、1月～3月の冬季の雪により湿地帯を通過する道路等が凍結し固まって安定している時期に、冬山造材と言って主伐を行う。しかし、秋季に主伐、地拵えを行わないと春先の植栽に間に合わず、本当の意味の一貫作業は行えないと考えている。

このようなことから、場所、事業を受託する業者の繁忙状況等の条件があれば一貫作業を行うことが可能であるが、件数的には多くはないと考えている。

ウ) 課題に対する対策

a. 伐採時期の検討（現場の位置・状況等を勘案しながら）

主伐をした材が山から川下に出せないのでは、伐採しても意味がないと考えている。この地方では、冬季でないと材を出せないが、現地の地形、地質、また作業を実施している業者の繁忙を考慮しながら、一貫作業を実施する箇所を増やしていきたい。

そのため、現在は、伐採から植栽まで実施できる浦幌町内の3業者に委託して事業を実施しているが、事業量との兼ね合いにもよるが、もう1業者、増やせばよいと考えている。

● 実施後

ア) 明らかになった成果

a. 下請け事業体の意識の変化（植林作業がしやすいような伐採事業の進め方）

伐採の下請けをしている事業体が、以前は伐採することだけを考えていたが、伐採後に引き続き植栽業務も請け負うことで、最近では伐採後の植林作業を実施しやすくなるように考えて伐採を行うようになってきたとのことである。

具体的には、適切に伐採後の地拵えで枝条整理を行うことで、植栽や下草刈りが行いやすいことが分かったようである。

イ) 明らかになった課題

a. 一貫作業システムを実施できる事業体が不足している

これまでは、伐採と造林は別々の事業体が分かれて実施していたために、手間のかかる地拵えは敬遠される傾向にあった。しかし、伐採から地拵え、植栽までを一体的に1つの事業体が実施するようになると、あらかじめ林内が整地されるようになり、地拵えが省力化されるとともに、植栽しやすくなることから一貫作業の必要性が分かってきた。

前述のとおり、浦幌町内には、伐採、地拵え、植栽まで実施できる事業者が3業者あるが、構成する人数が少ないのが現状である。また今は、伐採後の地拵えまでしか行えない事業者が3事業者あるので、これらの事業者が植栽までできるように育てる必要があると考えている。

ウ) 課題に対する対策

a. 「伐採→地拵え→植栽」を行える事業者の教育

浦幌町森林組合では、下請けの業者も含めて、安全対策の再確認、森林認証、生物多様性についての勉強会を実施している。仕事をしながら試行錯誤して、一貫作業について意識を変えているところである。

(6) 今後の低コスト造林事業等を実施・推進する際の要望等

コンテナ苗は現在、まだ植栽実績が少なく、苗木の生育に関するデータが不足していること、苗木規格が暫定的であることなどから補助の対象外となっていると思われるので、これらのデータや規格を早急に作りあげ、補助の対象となるようにしてほしい（実際は森林環境保全整備事業ではコンテナ苗植栽も補助の対象）。

コンテナ苗をどのように林内で運搬するかがまだ確立されていないので、裸苗同様に1回に50本程度運搬できるようにならないと、コスト低減にはつながらないのではないかと。

また、北海道のカラマツ植栽地での特有の事項であるが、エゾヤチネズミの被害により、所有者の費用負担が増えることのないように、ネズミに強い品種の改良を行い、コンテナ苗で植栽できるようにしてもらいたい。

(7) まとめ

浦幌町森林組合では、秋季に伐採ができれば、その後の植栽を意識した地拵えを実施するようにしている。通常この地域では、北海道地方特有の雪による道路の安定を利用した冬山伐採が行われている。このため、伐採後の地拵えは枝条整理を適切に行うこととしており、地拵えは伐採後半年経った秋に実施することになるが、その際の地拵えはササなどの下草刈りと若干の枝条整理をする程度で良いとのことである。

また、カラマツ林における地拵えは、エゾヤチネズミの食害を防止するために綺麗なおかないといけないと言われている。

4.3.2. 設楽森林組合

(1) 事業体の概要

設楽森林組合は、愛知県北設楽郡設楽町に事務所を置き、平成 26 年に設楽町森林組合と津具森林組合が合併して設楽町内の民有林を主な対象として造林、素材生産、木材加工等の林業事業を展開している。

(2) 導入事業の概要

① 本事業導入の経緯

本事業体は、森林資源循環システムモデル施業として、主伐（皆伐）施業により森林所有者への利益還元を図り、獣害対策を施した再生林を行うために愛知県に協力地を提供したものである。

植栽費を含めても所有者に利益を還元できるように見積りに沿って事業を実施することを目標として、平成 26 年 10 月 9 日から平成 27 年 3 月 27 日に伐採、地拵え、及び植栽を一貫作業により愛知県で初めて実施した事業である。

② 事業実施箇所の情報

（所在地）北設楽郡設楽町津具字石神地内（図 4-3-5、図 4-3-6 参照）



図 4-3-5 事業実施箇所の位置①

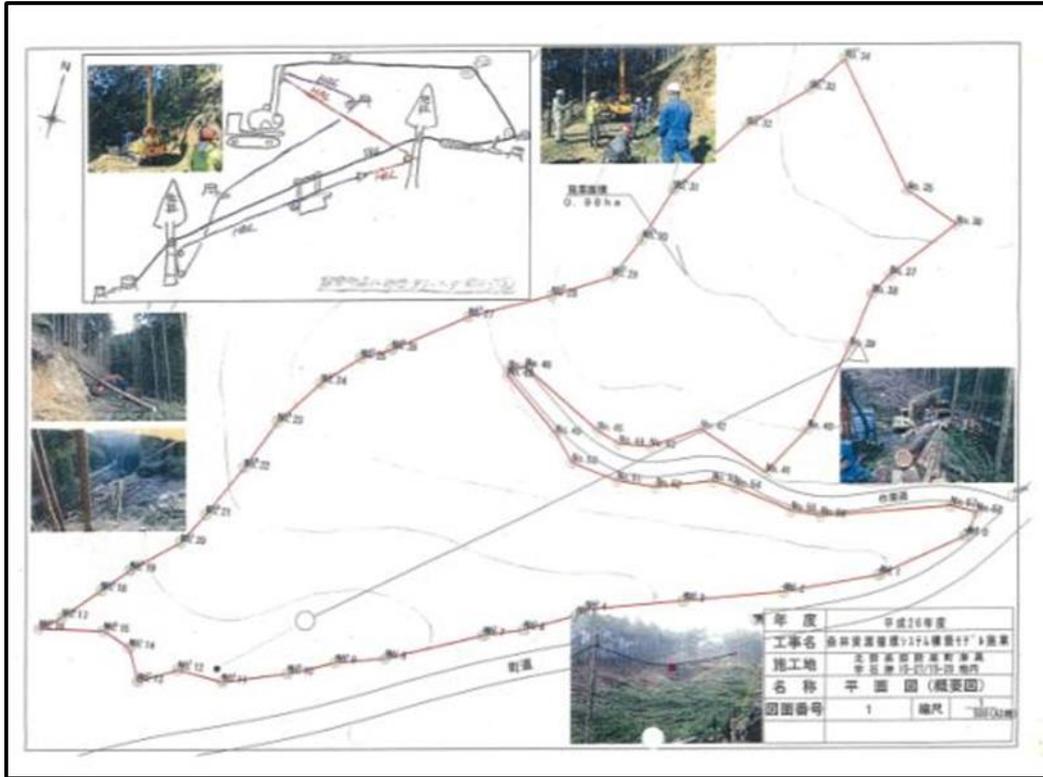


図 4-3-6 事業実施箇所の位置②

(面積) 0.91ha

(標高) 650～700m

(傾斜) 30°未満

(伐採樹種) スギ (71年生)、ヒノキ (76年生)

(植栽樹種) スギ (挿し木苗)、ヒノキ (コンテナ苗)

(植栽本数) スギ 108本、ヒノキ 210本

(野生鳥獣被害) ニホンカモシカ、ニホンジカに裸苗が食害を受け、ウサギにはスカートネットを噛み切られた。

(3) 施業内容

① 伐採

伐採は、写真 4-3-7 のとおり平成 26 年 10 月 9 日～12 月 29 日のうち 8 日間でスギ人工林 71 年生、ヒノキ人工林 76 年生の林分で実施した。伐採に先行して、伐採地の中央部分に作業道を 118m 開設し、路網密度は 120m/ha であった。

伐採面積は前述のとおり 0.91ha、出材量は 508 m³であった。伐採はチェーンソーを用いて 2 人で 8 日掛けて (16 人工) 実施した。

伐採前、林内には下層植生はほとんど見られず、常緑の低木類が部分的に生育している程度

であったため、先行伐採は行わなかった。

集材は、写真 4-3-8～写真 4-3-9 のとおり不整地に対応した硬質ゴム仕様のクローラ型のラジキャリー付きタワーヤードを 1 台使用し、伐採木を引きずりにより全木集材を実施した。



写真 4-3-7 スギ伐倒状況



写真 4-3-9 集材に使用したタワーヤード



写真 4-3-8 集材に使用したラジキャリー

造材は、ハーベスタ 1 台、プロセッサ 1 台を交互に使用し、集材と併せて 66 人工で実施した。

搬出は、町道が近接していたことからトラック 2 台を使用し、直接 50 台分を運搬した。

伐採のポイントとしては、集材場所を確定し、集材時に効率的に作業が行えるようにチェーンソーを使って伐採した。作業道よりも下部では計画通りに集材できたが、作業道より上部では、下向きに伐倒した材を下げ荷集材したことから、土場で回転させてプロセッサに掴ませるために 1 工程増えてしまい、計画通りには実施できなかった。

② 地拵え

地拵えは、写真 4-3-10～写真 4-3-11 のとおり、平成 27 年 4 月 2 日～4 月 10 日の間に 4 日間実施した。

地拵え時の植生の繁茂状態は、壮齡人工林の下層には常緑木の低木がまばらに生育する程度で、部分的に覆っている状態であった。

地拵えは人力 100%で 2 班×3 人の体制で 4 日間（24 人工）実施し、一部グラップルで移動し、地拵えは、要所要所に巻きたてをして堆積させる程度とした。

地拵えのポイントとしては、集材を全木集材で実施することにより、作業道沿いで枝条が集中して堆積する場所とほとんど堆積しない場所と、極端な差が生じることとなり、人工数を出来る限り掛けないで実施するための工夫が必要と考えている。なお、ヒノキは引きずり集材をしても途中で枝葉が落ちることは無かったが、スギは枝が折れやすく林内に相当数の枝葉を残した。そのため、地拵えで収集する枝葉の量が増え、巻きたてるスペースが増え、実際に植栽する面積が減少してしまったので、いかに植栽スペースを確保するかが課題となる。



写真 4-3-10 地拵え作業状況①

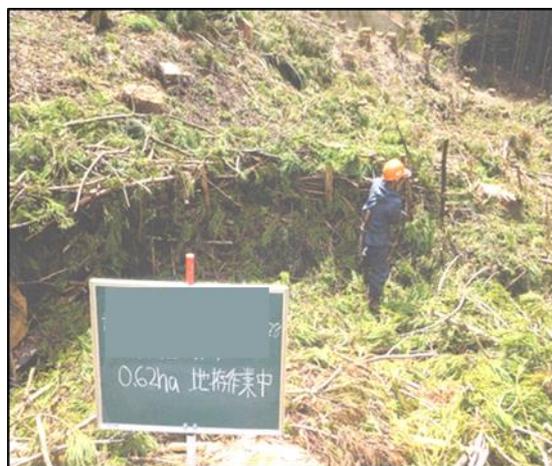


写真 4-3-11 地拵え作業状況②

③ 植栽

植栽は、地拵えの 2 週間後の平成 27 年 4 月 23 日～4 月 25 日に実施した。

植栽苗のうちスギは挿し木苗を約 30 km の距離にある愛知県林業センター、ヒノキはコンテナ苗を約 100 km の距離にある大口町の業者から購入した。納品された苗の大きさはどちらも 45 cm であるが、価格はスギの挿し木苗が 108 円/本に対して、ヒノキのコンテナ苗が 210 円/本と 2 倍程度高いものであった。植付け本数等については、表 4-3-1 のとおりであり、スギ・ヒノキ合わせて 1,580 本を 1 班 3 人体制、3 日間合計 8.25 人工で植栽した。

表 4-3-1 植栽本数、植付け面積、植栽密度

樹種	植栽本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽密度 (本/ha)
スギ (挿し木苗)	720	0.38	約 1,900
ヒノキ (コンテナ苗)	860	0.41	約 2,100

納品された苗木の品質は、ヒノキコンテナ苗は、大きさもほとんどが揃っていたが、スギ挿し木苗は、挿し穂を採取した部位によって発根の状態にバラツキがあり、根が固まっているものがみられた。

植え穴の位置決めは、尺棒により行い、スギの挿し木苗は唐鋤、ヒノキのコンテナ苗は写真4-3-12～写真4-3-13のとおりスペードを使用して植栽された。



写真 4-3-12 植栽のためのスペードによる穴開け



写真 4-3-13 コンテナ苗の植栽

植栽木の活着状況は、植栽後約6カ月後の10月に調査したところ、スギの活着率は100%、ヒノキの活着率は70%であった。コンテナ苗が30%も枯損していた原因は、植栽直後の4月下旬に例年になく乾燥した状態が続き、地中10cmくらいまでパサパサに乾燥していたためと考えられる。そのため、10月に補植を実施した。

植栽木の獣害としては、シカによる剥皮、ニホンカモシカによる芽の食害、ウサギによる枝葉の噛み切りなどが周辺でみられた。そのために獣害対策として、シカ防護柵の設置は必須であると考えたため、コンテナ苗と同時に、獣害防護ネットを搬入した。そのため、植栽と獣害防護ネットの設置について事業計画の中で組み込んだ（写真4-3-14～写真4-3-15参照）。

植栽時のポイントとしては、今回、初めてコンテナ苗の植栽を実施したが、作業が簡単なことから未経験者でも分業（穴開け、植付け、コンテナ苗の小運搬）することで効率化を図ることが可能であることが分かったので、活着や植付け本数等の今後の推移をみて行き、一般施業に導入できるか前向きに検討したいと考えている。



写真 4-3-14 植栽作業完了後の植栽地の状況



写真 4-3-15 道沿いの単木シカ防護柵

(4) 事業を実施して確認できた事項等

- ① タワーヤーダとプロセッサを組み合わせた小面積皆伐及び植栽、獣害対策に至る一貫作業
本事業では、前述のとおり「主伐→搬出→地拵え→植栽」の一貫作業のモデル施業を実施したものである。

ア) 明らかになった成果

- a. 生産性が $5 \text{ m}^3/\text{人}$ とあまり良い結果ではなかった

設楽森林組合で実施する通常の実績は、平均 $7 \sim 8 \text{ m}^3/\text{人}$ （最大 $10 \text{ m}^3/\text{人}$ ）であるが、今回生産性がそこまで至らなかった原因としては、地拵えとして林内の片付けを実施したためとその他に伐採に使用した機械もその土地に適したものではなかったと考えている。

イ) 明らかになった課題

- a. 全木集材の為、土場が枝葉でいっぱいになった

全木集材後、作業道沿いでの造材時に生じた末木枝条は、作業道沿いの3箇所に分散して集積させたが、最終的に 10 t トラックが6往復して2日間かけて搬出する必要があるほどの大量の末木枝条が発生したことになる（写真 4-3-16～17 参照）。



写真 4-3-16 作業道沿いに集積された末木
枝条

写真 4-3-17 末木枝条をトラックに積載

ウ) 課題に対して講じた対策

a. 処分費を払い、枝葉を処分

発生した末木枝条は、住友フォレストにチップ材料として買い取ってもらったが、運搬費との差し引きで収益はなかった。

また、それらの末木枝条をバイオマス発電等の資源として活用することも考えられたが、バイオマスを利用する施設が長野県飯田市、岐阜県中津川市と本事業地から遠く、運搬費が高額となるため断念した。

エ) 今後の推移をみたい理由

a. 供給過剰による価格の下落の不安

主伐期を迎えた森林から次々に木材が生産され、供給が過剰となり、材価がより下がると、低コスト化を図っても植栽費が出せないような状態が危惧されるので、材価との兼ね合いで推移をみたいと考えている。

② 地拵え：一部林業機械導入

地拵えは、前述のとおり平成 27 年 4 月に、すべて人力で、4 日間 24 人工費やして、要所要所に巻きたて堆積させる方法で実施した。なお、一部作業道沿いの末木枝条はグラップルを使用した。

ア) 明らかになった成果

a. 地拵え：手作業による地拵えの軽減

地拵えは、主に林内にまばらに生育していた広葉樹の灌木類をチェーンソーで除去することにより実施したが、作業道沿いで造材時に出た末木枝条はグラップルを使用して移動させた。

大量の末木枝条が集積されると地拵え作業に手間がかかるが、林内に分散して末木枝条があると比較的作業がしやすいとのことであった。

イ) 明らかになった課題

a. 地拵え：土肌が露出してしまい夏の厳しい日差しによる乾燥

地拵えでは、林内の末木枝条を全面的に整理したが、本年4月下旬は例年になく好天が続いたためか、地中10cm程度でもパサパサの状態に異常に乾燥していた。そのために、植栽した苗が順調に活着し、成長するか心配であった。

③ 植栽：コンテナ苗を導入

この地方における植栽の適期は、例年3月10日～4月10日頃であるが、本事業地では平成27年4月23日～4月25日に、スギ挿し木苗、及びヒノキのコンテナ苗、合計1,580本を植栽した。

ア) 明らかになった成果

a. 植栽：裸苗より作業の効率化が図られる

本事業では、スギは挿し木苗、ヒノキはコンテナ苗を合計191本/日の植栽効率で植栽した。コンテナ苗の植栽は未経験者もいたが、3人体制で実施することで、従来の1.2～1.3倍で効率よく実施できたと考えている。

イ) 明らかになった課題

a. 植生：コンテナ苗の枯損率が約30%となった為、活着が課題

植栽直後の4月下旬の異常な乾燥により、苗木の成長に大きなばらつきが出た。同年10月に活着率を調べたところ、スギ挿し木苗100%、ヒノキコンテナ苗70%であった。ヒノキコンテナ苗は30%枯損したことから、同月補植を実施し、経費の掛り増しとなったとのことである。

ウ) 課題に対して講じた対策

a. 土の乾燥を防ぐ為、植栽木の幹の周辺に枝葉を被せた

ヒノキコンテナ苗を植栽する際には、植栽木の周辺に落ちていた枝葉で苗の根元を覆った。植栽木を健全に育てる為には、一手間惜しまないことが大切と考えている。

エ) 今後継続・拡大したい理由

- a. 人工造林の低コスト化が必要な為、それを実現することにより、さらなる人工造林の拡大を図りたい

今回の春植栽に続き、冬植栽も試験的に実施し、活着率 96%と好成績を得ていることから、さらにコンテナ苗を用いた植栽を実施したいと考えている。

(5) 一貫作業システム・コンテナ苗植栽を実施して明らかになった成果、課題、対策等

森林資源循環システムモデル施業として実施した本事業は、平成 26 年 10 月 9 日から平成 27 年 4 月 25 日にかけて、伐採、地拵え、及び植栽を一連の流れで実施しており、一貫作業システムによる施業を実施したものと考えられるが、本森林組合自身は一貫作業システムで実施したとは考えていなかった。一貫作業システムにおいて地拵えは、グラップル等の機械を使用して実施するものと考え、本事業ではそのように実施していなかったためと考えられる。

なお、このモデル施業を実施して見えてきた課題として、次の 5 点を挙げていた。

- ① 過去の皆伐施業や本格的な架線集材を経験したことがある技術者が、世代交代により減少している。
- ② 皆伐においても、集材がボトルネックであり、特に架線系では顕著であった。
- ③ 現場に合ったシステムの選択や、人の配置、土場等の段取りなど、皆伐施業を低コストに行える技術、及び技術者の育成が必要である。
- ④ 今後、作業班を含めた反省会を行うなど、振り返りと改善が重要である。
- ⑤ 土場に溜まった枝葉の処理や、全木集材をすれば地拵えが楽になるイメージを持っていたが、スギの集材時に枝が折れることから、相当量の地拵え作業が必要になる等、間伐施業では分からなかったことが多くあった。

(6) 低コスト造林事業等を実施して評価できる点

コンテナ苗は持ち運び易く、初めてでも作業が簡単にできることから、穴開け、植付け、小運搬と分業することが可能であり、従来の方法よりも 1.2~1.3 倍程度の植栽の効率化を図ることができた。

裸苗は根が広がり苗袋に入れる場合も本数が限られるのに対して、コンテナ苗は根がまとまっていて苗袋にも入りやすいので取扱いが容易である。

伐採から地拵え、植栽を一連の作業として実施したことから、無駄のない作業となった。

(7) 低コスト造林事業等を実施しての問題点

コンテナ苗の 1 本当たりの単価が高いため、事業費に占める苗木代の割合が今までよりも高くなり、所有者の出費が嵩む。

主伐により売り上げた収入と補助金だけで今後、再造林ができるのか疑問があり、補助金が付くか、付かないかに大きく左右されるので、補助金頼みとなっている。

また、2,000本植栽を実施しているが、これらの立木が主伐期を迎えた時にどのような材になっていて、どのような使われ方、取引価格になっているのか分からないので所有者にはっきりと説明できない。

皆伐すればお金になるからということで補助金が出ないが、皆伐したらその後に植栽しなければならなくなると、皆伐こそがお金のかかるものになってしまう。

(8) まとめ

設楽森林組合では、植付け費が18万円に対して、コンテナ苗の苗木代が20～25万円と高額となっており、実際に植栽していくには高価であるため、価格の低下が必要と考えられる。

また、ヒノキのコンテナ苗が30%も枯損したのは、乾燥に弱いことが原因と考えられるので、苗木の規格、またその検証が必要である。

4.3.3. 東城町森林組合

(1) 事業体の概要

東城町森林組合は、広島県庄原市東城町に事務所を置き、東城町内の民有林を主な対象として造林、素材生産等の林業事業を展開している。

(2) 導入事業の概要

① 本事業導入の経緯

本事業は、庄原市東城町におけるスギ・ヒノキ林の伐採後の再造林支援体制に取り組み、伐採可能な森林において「伐って・植えて・育てる」資源の循環利用を促進し、持続可能な林業経営の確立を目指すことを目的として地元の東城町森林組合、(株)山崎木材、(株)宮田木材、中国木材(株)が会員になり設立した東城町森林再生協議会からの再造林にあたっての助成金を活用してコンテナ苗の植栽を実施したものである(図4-3-6、図4-3-7参照)。

東城町森林組合では、数年前から東城町内の森林25,136haのうち、森林所有者の合意が得られた地区において、森林組合が主体となって森林管理を実行する森林として「低コスト林業団地」を広島県で初めて設定し、現在は広島県により、この団地化が県内の他の自治体の森林を対象に進められている。東城町内の低コスト林業団地面積は19,215haであり、その団地内の人工林面積は7,838haとなっている。

② 東城町森林組合のポリシー

森林を健全な状態で維持するためには、伐採可能な森林では「伐って・植えて・育てる」という資源の循環利用を促進することが必要と考え、主伐期を迎えようとしている森林所有者に対して、主伐後に再造林する際に掛る経費に対してヘクタールあたり15万円の助成金を活用して植栽するように勧めており、これまでは20%程度だった再造林率を50%程度まで引き上げている。

③ 事業実施箇所の情報

(所在地) 庄原市東城町小奴可大平174-1(図4-3-8、図4-3-9、写真4-3-18)

(面積) 植栽面積：1.85ha(うちコンテナ苗：0.74ha)

(森林所有者) 個人

(植栽樹種) スギ、ヒノキ、ケヤキ

(植栽本数) 3,930本(うちコンテナ苗：1,480本)

(野生鳥獣被害) 当地域は、今のところニホンジカによる被害はなく、ウサギによる食害、イノシシによる掘り返しの被害があるが、防護柵を設置するような獣害対策は特に行っていない。

東城町森林再生協議会規約

(名称)

第1条 この協議会は、東城町森林再生協議会（以下「協議会」という。）と称する。

(目的)

第2条 協議会は、庄原市東城町におけるスギ・ヒノキ林の伐採後の再造林支援体制に取り組み、伐採可能な森林において「伐って・植えて・育てる」資源の循環利用を促進し、持続的な林業経営の確立を目指すことを目的とする。

(事業)

第3条 協議会は、前条の目的を達成するため、次の事業を行なう。

- (1) 再造林のコスト縮減を図るための調査研究とその実証に関すること。
- (2) 森林所有者が行う再造林経費の一部助成に関すること。
- (3) その他、目的を達成するために必要な事業に関すること。

(会員)

第4条 協議会は、協議会の趣旨に賛同する法人又は個人により構成する。

- 2 協議会への入会は、協議会の承認によるものとする。
- 3 協議会からの退会は、会員からの申し出によるものとする。

(役員)

第5条 協議会に次の役員をおく。

- (1) 会長 1名
- (2) 副会長 1名
- (3) 監事 1名

2 会長、副会長及び監事は、協議会において協議会を構成する会員の中から互選する。

(任務)

第6条 会長は、協議会を代表し、会務を総理する。

- 2 副会長は、会長を補佐し、会長に事故あるときは、その職務を代理する。
- 3 監事は、会計年度終了後に、会計帳簿類を監査し協議会に報告する。

(役員任期)

第6条 役員任期は2年とする。ただし、再任を妨げない。

- 2 補欠によって就任した役員任期は、前任者の残任期間とする。
- 3 役員は、辞任した場合又は任期満了の場合においても、後任者が就任するまでは、前任者が職務を行うものとする。

(総会)

第7条 総会は、毎年1回会長が招集し主宰する。ただし、会長が必要と認めるとき又は会員の過半数の請求があったときは、会長が招集する。

2 総会は、次の事項について議決する。

- (1) 協議会規約の変更

図 4-3-6 東城町森林再生協議会規約（抜粋）

東城町森林再生協議会再造林・下刈助成金交付規則

(趣旨)

第1条 東城町森林再生協議会(以下「協議会」という。)は、伐採可能な森林において「伐って植えて育てる」資源循環利用を促進するため、スギ・ヒノキ林の伐採後の再造林に要する経費について、予算の範囲内において、この規則に基づき助成金を交付する。

(助成対象者)

第2条 助成金の交付を受けることができる者は、次の者とする。

- (1) 森林所有者。ただし、公(公的機関を含む。)の森林所有者は除く。
- (2) 森林所有者から再造林・下刈の委託を受けた者。
- (3) 森林所有者から助成金交付の委任を受けた者。

(助成対象森林)

第3条 助成金の交付を受けることができる森林は、次のいずれにも該当する森林とする。

- (1) 庄原市東城町のスギ・ヒノキ林の伐採後の森林。
- (2) 広島県造林補助事業の再造林補助金及び下刈補助金の交付を受ける森林。
- (3) 協議会会員が伐採した森林、又は、協議会長が定める協力金を協議会に支払った伐採業者が伐採した森林。

(助成金の額)

第4条 再造林1ヘクタールあたり15万円とする。ただし、再造林に要する経費から広島県造林事業の再造林補助金及び庄原市再造林支援事業の補助金を差し引いた金額が1ヘクタールあたり10万円未満については、その金額とする。

- (2) 植付をし5年間については、下刈に要する経費から広島県造林事業の下刈補助金を差し引いた金額を助成する。

(交付の申請)

第5条 助成金の交付の申請をしようとする者は、再造林助成金交付申請書(第1号様式)・下刈助成金交付申請書〔第4号様式〕に次の掲げる書類を添えて、協議会長が指定する期日までに協議会長に提出しなければならない。

- (1) 広島県造林事業の補助金確定通知書
- (2) その他協議会長が必要と認めた書類

(交付額の決定)

第6条 協議会長は、助成金の交付の申請があったときは、当該申請に係る書類を審査し、助成金を交付すべきものと認めるときは、すみやかに助成金の交付額を決定する。

- 2 協議会長は、前項の場合において、適正な交付を行うため必要があるときは、助成金の交付の申請に係る事項につき修正を加えて助成金の交付額を決定することがある。

(決定の通知)

第7条 協議会長は、助成金の交付額の決定をしたときは、その決定の内容を第2号・第5号様式により通知する。

図 4-3-7 東城町森林再生協議会再造林・下刈助成金交付規則(抜粋)



図 4-3-8 事業実施箇所の位置①

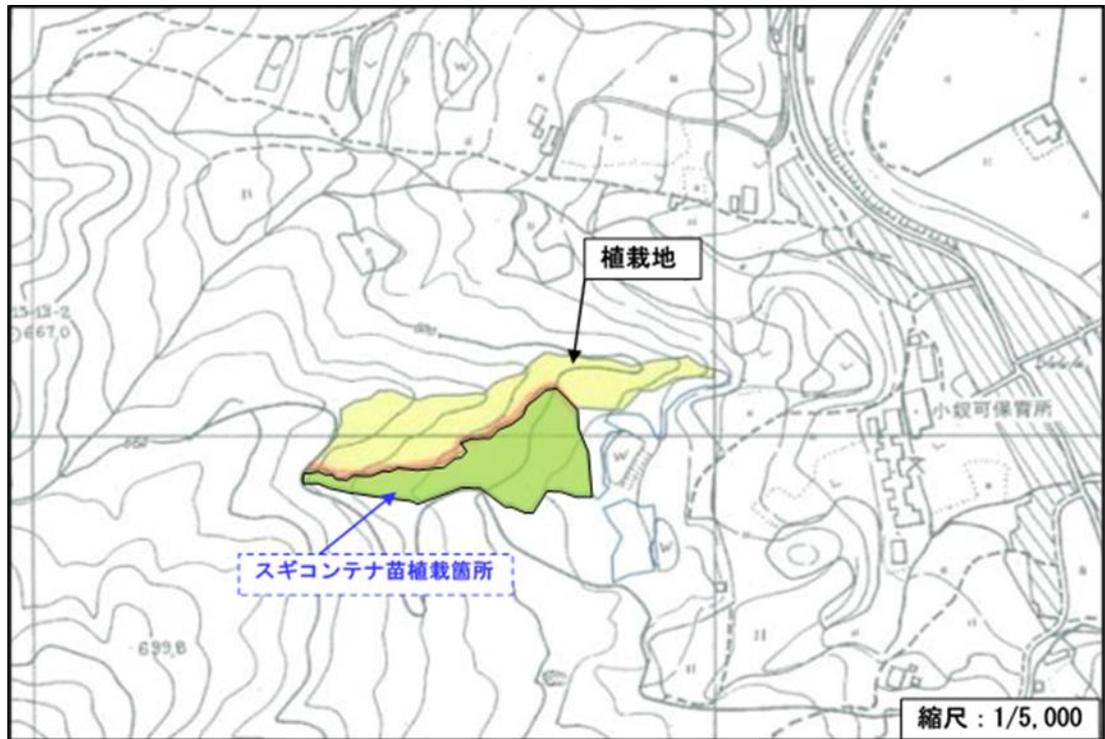


図 4-3-9 事業実施箇所の位置②



写真 4-3-18 事業実施箇所の位置（空中写真）

（Google マップ使用）

（3） 施業内容

① 伐採

伐採は、平成 27 年 2 月 13 日～3 月 31 日にかけてスギ 52 年生、ヒノキ 52 年生の林分で実施した。現地の路網密度は 149m/ha、土場までの距離は 100m であった。

伐採面積は 2.01ha、出材量は 653 m³ であった。伐木はチェーンソー 3 台、ハーベスタ 1 台 19 人工で実施した。なお、伐採前の先行伐採は行っていない。

集材は、グラップル 3 台、ザウルスロボ 1 台を使用し、16 人工で全木集材を実施した。

造材は、チェーンソー 5 台、ハーベスタ 1 台を使用し、7 人工で実施した。

搬出は、グラップル 3 台、フォワーダ 2 台を使用し、5 人工で実施した。

ハーベスタは平成 23 年度まで使用していなかったが、再生林のことを考え、短幹（先まで山から出す）で造材するために使用している。なお、植栽地の土壌が固まらないよう、重機では極力林内に入らないようにしている。

作業場までは 8 t（最大 10 t）のトラックの侵入は可能であるが、大型トレーラーは入ることができず、伐採時に出る末木枝条等の全てを林内から運び出すことは困難である。近くに大型の土場もないため、土場を確保して、林内に残置する末木枝条等をより少なくすることが課題である（これは、植栽面積の確保につながるため）。

② 地拵え

地拵えは、平成 27 年 3 月 24 日～4 月 24 日（うち 8 日間）に実施している。

地拵え時の植生の繁茂状態は、広葉樹の灌木類が部分的に覆う程度であった。地拵えには作業道から 3～4 m の範囲については、グラップル 1 台、ザウルスロボ 1 台を使用し、その他の

箇所は刈り払い機、チェーンソーによる人力で行い、その面積割合は機械：人力＝30%：70%で、機械作業6人工、人力作業12.8人工、合計18.8人工で実施した。

東城町森林組合では、全ての末木枝条を林内から搬出することができず一部残ったが、基本的には可能な限り林内から末木枝条を林外に運び出し、植栽面積を増やすようにしている。

スギの枝は折れ易く、林内に散乱しやすいので、地拵えの際には、これをいかに効率よく処理するかがポイントとなる。

現在、地拵え＋植栽で70万円/ha程度かかっているが、地拵えを効率よく適切に実施した場合には下刈がスムーズに行うことができ下刈経費を抑えられて、どの程度トータルとして経費を低減できるかどうかは今後多くの事例で検証しないと分からない。

なお、地拵えが不十分だと、下刈の時に刈り払い機のキックバックが発生し、苗木の誤伐に繋がるので、林内は十分に整地しておくほうが望ましいと考えている。

③ 植栽

植栽は、地拵え直後の平成27年4月24日～5月21日に実施した。

植栽苗は、広島県森林組合連合会が種苗業者から購入した写真4-3-19のとおりスギコンテナ苗、及びヒノキ裸苗を使用した。納品された苗の大きさは、スギコンテナ苗(300cc)が2年生で30cm程度、ヒノキ裸苗も2年生で35cm程度であった。なお、スギコンテナ苗には県外産の150ccのものも使われていたが、若干小さかったようである。また、それぞれの苗の価格は、スギコンテナ苗が180円/本、ヒノキ裸苗が101円/本だった。

植栽作業は、写真4-3-20のとおり低密度植栽で実施しており、合計3,780本の苗木を1.89haの林地に17.6人工で植栽した(植栽密度：2,000本/ha)。生産性は、一般の裸苗が250本/日に対し、コンテナ苗は280本/日と裸苗を上回り高いことが分かった。

なお、植え穴の位置決めは、しのたけという尺棒の一種を用いて実施した。

また、植付け器具は、コンテナ苗納入業者より貸し出されたディブル4台を使用した。

植栽木の活着状況は、下刈時に調査したところ、90%程度の活着率となり、捕植を200本程度行う必要があった(写真4-3-21～写真4-3-22参照)。

コンテナ苗は栽培された大きさ(cc)にあったディブルを使わないと、植える際に空気が入ってしまい、これが枯損の原因になっていると考えられるため、ここが植栽時のポイントとなる。コンテナ苗は植栽時に踏み込む必要がないと言われているが、確実に活着させるためには必要なのではないかと考えている。また、苗木を運ぶ際に、重いために袋に入れて運んでいるが、小運搬に時間が掛かっており、この部分の時間短縮が課題であると考えている。



写真 4-3-19 スギコンテナ苗



写真 4-3-20 コンテナ苗の植栽状況



写真 4-3-21 スギコンテナ苗植栽状況



写真 4-3-22 ヒノキ裸苗植栽状況

(4) 事業を実施して確認できた事項等

① 低密度植栽について

本事業ではスギ、ヒノキともに 2,000 本/ha の低密度植栽で実施されている。この低密度植栽は、平成 25 年度の春植えから実施されるようになっており、従来の植栽密度は 3,000 本/ha が標準であった。

ア) 明らかになった成果

a. 植付け本数が少ないので、苗木の費用が抑えられる

前述のとおり、従来は 3,000 本/ha で植栽されていたものを 2,000 本/ha にすることで、1,000 本分の苗木代が掛からないことから 10 万円程度のコスト削減につながると評価している。

b. 植付け本数が少ないので、労務費が抑えられる

前述の植栽本数の低減に伴い、苗木代のコスト削減につながるとともに、当然植え付け作業

を行う本数も減少することから、10万円程度のコスト削減につながると評価している。

イ) 明らかになった課題

a. 誤伐や枯損により残存木の大幅な減少

地拵えが不十分であると、下刈り時に刈払い機のキックバックが発生し、植栽木を誤伐しやすくなる。実際に10%程度の割合で誤伐がみられた。

コンテナ苗で素性の良くないものは、植栽木の根鉢と植穴に隙間ができ、枯損する割合がこれまでの植栽実績の中では最大で20%程度（平均15%）であった。また、今回使用したヒノキの苗木は、県外産苗木であったため、苗木の移動距離が長く、届いたときに乾燥していたためか70~80%が弱っているように見えた。

なお、東城町付近での通常の植栽適期は、3月10日頃から4月下旬にかけてであるが、春先の乾燥が心配であるため、出来る限り3月中に実施するようとの指導があるが、3月中に実施するのは植え付け期間が短く、現実的には難しい状況である。

b. 低密度による下刈コストの増加

植栽本数が少ない分、他の植物が生育する範囲が広がることから下草などの植物量が増加し、下刈面積が大きくなるので、下刈コストが増加することとなった。

植栽後2~3年生時が最も下草の繁茂が旺盛であり、下刈り経費が嵩むが、坪刈りは植栽木に辿り着くまでが大変であるため、全刈りにより実施することが最も山の為に良いと考えて一般的に実施している。

c. 低密度による競争力低下に伴う不良木の増加

本事業地において低密度植栽を実施した箇所での不良木の割合は、前述のとおり10%程度（200本程度）である。

低密度植栽とはいえ、ヒノキは柱材を目標に施業を実施しており、良い木を育てるには、良い森を育てないといけないという信念から施業を実施しているが、低密度植栽による成林の事例が少ないので、そのまま育つか心配であり、今後の成長の推移を見守りたい。

ウ) 課題に対して講じた対策

a. 補植を行った

本事業では低密度とはいえ、柱材を目標に施業を実施しているので、不良木、枯損木が出た場合には、200~300本/haの補植を実施している。その場合には、コンテナ苗はすぐには調達できないことから、揃えられる裸苗を植栽しているとのことである。

エ) 今後の推移をみたい理由

a. 低密度は必ずしも低コストにはならない

平成25年度以降7件の低密度植栽事業を実施しているが、10%程度の補植を実施している。なお、広島県の低密度植栽の考え方は、植栽時の植付け本数が2,000本/haであり、主伐期の将来予想本数は1,300本~1,500本/haとしている。そのため、植栽後数年間に枯損したものに対しては、初期の立木本数を減らさないことを目的として1年目は事業者の負担、2年目以降は森林保険を活用して補植を実施している。

低密度植栽では植栽本数が少ない分、将来の最終林形を見据えた管理を行わないといけないため、植栽年に枯損したものは、その時点で補植して禿山にならないように、手間を掛けることから必ずしも低コストになるとは限らないと考えている。

② コンテナ苗による植栽について

本事業ではスギのコンテナ苗を用いて低密度植栽(2,000本/ha)を実施した。

ア) 明らかになった成果

a. 技術がない人でも簡単に植付けできる

本事業では、植栽する箇所にディブルで穴を開け、その植え穴にコンテナ苗の根鉢の部分を入れるだけという簡単な作業で実施できたことから、裸苗の植栽のように唐鍬で苗木の根鉢の大きさを考えながら少し大きめに掘り、植え付ける時にも根を広げる必要もなく、そのような技術を持たない人でも簡単に植栽が可能であった。

b. 枯損の心配が大幅に減った

今回のスギコンテナ苗による植栽での下刈段階での活着率は90%程度であった。夏以降も枯損の心配はあるが、植栽1年目の枯損率は最終的に10%程度になると思われる。

イ) 明らかになった課題

a. 急斜面での穴あけ作業での能率の低下

当事業地では、斜面の下の方の標高の低いところから高いところへ向かってコンテナ苗を植栽していったことから、30°以上の傾斜地では唐鍬で土を戻すのが大変なためにディブルを用いたが、斜面の下方向からでは力が入らず植え穴が開けられなかったことから、適切な植え穴を開けるため、一度標高の高い箇所に回り込んで穴を開けなければならず、作業に手間がかかった。

b. 搬出作業道跡の植付けは枯れやすい(コンテナ苗の場合でも)

当森林組合では、植栽本数を増やすため、搬出作業道の跡地を少しでも植栽面積としてカウントし、植栽するのが通常である。しかし、各種作業で重機が頻繁に通過した作業道跡地は重機の重量で路面の土が踏み固められるためにディブルでも容易に穴をあけることができず、たとえ穴が開き植栽したとしても枯損する割合が高かった。

c. 苗木が重いため専従運搬が必要

コンテナ苗の小運搬は、基本的には袋を用いた。一般の裸苗が1人で75本/回運べるのに対し、コンテナ苗は25本程度で10kg以上となってしまうため、1回で運搬できる量が裸苗に比べ3分の1程度と少ない。小回りの利く小さな林内作業車を活用してある程度植栽地の近くまで運んでいるが、大型機械の使用はかなり難しいと考えている。

d. 苗木単価が高い

広島県森林組合連合会を通じて購入しているコンテナ苗の単価は前述のとおり、裸苗の2倍程度と高価である。あまりにも良い苗木を供給してもらえないことから、自分の組合でコンテナ苗を作る事も検討したが、スギなど低花粉の苗木でないことと県の認可が取れないこと、また栽培技術も必要であるとのことで断念している。

ウ) 課題に対して講じた対策

a. 穴あけ係、運搬・植付け係での役割分担

本事業でコンテナ苗を植栽する際には、穴開け係1名、運搬・植付け係1名の2名体制で作業を分担して実施し、作業の効率化を図った。

エ) 今後の推移をみたい理由

a. 条件によっては、高効率の植栽が可能だが、場所によっては枯損率が高い

平坦な箇所、機械地拵えのできるような場所ではコンテナ苗はディブルを使い立ったままの植栽が可能であることから、非常に効率よく植栽できる。また、石の多い場所は、唐鍬が入らないのでディブルで簡単に穴をあけられるコンテナ苗の植栽が有効と考えている。そのような場所に裸苗を植える場合には、土を他から運んで来て、盛って植栽していたので、植栽本数は100本/日にも満たなかった。なお、実際に作業を行った作業員の感想では、2人で作業を行えるので、作業が楽だという声が聞かれたとのことである。

しかしながら、石が多かった箇所において植栽した場合に枯損した苗木の割合が高かったことから、今後の推移を見守りたい。

(5) 一貫作業システム・コンテナ苗を用いた植栽を実施して明らかになった成果、課題、対策等

① 一貫作業システムについて

一貫作業システムを実施して、実施前、実施中、及び実施後に明らかになった成果と課題について聞き取り調査を行った結果は次のとおりである。

● 実施前

ア) 明らかになった成果

a. 植付け実施があらかじめ決まっており、予定が立てやすい

皆伐した後の再生林について、一貫作業システムであることから、伐採・地拵え作業の時期をあらかじめ想定することが可能であり、このため森林所有者に対して、植栽時期に関する話がし易い。

また、森林組合では植栽面積を確定するために測量を行うが、伐採前に先行して測量することが可能となり、植栽密度が決まっていれば、苗木の発注本数が事前に確定するため本数の調整が比較的容易である。

イ) 明らかになった課題

a. 立木売却益と植付け費用の一貫金額の提示が困難

伐採前に立木の売却益と植付け費用の目安を立てているが、比較的算出が容易な植付け本数に対して地拵え経費については、目処が立てにくい。伐採時の契約書には経費の記載が困難である。

このため、伐採時は伐採だけの見積書、植栽する時は地拵え費と植付け費の見積書というように分けて所有者に渡すこととしており、それを森林所有者が承諾して初めて作業に着手することができるというような体制となっている。

例えば、伐採した木材の売り上げが 100 万円、植え付けが 100 万円でプラスマイナス収益が 0 円で、さらに育てるのに除伐、間伐などの経費が掛かるのであれば、所有者としては伐採しない方が良いという話になる。これには、今の材価の安値が大きく響いていると考えている。

スポット的な低コスト再生林はできるが、低コスト林業には繋がらないと思われる。

ウ) 課題に対する対策

a. 収益を見込める見積もりの提示

伐採時の利益を最低価格としてどれくらい保証する（最低予定利益）のか、植付け経費が最大でどの程度掛るのか、そして持ち出しでどの程度の費用が掛るかといったことを所有者に見積もって説明しなければならない。当方で見積もったよりも実際の収入が多く、そして支出が少なく収まり、再生林経費を出しても収入が手元に残るようにすれば、森林所有者にとって望ましいことであると考えられるので、可能な限りそうなるよう見積もりを作るようにしている。

ただ、伐採時に利益が出るだけで満足してしまい、その後は植えなくても良いと考える所有者が一定の割合でいる。森林組合としては仕事の確保や森林の更新を図る必要性の観点から、税金が投入できない部分について、協議会の助成を利用して再生林して下さいと依頼する等の努力の結果、50%の所有者が再生林に同意するようになった。

エ) 改善事項

a. 一貫作業ではなく、別々の作業として計画をしないと私有林ではむずかしい

前述のとおり、所有者に対しては伐採時は伐採にかかる部分のみを見積り、植栽時は地拵えと植栽を合わせた部分のみを見積りを出すような対応をとっている。これは伐採時には地拵え経費の算出が難しいことによるものであるが、伐採に伴う収入がどの程度のあるのか、その中からどれくらい再造林経費が掛かるのかをあらかじめ所有者に示さないと所有者の十分な納得が得られず、伐採を実施することが困難になる場合が多く、まとめて見積りを出すことが困難な現在の状況が課題となっている。

一貫作業システムでは、伐採した直後に地拵えをして植えるということだと認識しており、植栽にはコンテナ苗が推奨されているが、裸苗でも時期によっては十分植栽することは可能と考えている。

高齢林となって立木密度が 600~800 本/ha の森林では、皆伐する時に全面積に小さな灌木、下層植生が生えていることが多く、刈り払いを全面積実施して地拵えしないと植えられないことから、一貫作業であっても地拵えが高コストになる可能性も考慮しなければならない。

標準伐期頃のある程度立木本数が多い林分であれば、林冠が閉鎖し、下草があまり生育していないので、伐ってすぐ植えることができ、一貫作業システムに当てはまりやすい。

● 実施中

ア) 明らかになった成果

a. 機械地拵えが出来る箇所がある

作業道から 3~4 m のグラップルの届く範囲では機械による地拵えが可能であった。4 m 以上は、人力が必要となる。

b. 伐採時に機械の使用

グラップルのような重機を林地で使うためには運搬費を運送会社に支払わなければならないが、伐採時に入っている機械を、そのまま地拵えに使うことにより、1 台往復で 2 万円程度（人件費 1 人区分程度）のコスト低減を図ることができる。

イ) 明らかになった課題

a. 末木枝条による植栽面積の変化

ハーベスタによる造材で生じた末木枝条をバイオマスで利用しないということになると、林内に大量の末木枝条が残置されることになる。造林補助金上では 0.01ha 以上は除地と見なすことになっており、1 つの事業地の 10~20% は道路敷きと除地として植栽面積を減らして考えた方が、植栽に必要な苗木本数の把握がし易いと考えられる。

林内での造材で生じた枝条のすべてを運び出すことは困難なため、一部は林内に残置せざるを得ない。

前述のとおり、機械による地拵えは作業道から 3~4 m の範囲で可能であるが、下草や灌木の生育の旺盛な個所では、伐採時に地拵えをしても、すぐに下草等が繁茂することがあるため、

そういった箇所は、植栽に先立ちもう一度地拵えを行った。

そのため、地拵え経費が高額となり、結果として低コストにならなかった場所もある。

ウ) 改善事項

a. 植付け、下草の経験に乏しい機械のオペレーターへの指導が必要

これまで、林業機械のオペレーターは機械操作だけを行ってきたこともあり、作業道沿いに末木枝条を堆積させたままとなっていたが、昨年から、当組合で植付け、下刈り作業に精通している作業員の指導の下、植付け、下刈り作業を経験してもらい、その結果、末木枝条が植付けや下刈りの邪魔になるため取り除くことが必要であるということを理解してもらえたのではないかと考えている。

● 実施後

ア) 明らかになった課題

a. 植栽面積の変更に伴う苗木本数の注文変更と苗木の入荷に係る調整

現地における末木枝条の処理の程度により、実質的な植栽面積が減少し、それに伴い必要となる苗木の本数が変わることから、すべての箇所で当初の計画どおりに植栽できなかった。

また、現在、苗木は在庫があれば2～3日で供給されるが、注文本数が大量になると他所からも仕入れる必要が生じるため、迅速な対応は困難になる。

苗木業者は、自分たちが出荷する苗木だけどうにかなればよいと考える傾向がある。その一方で、伐採業者は伐ったらすぐに植えられるはずだから、苗木はすぐにでも調達できるのだろうと思込んでいる傾向がある。それぞれの業者がそれぞれの考えで動いてしまうため、伐採が終わったにもかかわらず、そのときに必要な苗木が入荷せず、植付け時期が遅れると地拵えの経費が掛かり増しとなるというような事態に直面する場合があります、その場合組合として非常に難しい立場になる。

イ) 改善事項

a. 作業道の利用

これまでは、作業道跡地を除地としてしまうと補助金の対象外となることから、植栽面積を確保するために植栽していたが、できれば管理のための道として使いたいと考えている。

ただその場合、作業道は除地扱いとなり造林に対する補助がなくなってしまうため、刈払いの対象から外れ、そこだけ下草等が伸びて結局管理されず使用できない道になるのではないかと危惧している。そのため、除地扱いにならないように周辺に植栽するなどの工夫をして、道の中も刈り払えるように下刈りの設計を現在行うようにしている。

かつては、自分たちが歩くことさえできればよいと考えて、道に枝条を落としていたが、枝条の中からツルや草が生えてきて、将来的に歩けなくなってしまう場合が多い。道は綺麗に歩けるように管理しておいた方が、間伐で作業に入る時に、余計な刈り払い等の仕事をしなくて

もよいのではないかと考えられることから、適切な管理方法について検討中である。

② コンテナ苗を用いた植栽について

当組合において行ったコンテナ苗植栽について実施前、実施中、及び実施後に明らかになった成果と課題について聞き取り調査を行った結果は次のとおりである。

● 実施前

ア) 明らかになった課題

a. 根鉢の維持

根張りが苗ごとにばらばらだったこともあり、苗木によっては、根鉢が壊れやすくなっているものがあった。

b. 重量

培地資材に土が多く使われていたため、苗木 25 本でも非常に重く感じられた。比較的軽量なココナツハスクやピートモスのような資材については使っている苗木業者は少ないようである。

イ) 対策（要望等）

a. 培地の軽量化

培地資材として軽量な資材を使用するよう苗木生産者は改善してほしい。

ウ) 改善事項（要望等）

a. 新しい素材の培地としての利用

砂漠の緑化が紙おむつの素材で成功している（名古屋大学大学院理学研究科 池内了）という記事を目にしたことがあり、培地資材として使えるのではないかと考えたことがある。

コンテナ苗の培地資材として、紙おむつに使用されている高分子吸水材のような工業製品であれば、さらに軽量で取扱い易くなり、安価で入手できると考えられることから、こういった資材が使用できないか検討してほしい。

● 実施中

ア) 明らかになった成果

a. 植付けが容易

ディブルを使うことにより立ったまま植栽できるので、植栽技術をもっていなくても比較的容易に植栽（280 本/日）することができた。

イ) 明らかになった課題

a. 運搬が大きな負担

前述のとおり、コンテナ苗は、基本的に袋に入れて運搬した。通常、裸苗の場合は1人で75本/回を運べるのに対し、コンテナ苗は25本/回で10kg以上となってしまうため、1回で運搬できる量が3分の1程度と少なく、専従で運搬する作業員が必要となった。そのため本事業では、穴開け係1名、運搬・植付け係1名の2名体制で作業を分担して実施した。

b. 急斜面での器具による植付け

前述のとおり、当事業地では、斜面の下の標高の低いところから高いところへ向かってコンテナ苗を植栽していったことから、30°以上の傾斜地では、斜面の下方からディブルで適切な植え穴を開けることができず、一度標高の高い箇所に戻り込んで穴を開けなければならなかったことから作業に手間がかかった。

ウ) 課題に対する対策

a. 運搬の方法の検討

作業道から遠い場所については、人力による小運搬が必要となることから、手間を軽減できるよう田植えする時の腰袋のようなものの導入も検討したが、苗木の根鉢が割れて植えられなく恐れがあると考えたことから諦めた経緯がある。

b. 器具の改良

前述のとおりコンテナ苗の植付けにディブルを使用したけど、もう少し楽に穴が開けられるようになるのもっと効率が上がるのではないかと考えている。

エ) 改善事項（要望等）

a. 軽量の培地資材の利用

前述のとおり、コンテナ苗の培地に土ではなく、ココナツハスクやピートモスのような比較的軽量の資材であれば多くの苗木を一度に運搬することが可能となるので、苗木生産業者には改善して欲しい。

● 実施後

ア) 明らかになった成果

a. 枯損率が低い

前述のとおり、植栽後の下刈時の枯損率は5%であり、枯損率は低いと評価できる。

枯損した苗木も、特に石の多いところに植栽したものであったことから、その原因を解明し、さらなる枯損率の低減を図りたい。

イ) 明らかになった課題

a. 下草の繁茂した際の苗木の確認

植栽時に全刈りで地拵えを実施したが、それでも草丈が大きくなる場合があり、その場合には、植えたはずだと思って現地で見ても苗木を確認できないことがあった。

時期的に、下草が繁茂し始める5月下旬頃から7月までの間は、苗木の確認が困難となるようである。

ウ) 課題に対する対策

a. 誤伐防止策にともなうコストの上昇

具体的な苗木の誤伐防止策として、数か所で苗木の位置に木の棒を立てて、その棒の上を赤いスプレーで着色し、目立つようにしたが、大変な手間が掛かってしまった。

手間を掛けた結果として、普段よりも下刈作業はやりやすかったと言われていたが、目印を付けるのに大変な手間がかかった。

将来的には誤伐防止、下刈経費の削減のためにツリーシェルターを立てることも検討しているが、下刈を5年間やったものとトータル経費が変わらないのであれば、毎年、成長を見ながらの下刈の方が、効率的に実施できると考えている。

林業を行っていく上で、どのようにすれば、良い木を早く育てるのにお金を掛けず手間かけずに、作業が楽にできるかが目標なので、いろいろと考えているが、この件に関しては模索中である。

(6) 低コスト造林事業等を実施して評価できる点

お金がかからないのであれば、植栽してもよいと考える所有者が増えた。

東城町森林再生協議会（東城町森林組合、(株)山崎木材、(株)宮田木材、中国木材）が設立され、スギ、ヒノキの人工林で伐採（皆伐）を行った場合には、山主（森林所有者）に対して再造林費としてha当たり15万円を上限に助成する独自の仕組みがあるが、これが所有者の再造林の意識作りに役立っており、造林未済地を減らすことができるものと考えている。

今のところ、一貫作業を行うこと自体で評価できることは非常に少ないと思うが、事業体にとっては、一貫作業を行うことができる、伐採から植付けまでの事業計画が立て易くなることから歓迎できる面もある。

(7) 低コスト造林事業等を実施しての問題点

低密度植栽では植栽本数が少なく、植栽木の一本の価値が高いため、できるだけ枯損木を出さないよう大切に育てなければならないことを痛感する。

コンテナ苗の価格が高いことが、一番のネックであると考えている。

いまのところ、地拵えにおける低コスト、植栽における低コスト、下刈における低コスト、補植・雪起こしなどを一切しないことによる低コストなど、個別の施業での低コストを図ろうとしているが、どこからどこまでの範囲をみて低コストとしていくのが、なかなか見えにく

いので、データの集積が必要であると考え。

現場の作業員は、手間のかかる地拵えを最も嫌うが、伐採直後であれば、林内の末木枝条が整理されているので、比較的楽に作業ができると考える。

(8) 今後の低コスト造林事業等を実施・推進する際の要望等

下刈を含めた5年間で施業を実施させてもらえると、事業量を確保できるので助かる。

しかし、各現場で下草の繁茂状態が違うので、適用範囲についての検討が必要である。

現在と同額の補助金で一貫作業を訴えていくのであれば、現在の造林費の単価設定が全体的に低すぎると思われる。所有者に入る収入から経費を差し引いて20%~40%の利益を挙げようとするれば、再造林の単価を上げないと所有者は再造林を検討しないのではないかと考えている。

地拵え代がどれくらい掛るのか、実行経費の積み上げに対する補助金制度にしてもらえると、もう少し地拵えが進むと考えている。

現在、コンテナ苗を植えたところはコンテナ苗の補助、裸苗を植えたところは裸苗の補助という形で分かれている。それぞれの苗の良いところは確かにあり、両方の苗を植栽した場合には、事業体がそれを測量して区分けしなければならないことから作業が繁雑になっているので、苗の種類によって補助を分けると言うのは見直してほしい。

また、コンテナ苗については、生産がなかなか進まず、苗木としての競争力がつかない状態であり、これではいつまでたっても価格でしか勝負をしないというような、商品開発の基礎に問題があるような気がしている。

生産の時に、コンテナ苗にも補助金を付けるということにしておいて、コンテナ苗を選ぼうが、裸苗を選ぼうが植付け費はこれだけであるという補助制度の方が、植える方からすれば計算がしやすいし、有利な苗木を選択しやすいことになると考えている。

なお、コンテナ苗の方が植えやすいと事業者が感じているので、コンテナ苗の方が売れるとなれば、多くの事業者のコンテナ苗栽培への機運が高まり、その結果、苗木生産者の競争が高まれば、自動的にコンテナ苗価格が下がるので、そういった方向に補助をしてもらう方がコンテナ苗が普及していくのではないかと考えている。

(9) まとめ

東城町森林組合では、組合自身も会員となっている地元の木材業者が中心となった東城町森林再生協議会が設立され、スギ、ヒノキの人工林で伐採（皆伐）を行った場合には、山主（森林所有者）に対して再造林費としてha当たり15万円を上限に助成する独自の仕組みがあり、これが所有者の再造林の意識作りに役立っており、再造林率が30%も増加している。

また、伐採後の地拵えは、標準伐期齡近くの森林であれば、樹冠も閉鎖し、下草があまりないことから、さほど大きな労力をかけずに実施できるが、高齢級となり植栽密度が低く下層植生が繁茂していると、地拵えに相当な経費が掛かることから、これについては、特別な補助を

検討してもらいたいという要望が挙げられている。

さらに、コンテナ苗については、植栽技術のない作業員でも立ったまま簡単に植栽できることから一定の評価をしているが、苗木代が高く、現在の価格では低コスト造林に使用することは難しいと考えており、コンテナ苗に対する補助制度の在り方を検討することが必要であると考えている。なお、コンテナ苗の重量が重く、林内での小運搬に大きな手間が掛かっているということであったが、苗木の培地を見ると、ココナツハスクやピートモスではなく、土が多く使われているようであり、また、規格がないことから粗雑な苗木も出回っているようであるので、適切なコンテナ苗の規格の整備が必要である。

4.4 まとめ

今回のヒアリング調査では、前述のとおり低コスト造林技術等の導入状況アンケート調査に熱心に回答して頂いた事業体を対象として北海道地方（浦幌町森林組合）、中部地方（設楽森林組合）、及び近畿中国地方（東城町森林組合）から選定し実施した。

この結果、一般の伐期を迎えた森林を所有する森林所有者は、伐採して収益を得ることに関心を持っているが、その後の植栽については経費が掛かることからほとんどの森林所有者は関心を持っていない。しかし、地域の森林の管理を担っている森林組合では、伐採後に裸地として放置することなく、森林の持つ公益的機能を持続させるために再造林して、森林を再生させるように所有者に働きかけている。

そこで、可能な限り再造林コストを縮減するために、低コスト造林技術等を用いた施業を森林所有者に提案し、再造林の確保に努めている。

ここで、広島県の東城町森林組合では、地元の木材業者が中心となった東城町森林再生協議会が森林所有者に対して再造林費として ha 当たり 15 万円を上限に助成する仕組みを活用して、森林所有者に再造林の意識作りに役立てており、再造林率を 30%も増加させている。北海道においては、再造林するコンテナ苗の無償提供が行われている。

このように、再造林に対して資金や資材などを助成、あるいは補助することで再造林の推進に繋がると考えることから、伐採後に地拵えし、植栽することを手助けする民間からの支援（企業の CSR、CSV など）が全国的に広がることにより、一貫作業システムが全国に普及しやすくなると考える。

また、ほとんどの森林所有者は、造林した後、下刈や除伐、あるいは間伐等を実施して成林させて収入を得るためにどのような時期に、どのような施業を実施すればよいか分からない。そのために、森林組合では具体的な森林施業プランを森林所有者に示して、自分の所有する森林で伐採後にどのような費用負担が生じるのかを理解してもらい、伐ったら植えるという資源の循環に繋げる努力をしており、このような地道な努力が、森林の再生に繋がるものとする。

なお、浦幌町では伐採と地拵えと植栽を別々の時期に行っていたことから、厳密に言うと一貫作業システムではない。伐採と地拵えと植栽のそれぞれの作業を、同一の実施者が行ったこ

とで、地拵えや植栽まで考えて伐採を行うと言うことの意味を理解し、一貫作業システムを行うことのメリットに気づき始めたと思われる。

また、設楽森林組合では、「主伐→搬出→地拵え→植栽」の一連の作業によるモデル事業を実施している。ただ、伐採と地拵えと植栽は別々の時期に行っている。集材はタワーヤードによる全木集材であったが集材過程で枝等の折れで多量の枝条が発生したため、結果的に人力100%で巻きたて地拵えを実施している。作業道沿いの枝条をグラップルにて移動させたことから、一部一貫作業システムの趣旨には合致するが、低コスト化を最も図りたい地拵えが従前と同じ人力で、この局面を見ると一貫作業システムとは乖離している。可能であれば、伐採時に導入したタワーヤードを撤去することなくそのまま地拵え作業へ何らかの方法で活用し労力を削減、また手配したコンテナ苗とシカ柵資材の運び込みに利用し植栽を終了させれば、より一貫作業システムの趣旨に合致することとなる。

東城町森林組合については、伐採～造林の一貫作業システムを理解して実施されている。今回の照会調査から得られた一貫作業システム等に関わる実施前・実地中・実施後の成果、課題、課題に対する対策・改善事項についての見解は非常に的を射ており、低コスト再生林や一貫作業システムを展開する上で、非常に貴重で有効な情報であった。

伐採～植栽の一貫作業システムについて最後にまとめると、「伐採時に伐出機械を活用して地拵えや植栽を行ってしまう」システムであり、そのポイントは植栽と地拵え作業の軽減を考えて伐採し、機械力を持って地拵え（伐中地拵え）を行い省力化・効率化を、引いては掛かる人工を減らして低コスト化を図ることである。勿論、地形や路網等それぞれ伐出に掛かる状況が違うため、それぞれの現場に則した低コスト化を視野に考えて作業を行うことである。

5. 施業箇所における実測調査

5.1. 目的

低コスト造林技術として一貫作業システムをとりあげる。伐採・搬出時に伐出機械を利用して地拵えから植栽までを同時進行で実施する一貫作業システムの実測調査を行い、生産効率、コスト、林地の状況等を把握し、通常の施業との比較等により分析を行う。また、現場導入に当たってのノウハウや留意事項等について整理する。

● 一貫作業システムについて

一貫作業システムとは、伐採・搬出時に伐出機械を利用して地拵えから植栽まで同時進行で実施する作業システムである。伐採から地拵え、植栽まで一括発注され、一体的に作業が行われる。なお、通常の施業方法とは、伐採と植栽が別発注により実施されるものである。両者の違いを図 5-1-1 に模式化して示した。

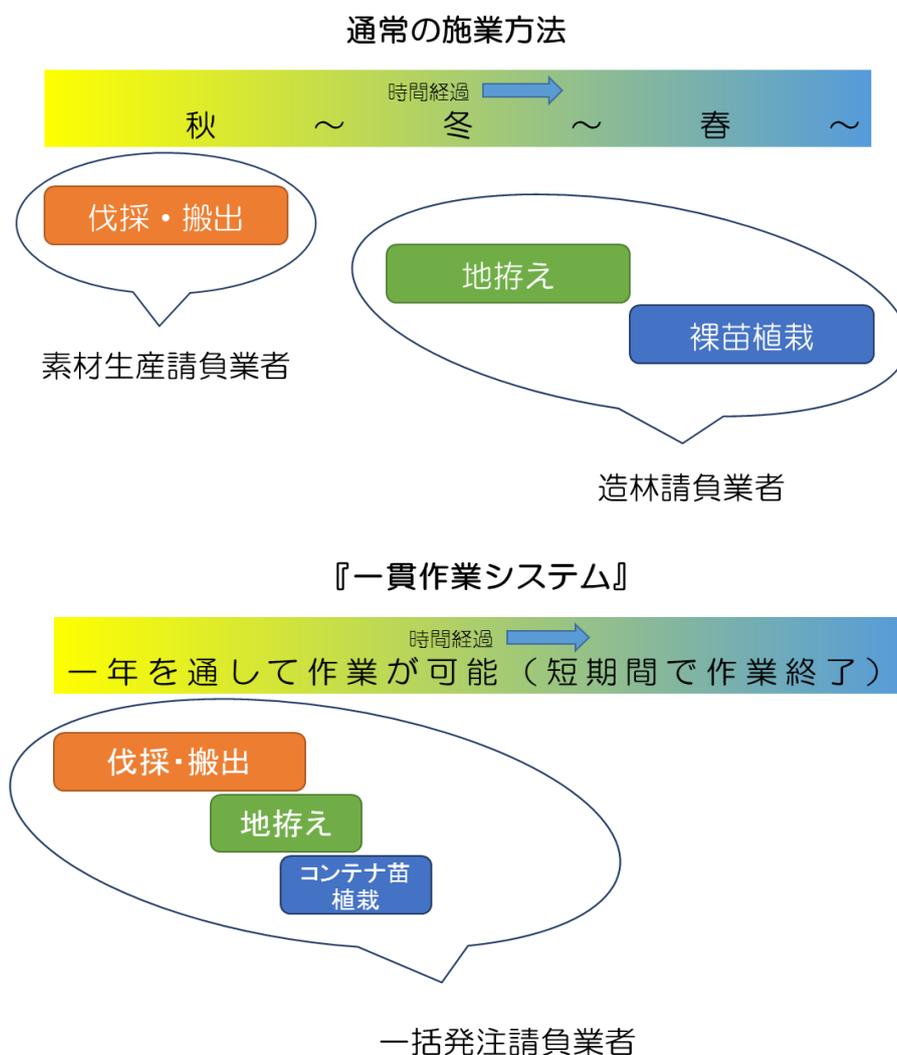


図 5-1-1 通常の施業方法と一貫作業システムの違い

5.2. 調査方法

北海道地方、東北地方、中部地方の3つの地方から、一貫作業システムによる施業実施箇所をそれぞれ1箇所選定し、実測調査を行う。

実測調査は、林地の状況（地形、樹種、下層植生等）、生産効率（各工程の人工数等）及びコストを把握し、従来型の伐採と地拵え、植栽が別発注されている通常施業箇所との比較等により分析を行う。

なお、地方区分は、林野庁における森林管理局の管轄区分に準ずるものとした（図 5-2-1）。

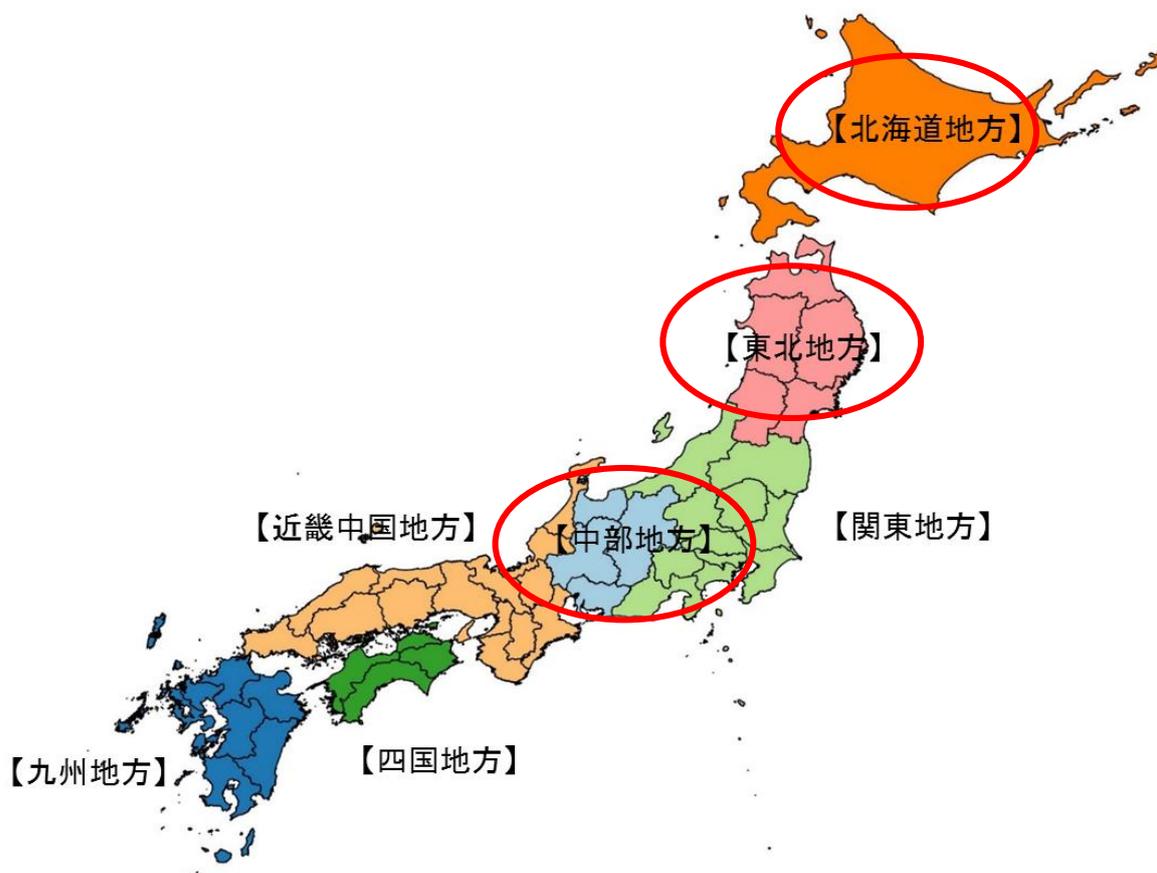


図 5-2-1 実測調査の対象地方

5.3. 北海道地方の調査結果

5.3.1. 調査地

調査地は、北海道森林管理局石狩森林管理署管内千歳国有林（北海道千歳市）5351 林班ろ 小班（小班面積 41.91ha、うち調査面積 0.87ha）である（図 5-3-1）。



図 5-3-1 調査地の位置

5.3.2. 林地の状況

調査地は、標高 80mの平坦緩斜面である。林分の概要を表 5-3-1 に示した。伐採した林分は、51 年生のカラマツ林で、一部エリアでの毎木調査では、平均樹高 22.3m、平均胸高直径 31.5cm であった。林内にはハルニレ、シラカンバ、ミズナラ、ヤチダモ、キハダ、イタヤカエデ等のカエデ類からなる落葉広葉樹が一部混生し、林床にはシダ類が生育する林分であった（写真 5-3-1）。土壌は火山噴出物からなる軽石等を含む固結が弱い未熟土であった。

表 5-3-1 林分の概要

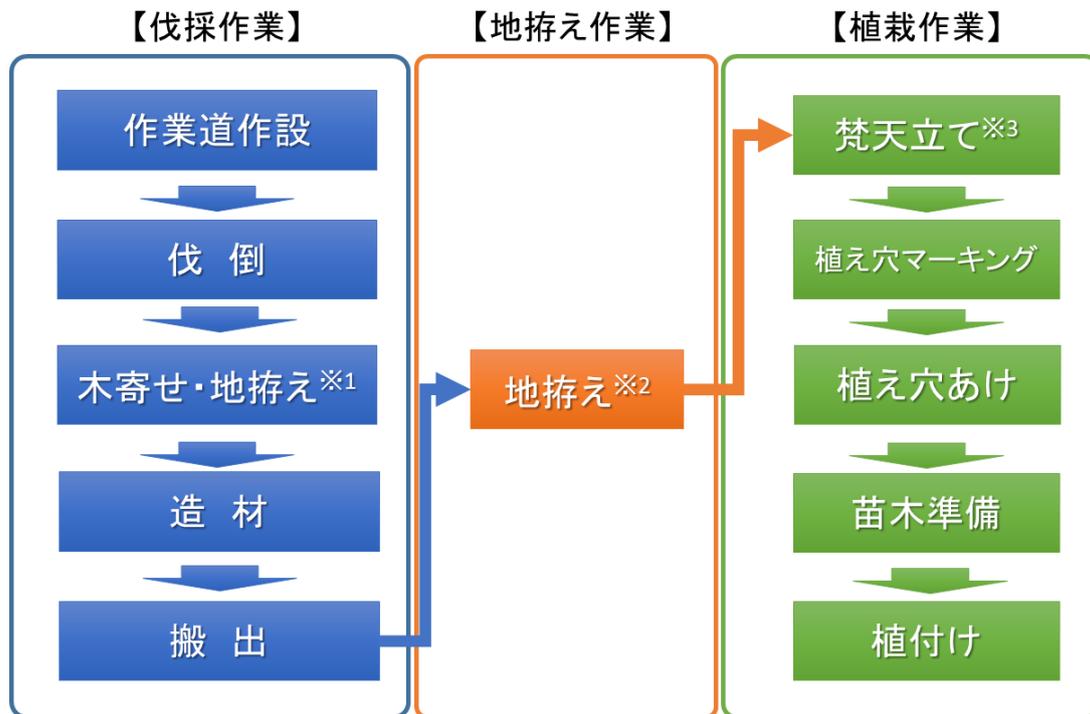
樹種	カラマツ、その他広葉樹
林齢	51 年生
斜面傾斜	0～5°
斜面方位	NE
土壌型	未熟土 (Im)
下層植生	シダ類



写真 5-3-1 林地の状況

5.3.3. 作業の流れ

伐採・搬出と地拵え・植栽を一括（即ち一貫作業システムによる業務）で請け負った業者が行った作業の流れを図 5-3-2 に示した。先ず伐区の中央に作業道をフェラバンチャによって開設した。その後、フェラバンチャやハーベスタによる伐倒、グラップルやハーベスタ等による木寄せ・地拵え、ハーベスタによる造材、フォワーダ及びグラップルによる搬出という流れである。なお、この一連の作業の最後にグラップルレーキによる仕上げの地拵え（小さな末木枝条の片付け）が追加された。その後の植栽作業では、梵天立て、植え穴マーキング、アースオーガーによる植え穴あけ、植付けという流れで作業が行われた。



※1 主にグラップルにより木寄せと同時に実施した地拵え
 ※2 主にグラップルレーキにより仕上げとして実施した地拵え
 ※3 梵天とは、竹の先に標識テープ（赤・青）を巻いたもの。植栽列の目印として使用。

図 5-3-2 一貫作業システムにおける作業の流れ

5.3.4. 伐採作業

(1) 伐採の作業内訳

実測調査は、作業道開設・伐採・地拵えの作業について9月8日～11日に実施した。調査地で行われた集材方式は、車両系システム（ワイヤー使用なし）による短幹集材であった。各作業工程で使用された林業機械を図 5-3-3 に、その諸元を表 5-3-2 に示した。

	伐倒	木寄せ・地拵え ^{※1}	造材	搬出	地拵え ^{※2}
使用機械	フェラバンチャ	グラップル	ハーベスタ	グラップル	グラップルレーキ
	ハーベスタ	フェラバンチャ		フォワーダ	グラップル
		ハーベスタ			フェラバンチャ
					ハーベスタ

※1：フェラバンチャ・ハーベスタ・グラップルによる地拵え
 ※2：グラップルレーキによる地拵え

図 5-3-3 作業工程ごとの使用機械

表 5-3-2 使用した機械の諸元

使用機械	ベースマシン			アタッチメント	
	メーカー	形式	クラス	メーカー	形式
フェラバンチャザウルスロボ	キャタピラー	312D	0.5 m ³	松本システムエンジニアリング	MSE-45FGZX
ハーベスタ	キャタピラー	312D	0.5 m ³	KETO	150Supreme
グラップル (先山)	キャタピラー	312D	0.5 m ³	イワフジ工業	GS-90LJV
グラップル (土場)	キャタピラー	312C	0.5 m ³	玉置機械工業	不明
グラップルレーキ	キャタピラー	312D	0.5 m ³	イワフジ工業	GSR-14B
フォワーダ	諸岡	MST-1500VDL	7 t	—	—

① 作業道作設

作業道は伐区（幅約 55m×長さ約 200m）の中央に幅約 3.5mで作設された（写真 5-3-2）。

フェラバンチャが作業道の作設予定路線にある立木を伐採し、その両側に据え置き進化した。フォワーダによる搬出を行うことから、路線にある伐根は全て引き抜かれた。この作業道開設に要した時間は 2 時間 34 分であった。

作業道の両側に木寄せされた伐採木や地拵えされた末木枝条は作業道の両サイドに存置される。作業道がハーベスタの玉切り作業やフォワーダへの丸太の積み込み・搬出作業の場として使われた。



写真 5-3-2 作業道開設状況

② 伐倒

伐倒は、フェラバンチャ及びハーベスタにより実施された（写真 5-3-3）。それぞれの機械のベースマシンやアタッチメントについて表 5-3-2 に示した。ハーベスタは伐区中央の作業道より右側で、手前側から奥側へ伐倒を進めた。一方、作業道作設が終わったフェラバンチャは作

業道より左側で、奥側から手前側へ戻るかたちで伐倒が進められた。両伐採機械は常時離れており、作業の安全性を考えての配置であった。

この伐区で発生する末木枝条はバイオマス利用されることになっていた。よって、その収集を容易にするため、末木枝条は作業道の両サイドに集積されるように計画されていた。立木の伐採段階からその点が考慮され、なるべくその梢端が作業道の方向へ向かうよう留意しながら伐倒されていた。

なお、一部チェーンソーによる伐倒も行われている。これは、フェラバンチャやハーベスタでの機械による伐倒が危険と判断された広葉樹大径木の暴れ木等（数本程度）について使われたものである。グラップルによって樹幹を確保・固定した上で、チェーンソーによる伐倒作業が安全に行われていた。



写真 5-3-3 フェラバンチャ（左）とハーベスタ（右）による伐倒

③ 木寄せ

木寄せは、主にグラップルによって行われた（写真 5-3-4）。グラップルのベースマシンやアタッチメントについて表 5-3-2 に示した。グラップルは、木寄せと同時に地拵えも行っている。

また、フェラバンチャやハーベスタも伐倒作業とともに木寄せ作業も行っていた。伐倒木は最終的に木寄せ作業を通じて作業道に沿って集積された。伐採～地拵え・植栽の一貫作業システムのポイントは、伐出機械を活用して同時並行的に地拵えを行い、終わらせてしまうところである。上述の各種機械がどの程度の時間をかけて地拵えを行ったか今回ビデオ撮影を通じて時間分析したので後述する。



写真 5-3-4 グラップルによる木寄せ

④ 造材

グラップルにより作業道の両サイド沿いに木寄せされた伐倒木はハーベスタによって枝払い・玉切りで造材された(写真 5-3-5)。ハーベスタのベースマシン及びアタッチメントを表 5-3-2 に示した。

丸太の採材は用途に応じ、カラマツ合板用(4m、末口 20cm 上)、カラマツ梱包材用(3.65 m、末口 18cm 下)、カラマツ原料材(2.4m)、広葉樹原料材(2.4m)で行われた。



写真 5-3-5 ハーベスタによる造材

⑤ 搬出

搬出は、グラップル及びフォワーダにより実施した(写真 5-3-6、写真 5-3-7)。フォワーダの諸元を表 5-3-2 に示した。玉切った丸太をグラップルでフォワーダに積み込み、作業道を走行して土場まで運搬し、積み下ろした。フォワーダには一回 6.5t 程度の丸太の積み荷で、先山と土場を 23 往復している。両者間は 330m 離れており、ほぼ平坦な一部緩傾斜な路面で、

土場まで平均4分20秒、先山まで空荷で3分10秒程度であった。



写真 5-3-6 グラップルによる積み込み（左）、フォワーダによる搬出（右）



写真 5-3-7 グラップルによる積み下ろし・巻立て

(2) 製品歩留まり

調査地において、伐倒前に一部エリアで毎木調査（立木 20 本程度）を実施し、立木幹材積を算出した。

また、毎木調査を実施した立木が造材されたのち、製品材積を計測した。これらの立木幹材積と製品材積から製品歩留り率を算出した（表 5-3-3）。

表 5-3-3 毎木調査結果と製品歩留まり率

計測本数	カラマツ 24 本、その他広葉樹 2 本 計 26 本
平均胸高直径	31.5cm
平均樹高	22.3m
立木幹材積計	23.582m ³
製品材積計	15.440m ³
製品歩留まり率	65.5%

(3) 伐採の生産性

作業日報の集計結果より、伐採の生産性を算出した（表 5-3-4）。伐採した樹種は、カラマツ及びその他広葉樹、伐採面積は 0.87ha である。調査地における出材積は 142.8m³であった。

また、伐採作業に要した人工（作業道作設と地拵えを除く）は、作業日報より 9.1 人日であったことから、伐採の生産性は 15.7m³/人日であった。

表 5-3-4 伐採の生産性

伐採樹種	伐採面積	出材積	作業人工	伐採の生産性
カラマツ・ その他広葉樹	0.87ha	142.8m ³	9.1 人日	15.7m ³ /人日

(4) 生産性を高めるための工夫

様々な機械の活用により高い生産性が実現されていた。具体的には、伐倒をフェラバンチャ及びハーベスタ、木寄せはグラップル、造材はハーベスタというように機械を使い分けて効率性を高めていた。加えて、機械を効率的に使うために作業の段取りを工夫するとともに、オペレーターが機械操作のみならず植栽も実施するというように、作業チーム全員が伐倒、木寄せ、植栽において、次の作業を考えながら作業の連携を意識した効率的な作業が実施されていた。

5.3.5. 地拵え作業

(1) 地拵えの作業内訳

地拵えは、主としてグラップルにより、木寄せの段階で大部分が実施された（写真 5-3-8 左）。また、伐出機械であるフェラバンチャやハーベスタも伐採の合間に地拵えを行っていた。

なお、地拵えの仕上げとして、細かい末木枝条をグラップルレーキにて行っていた（写真 5-3-8 右）。機械を使えば使うほどコストは掛かり増しになっていく。どの程度まで地拵えをするかの判断は難しいが、グラップルレーキによる仕上げの地拵えが必要かどうかは検討の余地があると思われた。

ちなみに今回の伐採で発生した末木枝条は、他日にバイオマスとして販売されるということで全て伐区中央の作業道の両サイドに地拵えで積み上げられている。近くの現場に移動式チップパー（諸岡社製）があったことから、末木枝条はある程度乾燥した後にチップ化されるものと思われる。



写真 5-3-8 グラップル（左）及びグラップルレーキ（右）による地拵え作業

(2) 地拵えの生産性

地拵えを行った面積が 0.87ha、地拵えに要した人工は作業日報より 0.5 人日であったことから、地拵えの生産性は 1.74ha/人日であった（表 5-3-5）。

表 5-3-5 地拵えの生産性

地拵え面積	地拵え人工	地拵えの生産性
0.87ha	0.5 人日	1.74ha/人日

5.3.6. 植栽作業

(1) 植栽の作業内訳

コンテナ苗植栽の実測調査は 10 月 1 日に実施した。植栽作業は、梵天立て、植え穴マーキング、植え穴あけ、苗木準備、植付けという手順で行われた（図 5-3-4）。作業員は 8 名で、植栽面積 0.87ha に対して、カラマツのコンテナ苗が 1,198 本植栽された。

区分	梵天立て	ええ穴マーキン： 植え穴あけ	苗木準備			植付け	休憩	梵天撤収	延べ作業 時間計	実質作業 時間計	
			苗木運込・種降	苗木カゴ詰め	苗木配布						
午前 (西側部分)	8:46 開始	8:56 開始	9:17 開始	9:18 種込開始 (土播)	9:25 開始	9:29 開始	9:29 開始				
	9:10 終了			9:21 種込終了 (土播)							
		9:48 終了		9:24 種降開始 (先山)	9:25 種降終了 (先山)						
(休憩)								9:51 開始			
								10:20 終了			
								10:29 終了			
								10:58 終了			
								10:47 終了	10:47 開始		
								10:51 終了	10:58 終了		
延べ作業時間	0:24	0:52	0:43	0:04	1:04	0:49	0:53	0:29	0:06	5:24	2:12
(昼休憩)								11:00 開始			
								12:00 終了			
午後 (東側部分)	12:02 開始	12:12 開始	12:22 開始	12:23 開始	12:22 開始	12:23 開始					
	12:18 終了			12:47 終了	12:23 開始	12:23 開始					
		12:56 終了	12:57 終了		12:47 終了	13:11 終了					
								13:19 終了	13:17 開始		
								13:21 終了	13:21 終了		
延べ作業時間	0:16	0:44	0:35	0:00	0:24	0:49	0:56	0:00	0:04	3:48	1:19
延べ作業時間計	0:40	1:36	1:18	0:04	1:28	1:38	1:49	0:29	0:10	9:12	3:31

図 5-3-4 植栽の作業内訳

① 梵天立て

植栽列の縦方向を決めるため、梵天（竹の先に赤もしくは青の標識テープを付けた目印）を等間隔に設置する作業を実施した（写真 5-3-9）。



写真 5-3-9 梵天立て

② 植え穴マーキング

梵天立てが半分程度進んだところで、植え穴位置のマーキングを行った。具体的には梵天間にメジャーを張って、その間を尺棒で計測し、植え穴位置をスプレー塗料でマーキングした（写真 5-3-10）。



写真 5-3-10 植え穴のマーキング

③ 植え穴あけ

植え穴のマーキングがある程度進んだのち、アースオーガーによる植え穴あけを行った。植え穴あけは、2台のアースオーガーを使用した（写真 5-3-11）。



写真 5-3-11 アースオーガー（左）、アースオーガーによる穴あけ作業（右）

④ 苗木準備

植え穴あけと同時進行で、土場に置いてある苗木を軽トラック（4WD）により植栽地に運び込んだ（写真 5-3-12）。その後、植栽地に運び込まれた苗木を開封し、5本ずつ束になった

苗木を、1本ずつにばらすとともに、配布用のカゴに移し変える作業を行った。



写真 5-3-12 軽トラック（4WD）による苗の運搬（左）、カラマツコンテナ苗（右）

⑤ 植付け

苗木の準備が整い次第、コンテナ苗の植付けを行った（写真 5-3-13）。マーキング及び植え穴あけの作業を実施していた作業者も作業完了次第、植付けに合流した。



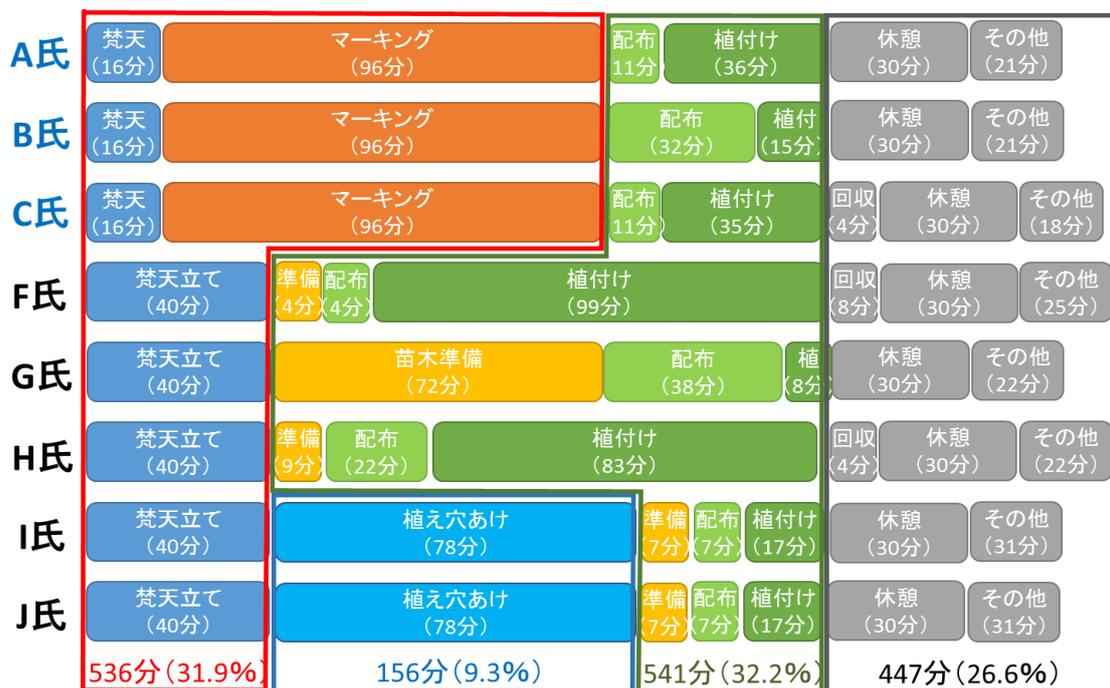
写真 5-3-13 植栽作業（左）と植栽後の状況（右）

北海道地方の調査地における植栽は、作業の流れが複雑なことから、作業を細分化し、作業内訳及び作業者の流れを詳細に調査することとした。

植栽の作業を行った8名の作業者別の作業内訳を図 5-3-5 に示した。各作業の下にある括弧内の時間は、ビデオ分析により集計した実質作業時間である。

なお、A～C の3名は、フェラバンチャ、ハーベスタ、グラップルのオペレーターである。

図より、植栽穴の位置決めが約3割、植え穴あけが約1割、植付け準備及び植付けが約3割、休憩及びその他等が約3割という構成割合であった。



※1 苗木準備は、苗木の積み込み・積み下ろし時間及び箱詰めされたコンテナ苗を一本ずつに分け、配布用のカゴに移し変えるまでの作業である。

※2 その他は、苗木の仮植や移動等

図 5-3-5 作業者別の作業内訳

(2) 植栽の生産性

植栽に要した人工は、作業日報より 4 人日（8 人で実施し、半日で完了）であったことから、植栽の生産性は 300 本/人日であった（表 5-3-6）。

表 5-3-6 植栽の生産性

植栽樹種	植栽面積	植栽本数	植栽人工	植栽の生産性
カラマツ	0.87ha	1,198 本	4 人日	300 本/人日

さらに、植栽の作業内訳より、植え穴あけから植付けまでの部分を抜き出し、作業時間を集計したものを図 5-3-6 に示した。図によると、植え穴あけの作業時間は約 2 割だが、準備及び配布が約 3 割、植付けが約 5 割という割合であった。

なお、準備とは土場での苗木積み込み時間、先山での積み下ろし時間（移動時間は除く）及び箱詰めされたコンテナ苗を一本ずつに分け、配布用のカゴに移し変えるまでの作業である。

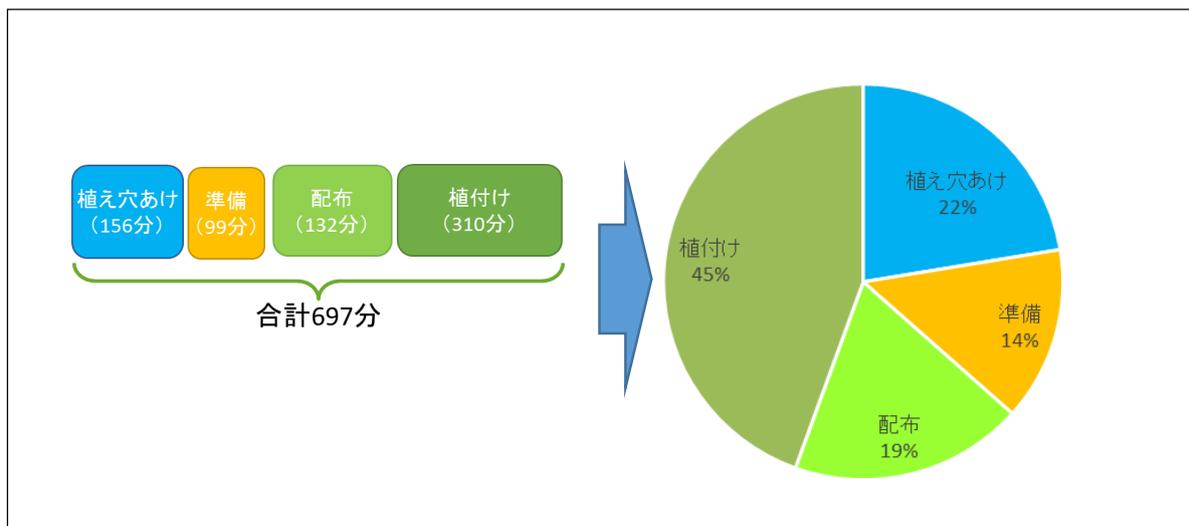


図 5-3-6 植え穴あけから植付けにおける作業時間の内訳

5.3.7. 伐採～地拵え工程の時間分析

(1) 時間分析の目的

伐採・搬出作業と同時並行して地拵えや植栽まで行う一貫作業システムは低コスト造林の要となる。その中でもポイントは、従来、人力で行っていた地拵え作業を、伐出機械を活用して地拵えを行うところにある。伐採、搬出しながら地拵えを行う場合、どの程度の時間を地拵えの作業に投入する必要があるのか情報が無いことから、今回、北海道森林管理局の協力を得てビデオ撮影での時間分析を行うこととした。

(2) 時間分析の方法

時間分析のためのビデオ撮影は平成 27 年 9 月 8 日～11 日の 4 日間で行った。各種作業の内容は章 5.3.1 から 5.3.5 に詳述した。

調査員 3 名で分担して 4 日間に渡って、フェラバンチャ、ハーベスタ、グラップル、フォワード、グラップルレーキの作業をビデオ撮影した。延べ 50 時間以上の撮影時間から、林業機械別に撮影された作業映像を、その作業の中身で区分して、それぞれに時間の積算を行った。

なお、時間分析に際しフェラバンチャの作業道開設に関わる作業時間は今回除外している。

(3) 時間分析の結果

作業日報より集計した工程別の人工数を図 5-3-7 の上段に示した。また、工程別の割合を図 5-3-8 上段に示した。伐倒、木寄せ、造材、搬出、地拵えで 9.6 人日 (67.2 時間) である。

作業工程別の生産性を表 5-3-7 に示した。伐倒の労働生産性は 62.1m³/人日、木寄せは 79.3m³/人日、造材は 68.0m³/人日、搬出は 49.2m³/人日、伐倒から搬出までで 15.7m³/人日であった。ちなみに図 5-3-7 の上段右端の地拵え人工 0.5 人日はグラップルレーキによる伐出後の細かい末木枝条を除去するための潔癖な仕上げの地拵えで 1.74ha/人日であった。

なお、グラップル等の機械で木寄せ中に行った地拵えは、日報ベースでは木寄せ工程の中に埋もれており地拵えとしてカウントされていない。

撮影されたビデオ画像の時間分析を行った結果を図 5-3-7 の下段に、工程別の作業時間数として示した。また、その工程別の割合を図 5-3-8 下段に示した。日報ベースの人工には、小休止や大移動の時間や準備・片付け等の時間も含まれているが、実測ベースのビデオ分析では実質の作業時間のみの値である。図 5-3-7 の下段に示すようにビデオ分析の結果では全作業の合計時間は 48.1 時間であった。各機械別、各工程別に時間分析した結果を表 5-3-8 に示した。

この表をもとに調査（ビデオ分析）の結果について報告する。

① 各伐出機械別の作業時間

フェラバンチャが行っていた作業を表 5-3-8 に見ると、全作業時間は 5.7 時間であった。本来の主たる機能である伐倒に 1.6 時間従事していた。伐倒後の木寄せ作業に 0.5 時間、地拵え作業に 3.6 時間を当てていた。フェラバンチャによる作業の 63%が地拵えを、次いで 28%が伐倒を、そして木寄せが 9%であった（図 5-3-9 上段）。

一方、伐倒と造材を専らとするハーベスタは全作業時間 20.9 時間であり、伐出機械の中では最も稼働していた機械であった。ハーベスタは造材作業に最も多くの時間を費やしており 13.8 時間（全体の 66%）、次いで地拵え作業の 4.4 時間（21%）、伐倒 1.6 時間（8%）、木寄せ 1.1 時間（5%）であった（図 5-3-9 中段）。ちなみに、一部暴れ木や二股大径木等の伐倒にチェーンソーが用いられたが、その所要時間は全作業工程に要した時間の僅か 1.5%であったため、分析の都合上この時間は伐採玉切りの主たるハーベスタの時間に組み込み分析を行った。

従来の日報ベースでは木寄せ作業を専らとしたグラップルについて、その作業内訳を見ると、全作業時間 9.5 時間の内、木寄せに 5.6 時間（59%）、地拵えに 3.9 時間（41%）を費やしていた（図 5-3-9 下段）。

搬出は、先山と土場を往復するフォワーダと、先山と土場でそれぞれ積み込み、積み降ろしを行うグラップルの共同作業であった。先山と土場の距離が 330m、フォワーダに約 6.5t の丸太積載で 23 往復した。全作業時間は 8.8 時間で、その内訳はグラップルによる積み込み及び積み降ろしで 5.9 時間、フォワーダによる先山～土場の運材で 2.9 時間であった。

伐採・木寄せ中の地拵えとは別に、ほぼ搬出が終わった時点でグラップルレーキによる細かな末木枝条の片付け・整理の地拵えが行われた。3.2 時間の作業であった。

② 各作業工程別の所要時間

伐倒工程はフェラバンチャとハーベスタによって行われた。両機械の総作業時間 3.2 時間で、フェラバンチャが 1.6 時間（50%）、ハーベスタが 1.6 時間（50%）で同程度の作業貢献であった。

木寄せ工程はフェラバンチャとハーベスタとグラップルで行われた。これら 3 タイプの伐出関連機械の総作業時間が 7.2 時間で、この木寄せ作業にはグラップルが専ら従事しており 5.6

時間 (78%) で、他はハーベスタ 1.1 時間 (15%)、フェラバンチャ 0.5 時間 (7%) であった。

造材工程はハーベスタの専らとするところで、総作業時間 13.8 時間 (100%) が全てハーベスタによるものであった。

搬出はフォワーダとグラップルの共同作業であった。要した時間は上述したが、独自で丸太を積み込み、積み降ろしできるグラップル機能付きのフォワーダであれば、もう少し効率的に作業が出来たと考える。

地拵え工程は、本来グラップルが専らとする作業と考えていたが、今回のビデオ調査からグラップルに限らず、掴む機能があるフェラバンチャもハーベスタにも同様な地拵え作業への貢献があることが分かった。地拵えの総作業時間は 15.1 時間で、その中での各機械の作業割合はハーベスタが 4.4 時間 (29%)、グラップルが 3.9 時間 (26%)、フェラバンチャが 3.6 時間 (24%)、グラップルレーキが 3.2 時間 (21%) であった。なおグラップルレーキによる潔癖な地拵えは北海道で特異的な作業として除外して考えると、ハーベスタ、グラップル、フェラバンチャの 3 機械で合計 11.9 時間、各機械の割合を計算すると、ハーベスタ 37%、グラップル 33%、フェラバンチャ 30% であった。

全伐出機械の総作業時間 48.1 時間の内で、地拵えに要する伐出機械の合計作業時間は 15.1 時間で 31% であった。ちなみに上述のグラップルレーキによる時間を除外した 3 機械で計算すると、全作業時間 44.9 時間に対して地拵え 11.9 時間となり 27% の貢献となった。

なお、今回の調査地では集積した末木枝条をバイオマスとして販売する計画があり潔癖な地拵えがなされている。機械を稼働させればさせるほどコストが掛かるので、地拵えをどの程度まで行うかを事前に考えて機械を動かす必要があると思われる。

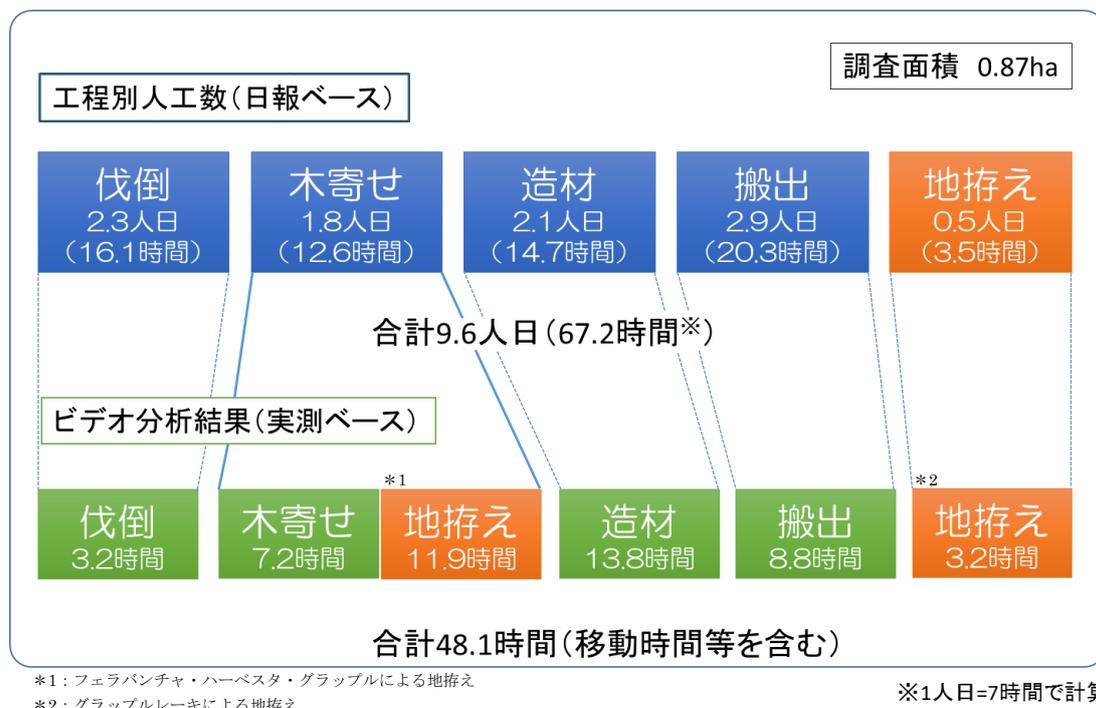


図 5-3-7 日報ベースの工程別人工数 (上段) とビデオ分析結果 (下段)

表 5-3-7 作業工程別の生産性（日報ベース）

生産性	伐倒	木寄せ	造材	搬出	伐倒～搬出	地拵え
	62.1 m ³ /人日	79.3 m ³ /人日	68.0 m ³ /人日	49.2 m ³ /人日	15.7 m ³ /人日	1.74ha/人日

表 5-3-8 伐出機械別・作業工程別のビデオ時間分析の結果（実測ベース：時間）

工程 機械	伐倒		木寄せ		造材		搬出		地拵え		機械別合計	
	フェラバンチャ	1.6	50%	0.5	7%					3.6	24%	5.7
	28%		9%						63%			
ハーベスタ	1.6	50%	1.1	15%	13.8	100%			4.4	29%	20.9	43%
	8%		5%		66%				21%			
グラップル			5.6	78%					3.9	26%	9.5	20%
			59%						41%			
フォワーダ・グラップル							8.8	100%			8.8	18%
							100%					
グラップルレーキ									3.2	21%	3.2	7%
									100%			
作業別合計	3.2		7.2		13.8		8.8		15.1		48.1	100%
	7%		15%		29%		18%		31%		100%	

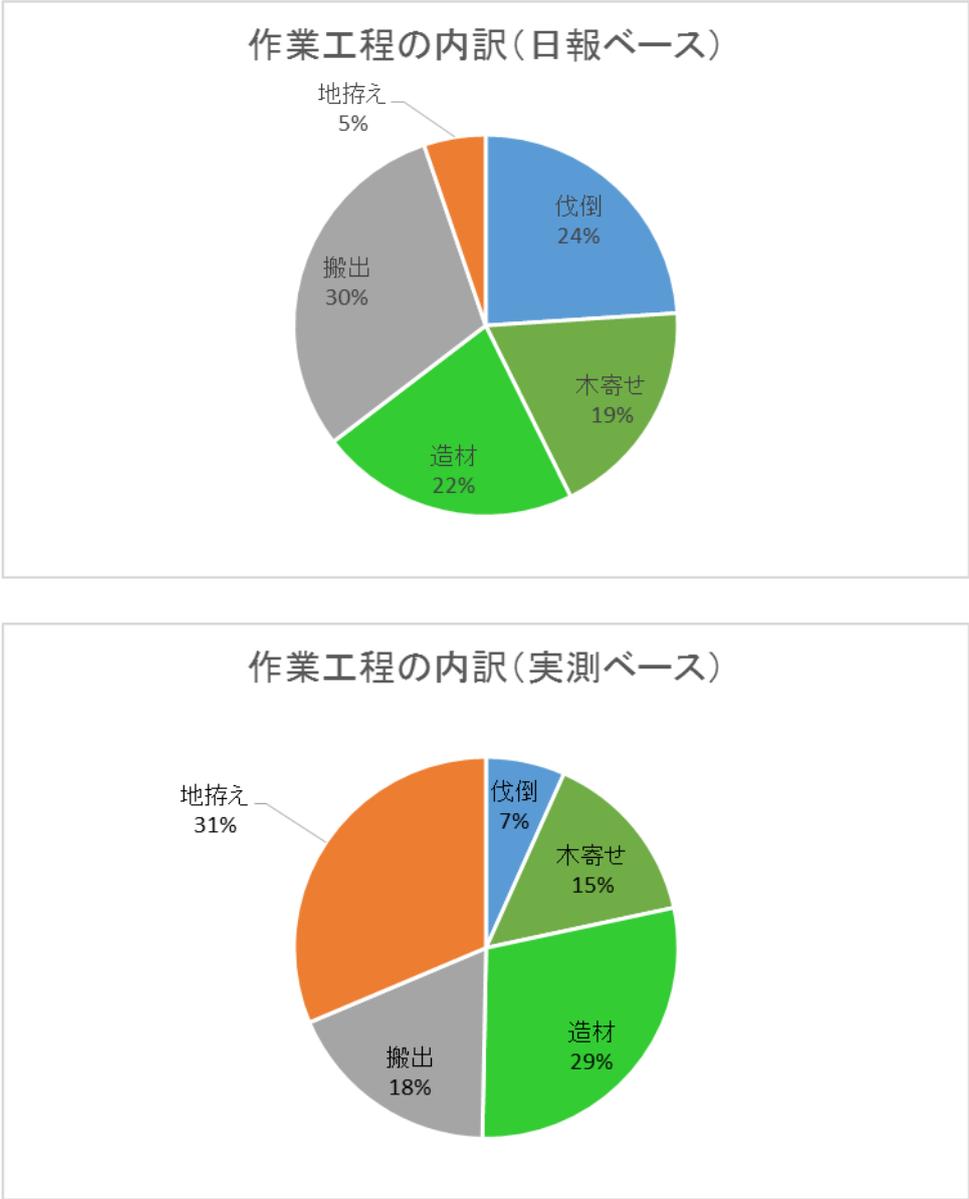
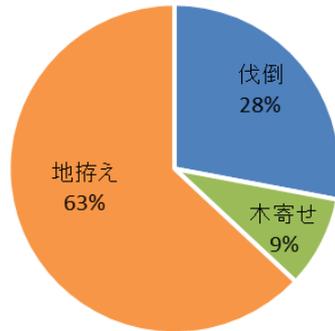
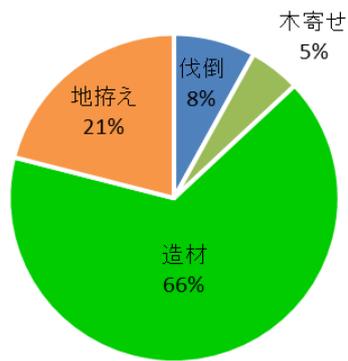


図 5-3-8 作業工程の内訳（上段：日報ベース、下段：実測ベース）

フェラバンチャ作業の内訳(実測ベース)



ハーベスタ作業の内訳(実測ベース)



グラップル作業の内訳(実測ベース)

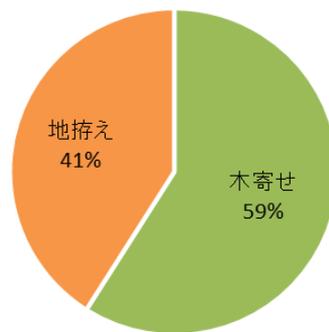


図 5-3-9 伐出機械別作業の内訳 (実測ベース)
(上段：フェラバンチャ、中段：ハーベスタ、下段：グラップル)

5.3.8. 通常施業箇所との比較

今回、実測調査を実施した一貫作業システムによる施業箇所（以下、「一貫作業地」とする。）と通常施業箇所（以下、「通常施業地」とする。）を比較するため、北海道森林管理局の協力の下、データを収集し、整理分析を行った。

(1) 通常施業地

通常施業地は、北海道森林管理局後志森林管理署管内の大滝国有林 2040 林班は小班（北海道伊達市）とした。なお、本地域の斜面傾斜は 10～15° となり、一貫作業地に比べ傾斜が大きい箇所である。

(2) 伐採作業

通常施業地における伐採は、一貫作業地と同じ車両系システムにより実施されている。使用した機械もフェラバンチャ、ハーベスタ、グラップル、フォワーダと一貫作業地と同様である。

通常施業地における出材積は 290m³であった。また、伐採に要した人工は、作業日報より 26 人日であったことから、伐採の生産性は 11.2m³/人日であった（表 5-3-9）。

表 5-3-9 伐採の生産性（通常施業地）

伐採樹種	伐採面積	出材積	作業人工	伐採の生産性
カラマツ	2.09ha	290m ³	26 人日	11.2m ³ /人日

(3) 地拵え作業

通常施業地における地拵えは、グラップルレーキ及び刈払い機により実施されている。

通常施業地における地拵え面積は 1.25ha であった。また、地拵えに要した人工は、作業日報より 18 人日であったことから、地拵えの生産性は 0.07ha/人日であった（表 5-3-10）。

表 5-3-10 地拵えの生産性（通常施業地）

地拵え面積	地拵え人工	地拵えの生産性
1.25ha	18 人日	0.07ha/人日

(4) 植栽作業

通常施業地における植栽本数は 4,180 本（トドマツ裸苗 2,680 本、トドマツコンテナ苗 1,500 本）で、これらの植栽に要した人工は、作業日報より 40 人日であったことから、植栽の生産性は 105 本/人日であった（表 5-3-11）。

表 5-3-11 植栽の生産性（通常施業地）

植栽樹種	植栽面積	植栽本数	植栽人工	植栽の生産性
トドマツ	2.09ha	4,180 本	40 人日	105 本/人日

(5) 生産性の比較

伐採及び植栽の生産性は、一貫作業システムか通常施業かに関わらず、地形条件や事業体により大きく変動する。ここでは、一貫作業システムにより大幅な作業効率の向上が図られる地拵えの生産性についてのみ比較した。

一貫作業地と通常施業地における地拵えの生産性は、一貫作業地の 1.74ha/人日に対し、通常施業地は 0.07ha/人日となり、一貫作業地の方が通常施業地と比べて約 25 倍の生産性であった（表 5-3-12）。

一貫作業地と比べて生産性に大きな差があるのは、通常施業地の方が幾分傾斜があることに加え、グラップルレーキだけでなく、人力による作業及び刈払い機も使用されたためと考えられる。

表 5-3-12 地拵えの生産性の比較

地拵えの生産性	一貫作業地	通常施業地
	1.74ha/人日	0.07ha/人日

(6) コストの比較

一貫作業地と通常施業地における伐出コストと地拵えコストの比較を行った。算出根拠は、使用機械ごとに人件費を含む日額（推計値）に作業日数を掛けて算出した（表 5-3-13）。

表 5-3-13 使用機械における日額（推計値）

使用機械	日額（円） （推計値）	内訳
フェラバンチャ	61,540	機械損料 38,340 円+燃料費 6,500 円+人件費 16,700 円
ハーベスタ	51,000	機械損料 27,800 円+燃料費 6,500 円+人件費 16,700 円
グラップル	39,100	機械損料 15,900 円+燃料費 6,500 円+人件費 16,700 円
チェーンソー	18,460	機械損料 2,100 円+燃料費 2,560 円+人件費 13,800 円
フォワーダ	42,100	機械損料 18,900 円+燃料費 6,500 円+人件費 16,700 円
グラップルレーキ	39,100	機械損料 15,900 円+燃料費 6,500 円+人件費 16,700 円
刈払い機	15,060	機械損料 1,260 円（燃料費込み）+人件費 13,800 円

※1 フェラバンチャの機械損料は、「平成 21 年度低コスト作業システム構築事業報告書（日本森林技術協会、

2010.3)」低コスト作業システム構築用林業機械のコスト算定値の値に6時間を掛けて算出した。

※2 グラップル、フォワーダ、プロセッサの機械損料は、「機械化林業No.703（林業機械化協会、2012.6）」高性能林業機械等の機械修理費・機械損料率（森林利用高度化研究会）の値を用いた。

※3 フェラバンチャ、ハーベスタ、グラップル、フォワーダ、グラップルレーキの燃料費は、6,500円/日（130円/1×501）として算出した。

※4 グラップルレーキの機械損料は、グラップルに準じた。

※5 チェーンソー、刈払い機の機械損料及び燃料費は、「平成26年度低コスト造林技術実証・導入促進事業低コスト造林事例集（林野庁、2015.3）」の値を用いた。

※6 人件費は、国土交通省の公共工事設計労務単価における北海道の特殊作業員及び普通作業員の値を用いた。

※7 機械運搬及び人員輸送に関する経費は除いた。

① 一貫作業地

● 伐出コスト（推計値）の算出

一貫作業地における伐出コストを以下のように算出した。

【日報ベース】

- ・フェラバンチャ日額（61,540円）×1.0日＝61,540円
- ・ハーベスタ日額（51,000円）×3.1日＝158,100円
- ・グラップル日額（39,100円）×3.1日＝121,210円
- ・チェーンソー日額（18,460円）×0.3日＝5,538円
- ・フォワーダ日額（42,100円）×1.5日＝63,150円

計 409,538円（2,868円/m³）（推計値）

一貫作業地における伐出コストを算出した結果、142.8 m³を生産するのに9.1人日（図3-5-7上段参照、地拵えを除く）を要し、そのコストは409,538円（推計値）となり、1 m³当たりの伐出コストは2,868円であった。

● 地拵えコスト（推計値）の算出

一貫作業地における地拵えコストを日報ベースと実測ベースに分けて以下のように算出した。

【日報ベース】地拵え0.5人日、図5-3-7上段参照

- ・グラップル日額（39,100円）×0.2日＝7,820円
- ・グラップルレーキ日額（39,100円）×0.3日＝11,730円

計 19,550円（22,471円/ha）（推計値）

【実測ベース】地拵え11.9+3.2＝15.1時間（2.2人日）、図5-3-7下段参照

- ・フェラバンチャ日額（61,540円）×0.5日＝30,770円

- ・ハーベスタ日額 (51,000 円) × 0.6 日 = 30,600 円
- ・グラップル日額 (39,100 円) × 0.6 日 = 23,460 円
- ・グラップルレーキ日額 (39,100 円) × 0.5 日 = 19,550 円

計 104,380 円 (119,977 円/ha) (推計値)

一貫作業地における地拵えコストを算出した結果、0.87ha の地拵えに要するコストは、日報ベースで 19,550 円 (推計値)、実測ベースで 104,380 円 (推計値) となり、1ha 当たりの地拵えコストは、それぞれ 22,471 円と 119,977 円であった。この値の違いについては、図 5-3-7 から明らかなように、日報ベースの地拵えがグラップルレーキによる仕上げの地拵え作業のみの値であるのに対して、実測ベースの値はその作業にプラスしてフェラバンチャ、ハーベスタ、グラップルによる地拵えの作業もカウントされているためである。

② 通常施業地

● 伐出コスト (推計値) の算出

通常施業地における伐出コストを以下のように算出した。

- ・フェラバンチャ日額 (61,540 円) × 3.0 日 = 184,620 円
- ・ハーベスタ日額 (51,000 円) × 4.0 日 = 204,000 円
- ・グラップル日額 (39,100 円) × 9.0 日 = 351,900 円
- ・チェーンソー日額 (18,460 円) × 6.0 日 = 110,760 円
- ・フォワーダ日額 (42,100 円) × 4.0 日 = 168,400 円

計 1,019,680 円 (3,516 円/m³) (推計値)

通常施業地における伐出コストを算出した結果、290.0 m³を生産するのに 26 人日を要し、そのコストは 1,019,680 円 (推計値) となり、1 m³当たりの伐出コストは 3,516 円であった。

● 地拵えコスト (推計値) の算出

通常施業地における地拵えコストを以下のように算出した。

- ・グラップル日額 (39,100 円) × 6.0 日 = 234,600 円
- ・刈払い機日額 (15,060 円) × 4.0 日 = 60,240 円
- ・作業員日額 (13,800 円) × 8.0 日 = 110,400 円

計 405,240 円 (324,192 円/ha) (推計値)

通常施業地における地拵えコストを算出した結果、1.25ha の地拵えに要するコストは、405,240 円となり、1 ha 当たりの地拵えコストは、324,192 円であった。

③ 一貫施業地と通常施業地の比較

一貫作業地と通常施業地の伐出コストを1 m³当たり換算で比較すると、一貫作業地が2,868円/m³に対し、通常施業地が3,516円/m³となり、一貫作業地の方が1 m³当たりで600円程度安く生産されていた。但し、伐出コストは、伐採の生産性と同様、一貫作業システムか通常施業かに関わらず、地形条件や事業体により大きく変動するので、一貫作業システムを採用したからコストが安くなったということではないと考えられる。

一方、地拵えコストについては、1 ha 当たり換算で比較すると、通常施業地が324,192円/ha となり、それに対し一貫作業地では実測ベースで119,977円/ha であった。一貫作業地の地拵えコストが安かった理由は、伐採時から伐出機械を活用して同時並行的に地拵えが行われた結果、トータルとして地拵えコストが抑えられたためである。

一貫作業システムを採用することによって地拵えコストがおよそ3分の1で済むことが明らかになった。

5.4. 東北地方の調査結果

5.4.1. 調査地

調査地は、東北森林管理局山形森林管理署管内仁田山外 14 国有林(山形県西村山郡西川町) 68 林班ち小班(小班面積 3.14ha、うち調査面積 0.2ha)である(図 5-4-1)。

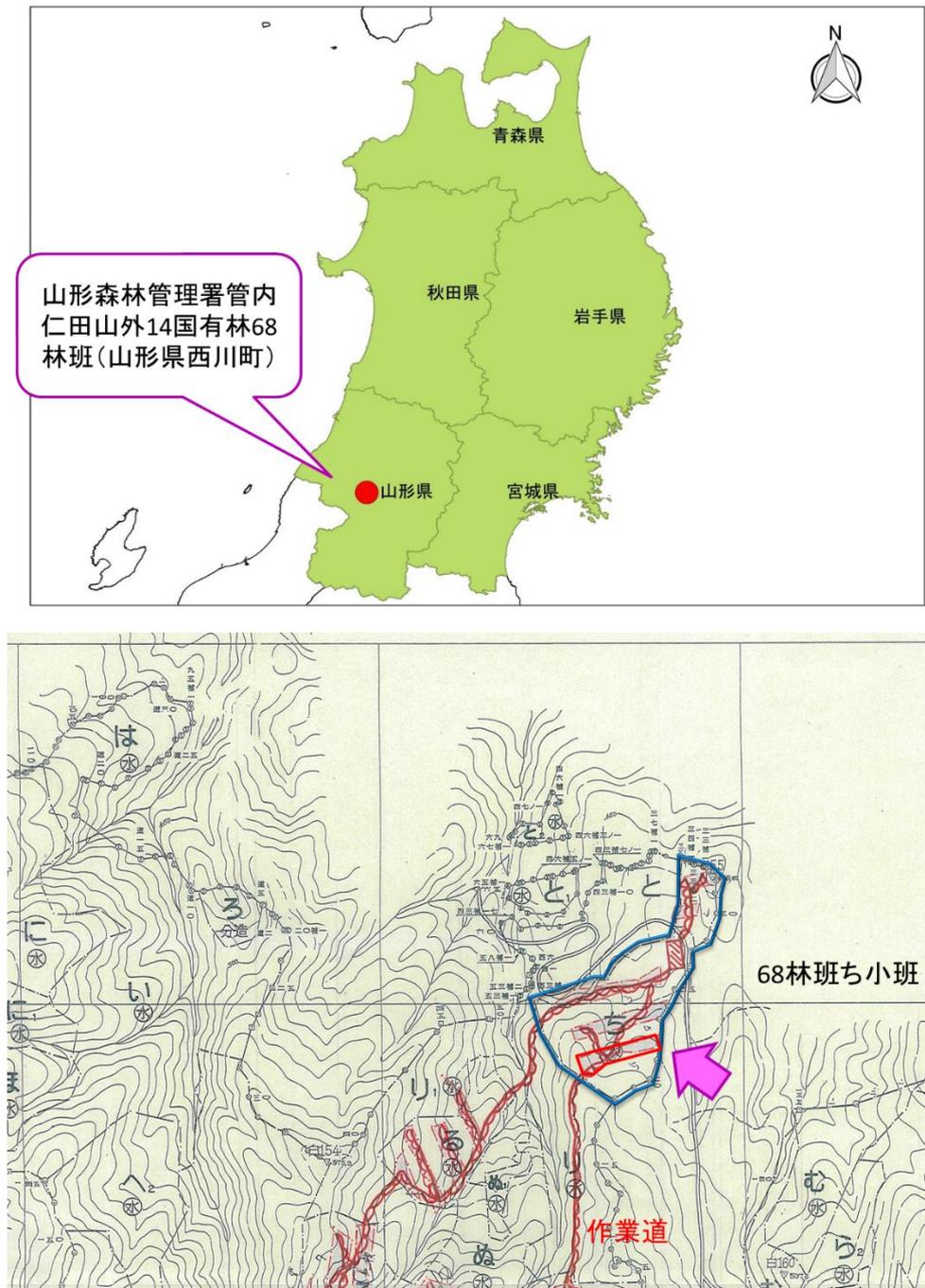


図 5-4-1 調査地の位置

5.4.2. 林地の状況

調査地は、標高 500mの緩傾斜地である。林分の概要を表 5-4-1 に示した。伐採した林分は、63 年生のスギ林分であり、下層植生は落葉低木類が生育していた。

また、伐採前の林地の状況を写真 5-4-1 に、伐採前と植栽後を写真 5-4-2 に示した。

表 5-4-1 林分の概要

樹種	スギ
林齢	63 年生
斜面傾斜	0~15°
斜面方位	N
土壌型	適潤性褐色森林土 (BD)
下層植生	落葉低木類



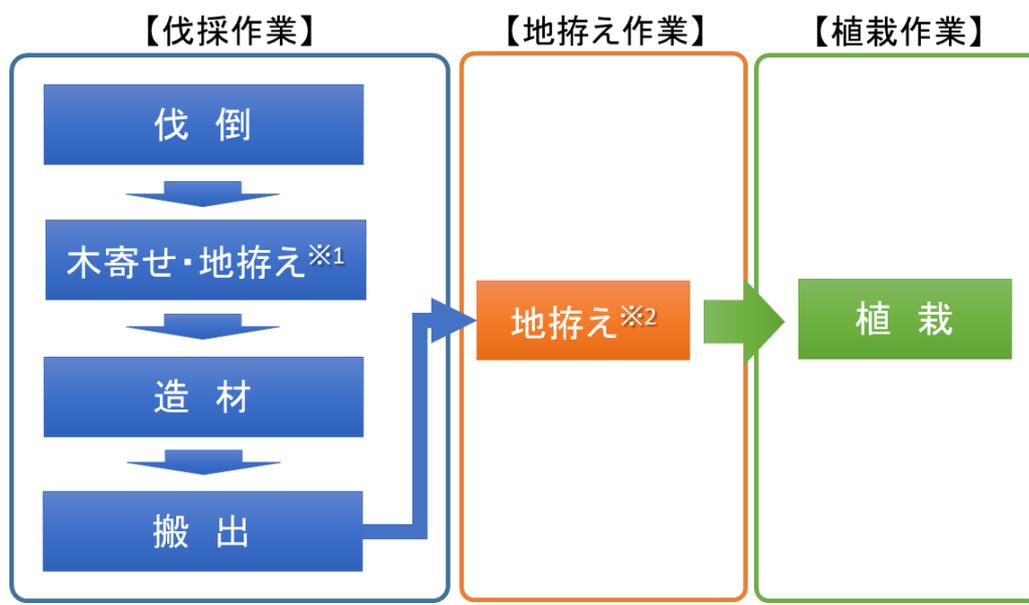
写真 5-4-1 林地の状況



写真 5-4-2 伐採前 (左) と植栽後 (右)

5.4.3. 作業の流れ

伐採・搬出と地拵え・植栽を一括（即ち一貫作業システムによる業務）で請け負った業者が行った作業の流れを図 5-4-2 に示した。作業は、大きく分けて伐採、地拵え、植栽の各作業に区分される。伐採作業は、伐倒、木寄せ・地拵え※1、造材、搬出という流れになる。地拵え作業は、伐採作業が完了したら、ただちに実施し、その後植栽作業という流れになる。



※1 グラップルにより木寄せと同時に実施した地拵え
 ※2 グラップル及び刈払い機により仕上げとして実施した地拵え

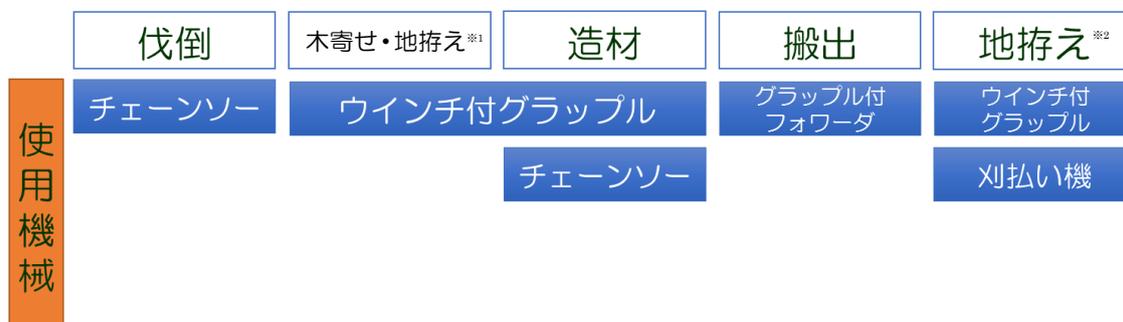
図 5-4-2 一貫作業システムにおける作業の流れ

5.4.4. 伐採作業

(1) 伐採の作業内訳

実測調査は、伐採・地拵えの作業について 10 月 6 日～8 日午前で行った。調査地における集材方式は、車両系システム（ワイヤー使用あり）による全木集材であった。

各作業工程で使用された林業機械を図 5-4-3 に、その諸元を表 5-4-2 に示した。



※1：グラップルによる地拵え
 ※2：グラップル・刈払い機による地拵え

図 5-4-3 作業工程ごとの使用機械

表 5-4-2 使用した機械の諸元

使用機械	ベースマシン			アタッチメント	
	メーカー	形式	クラス	メーカー	形式
グラップル	コマツ	PC138US-10NM(林業 グラップル SP 仕様車)	—	—	—
地引ウインチ	—	—	—	イワフジ工業	TW-2S
フォワーダ	諸岡	MST-800VDL	4 t	—	—
グラップルクレーン	—	—	—	Cranab	FC45DT

① 伐倒

伐倒は、チェーンソーにより実施した（写真 5-4-3）。



写真 5-4-3 チェーンソーによる伐倒

② 木寄せ

木寄せは、グラップルにより実施した（写真 5-4-4）。グラップルによる木寄せでは、木寄せと同時に地拵えも実施した。



写真 5-4-4 グラップルによる木寄せ

③ 造材

造材は、グラップルを用いて伐倒木を並べ、チェーンソーマンが尺棒で計測を行ったのち、チェーンソーで玉切りを実施した（写真 5-4-5）。



写真 5-4-5 グラップル（左）とチェーンソーによる造材（右）

④ 搬出

搬出は、グラップル付フォワーダにより実施した。フォワーダのオペレーターは、玉切りされた材の積み込み、運搬、土場での積み下ろし及び巻立てまでの作業を 1 名で実施した（写真 5-4-6、写真 5-4-7）。



写真 5-4-6 フォワーダによる積み込み（左）、フォワーダによる運搬（右）



写真 5-4-7 フォワーダによる積み下ろし・巻立て

(2) 製品歩留まり

調査地において、伐倒前に毎木調査（立木 20 本程度）を実施し、立木幹材積を算出した。また、毎木調査を実施した立木が造材されたのち、製品材積を計測した。これらの立木幹材積と製品材積から製品歩留り率を算出した（表 5-4-3）。

表 5-4-3 毎木調査結果と製品歩留まり率

計測本数	スギ 25 本
平均胸高直径	37.0cm
平均樹高	26.9m
立木幹材積計	37.326m ³
製品材積計	27.139m ³
製品歩留まり率	72.7%

(3) 工程別人工数

作業日報より集計した工程別の人工数を日報ベースとして図 5-4-4 の上段に示した。

また、実測調査によりビデオ撮影を行い、時間分析を行った結果を実測ベースとして図 5-4-4 の下段に示した。

日報ベースの結果より算出した各工程別の生産性を表 5-4-4 に示した。伐倒の生産性は、74.5 m³/人日、木寄せは 140.8 m³/人日、造材は 39.6 m³/人日、搬出は 50.7 m³/人日であった。

なお、日報ベースは小休止、移動時間、準備及び片付け等の時間が含まれるが、実測ベースはビデオ分析結果から得られた実質の作業時間のみを集計したものである。

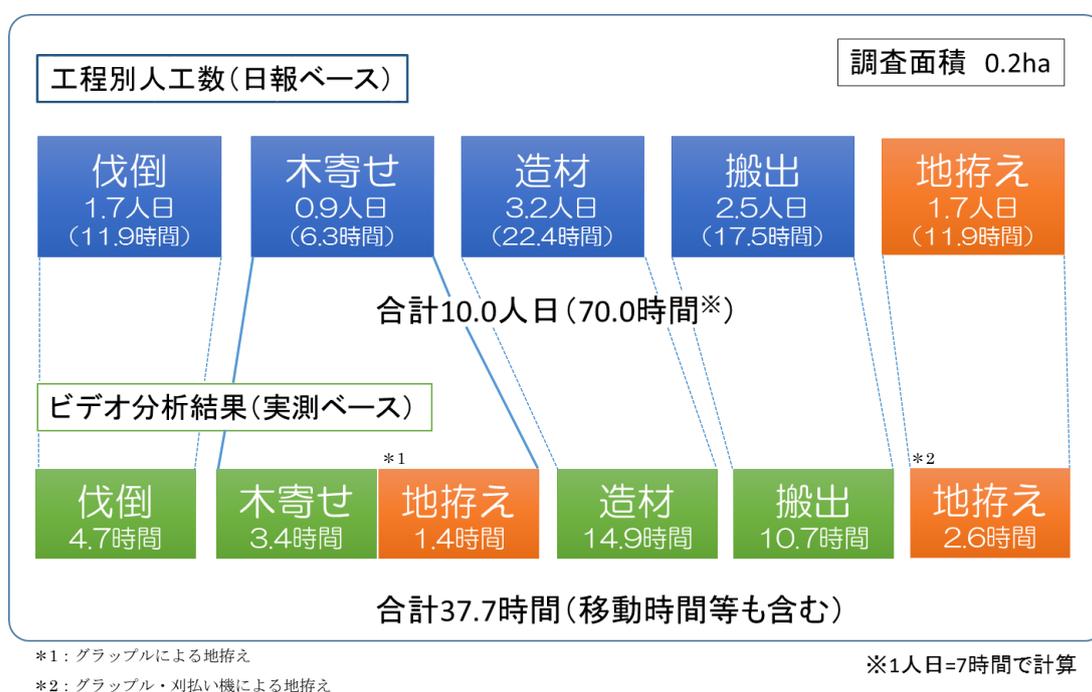


図 5-4-4 日報ベースの工程別人工数（上段）とビデオ分析結果（下段）

表 5-4-4 作業工程別の生産性（日報ベース）

生産性	伐倒	木寄せ	造材	搬出	地拵え
	74.5 m ³ /人日	140.8 m ³ /人日	39.6 m ³ /人日	50.7 m ³ /人日	0.12ha/人日

作業工程の内訳を図 5-4-5 に示した。作業工程の内訳について、日報ベースと実測ベースを比較すると、実測ベースで造材の割合が増加したものの、全体として構成割合の大きな変化は見られなかった。

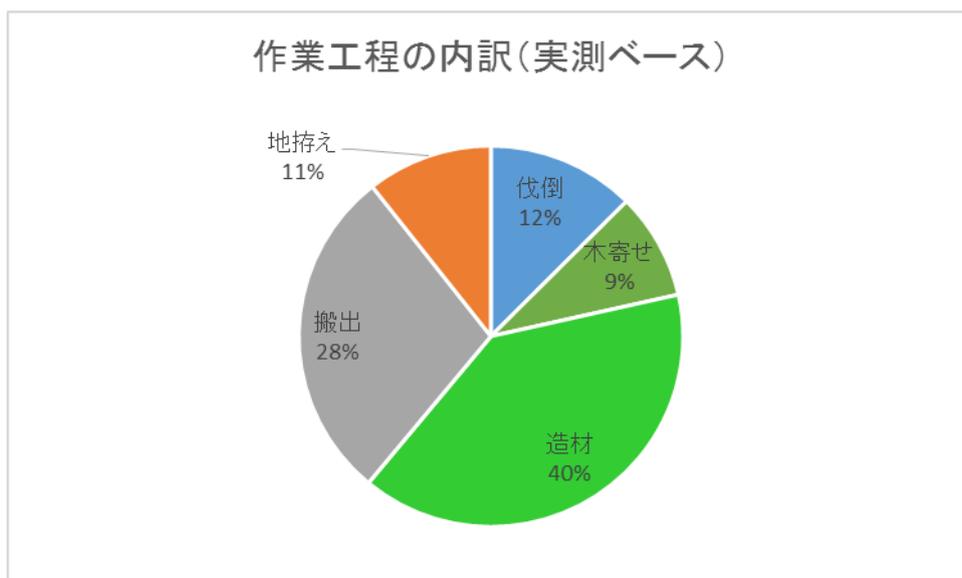
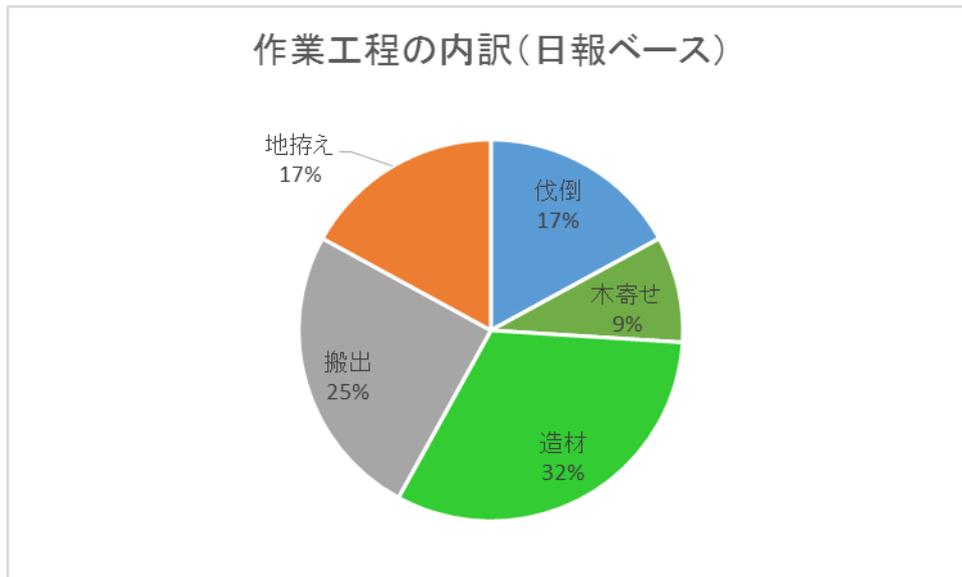


図 5-4-5 作業工程の内訳 (上段：日報ベース、下段：実測ベース)

(4) 伐採の生産性

作業日報の集計により、伐採の生産性を算出した(表 5-4-5)。伐採した樹種はスギ、伐採面積は 0.2ha である。調査地における出材積は 126.7m³であった。

また、伐採作業に要した人工(地拵えを除く)は、作業日報より 8.3 人日であったことから、伐採の生産性は 15.3m³/人日であった。

表 5-4-5 伐採の生産性

伐採樹種	伐採面積	出材積	作業人工	伐採の生産性
スギ	0.2ha	126.7m ³	8.3 人日	15.3m ³ /人日

(5) 生産性を高める工夫

生産性を高める工夫として、造材箇所を2箇所設け、グラップルとチェーンソーが交互に作業を実施するという方法が取られていた（写真 5-4-8）。

グラップルが造材のため伐倒木を並べている間に、もう一箇所の作業箇所でチェーンソーによる玉切りを行う。チェーンソーによる玉切りが完了したら、チェーンソーマンは作業箇所を移動して、別の作業箇所でも玉切りを行う。一方、グラップルは、チェーンソーマンと入れ替わりで玉切りが終わった作業箇所に移動し、玉切り木の整理及び新たに伐倒木を並べて玉切りができるように準備を行う。途中で休憩を挟みながら、このようにグラップルとチェーンソーマンが作業箇所を交代しながら作業を連続して行うことで、作業効率を高めていた。



写真 5-4-8 2箇所の作業箇所を設けて造材を実施

5.4.5. 地拵え作業

(1) 地拵えの作業内訳

地拵えは、グラップル及び刈払い機により実施した（写真 5-4-9）。



写真 5-4-9 グラップル（左）と刈払い機による地拵え（右）

(2) 地拵えの生産性

地拵えを行った面積が 0.2ha、地拵えに要した人工は作業日報より 1.7 人日であったことから、地拵えの生産性は 0.12ha/人日であった（表 5-4-6）。

表 5-4-6 地拵えの生産性

地拵え面積	地拵え人工	地拵えの生産性
0.2ha	1.7 人日	0.12ha/人日

5.4.6. 植栽作業

(1) 植栽の作業内訳

コンテナ苗植栽の実測調査は 10 月 8 日の午後に実施した。植栽作業は、植栽面積 0.2ha にスギコンテナ苗 450 本を植栽した。その際、苗木はフォワーダを使って運搬した（写真 5-4-10）。植栽器具はディブルを使用して植栽した（写真 5-4-11）。



写真 5-4-10 フォワーダによる苗の運搬（左）、スギコンテナ苗（右）



写真 5-4-11 植栽器具 (ディブル) (左)、植栽作業 (右)



写真 5-4-12 植栽されたコンテナ苗

(2) 植栽の生産性

植栽に要した人工は、作業日報より 1.5 人日 (3 人で実施し、半日で完了) であったことから、植栽の生産性は 300 本/人日であった (表 5-4-7)。

表 5-4-7 植栽の生産性

植栽樹種	植栽面積	植栽本数	植栽人工	植栽の生産性
スギ	0.2ha	450 本	1.5 人日	300 本/人日

5.4.7. 通常施業箇所との比較

今回、実測調査を実施した一貫作業システムによる施業箇所（以下、「一貫作業地」とする。）と通常施業箇所（以下、「通常施業地」とする。）を比較するため、東北森林管理局の協力の下、データを収集し、整理分析を行った。

(1) 通常施業地

通常施業地は、同一箇所では伐採と植栽のデータが揃わなかったため、伐採と植栽で場所が異なる。伐採の通常施業地は、東北森林管理局山形森林管理署管内の大頭森国有林 73 林班で小班（山形県西村山郡西川町）とした。植栽の通常施業地は、同管理署管内の虚空蔵外 4 国有林 267 林班ニ小班（山形県東村山郡山辺町）とした。

伐採、植栽ともに通常施業地の斜面傾斜は、 $5 \sim 15^\circ$ であり、一貫施業地とほぼ同じ傾斜である。

なお、伐採の通常施業地は、皆伐のデータが管内になかったことから間伐のデータとなる。

(2) 伐採作業

通常施業地における伐採は、一貫作業地と同じ車両系システムにより実施されている。伐採作業を実施したのは一貫作業地と同じ事業者である。

通常施業地における出材積は 453.8m^3 であった。また、伐採に要した人工は、作業日報より 83.5 人日であったことから、伐採の生産性は $5.4\text{m}^3/\text{人日}$ であった（表 5-4-8）。

表 5-4-8 伐採の生産性（通常施業地）

伐採樹種	伐採面積	出材積	作業人工	伐採の生産性
スギ	4.54ha	453.8m^3	83.5 人日	$5.4\text{m}^3/\text{人日}$

(3) 地拵え作業

通常施業地における地拵えは、一貫作業地と同様、刈払い機により実施されている。

通常施業地における地拵え面積は 1.67ha であった。また、地拵えに要した人工は、作業日報より 32 人日であったことから、地拵えの生産性は $0.05\text{ha}/\text{人日}$ であった（表 5-4-9）。

表 5-4-9 地拵えの生産性（通常施業地）

地拵え面積	地拵え人工	地拵えの生産性
1.67ha	32 人日	$0.05\text{ha}/\text{人日}$

(4) 植栽作業

通常施業地における植栽本数は4,200本(スギ裸苗)で、これらの植栽に要した人工は、作業日報より28人日であったことから、植栽の生産性は150本/人日であった(表5-4-10)。

表 5-4-10 植栽の生産性 (通常施業地)

植栽樹種	植栽面積	植栽本数	植栽人工	植栽の生産性
スギ	1.67ha	4,200本	28人日	150本/人日

(5) 生産性の比較

伐採及び植栽の生産性は、一貫作業システムか通常施業かに関わらず、地形条件や事業体により大きく変動する。ここでは、一貫作業システムにより大幅な作業効率の向上が図られる地拵えの生産性についてのみ比較した。

一貫作業地と通常施業地における地拵えの生産性は、一貫作業地の0.12ha/人日に対し、通常施業地は0.05ha/人日であり、一貫作業地は通常施業地のおよそ2倍の生産性であった(表5-4-11)。

表 5-4-11 地拵えの生産性の比較

地拵えの生産性	一貫作業地	通常施業地
	0.12ha/人日	0.05ha/人日

(6) コストの比較

一貫作業地と通常施業地における伐出コストと地拵えコストの比較を行った。算出根拠は、使用機械ごとに人件費を含む日額(推計値)に作業日数を掛けて算出した(表5-4-12)。

表 5-4-12 使用機械における日額 (推計値)

使用機械	日額(円) (推計値)	内訳
グラップル	41,100	機械損料 15,900円+燃料費 6,500円+人件費 18,700円
チェーンソー	19,360	機械損料 2,100円+燃料費 2,560円+人件費 14,700円
フォワーダ	44,500	機械損料 19,300円+燃料費 6,500円+人件費 18,700円
刈払い機	15,960	機械損料 1,260円(燃料費込み)+人件費 14,700円

※1 グラップル、フォワーダ、プロセッサの機械損料は、「機械化林業No.703(林業機械化協会、2012.6)」高性能林業機械等の機械修理費・機械損料率(森林利用高度化研究会)の値を用いた。

※2 グラップル、フォワーダの燃料費は、6,500円/日(130円/1×501)として算出した。

※3 チェーンソー、刈払い機の機械損料及び燃料費は、「平成26年度低コスト造林技術実証・導入促進事業低

コスト造林事例集（林野庁、2015.3）」の値を用いた。

※4 人件費は、国土交通省の公共工事設計労務単価における北海道の特殊作業員及び普通作業員の値を用いた。

※5 機械運搬及び人員輸送に関する経費は除いた。

① 一貫作業地

● 伐出コスト（推計値）の算出

一貫作業地における伐出コストを以下のように算出した。

【日報ベース】

- ・ グラップル日額（41,100 円）×1.6 日＝65,760 円
- ・ チェーンソー日額（19,360 円）×4.2 日＝81,312 円
- ・ フォワーダ日額（44,500 円）×2.5 日＝111,250 円

計 258,322 円（2,039 円/m³）

一貫作業地における伐出コストを算出した結果、126.7 m³を生産するのに 8.3 人日を要し、そのコストは 258,322 円（推計値）となり、1 m³当たりの伐出コストは、2,039 円であった。

● 地拵えコスト（推計値）の算出

一貫作業地における地拵えコストを日報ベースと実測ベースに分けて以下のように算出した。

【日報ベース】地拵え 1.7 人日、図 5-4-4 上段参照

- ・ グラップル日額（41,100 円）×0.7 日＝28,770 円
- ・ 刈払い機日額（15,960 円）×1.0 日＝15,960 円

計 44,730 円（223,650 円/ha）

【実測ベース】地拵え 1.4+2.6＝4 時間（0.6 人日）、図 5-4-4 下段参照

- ・ グラップル日額（41,100 円）×0.4 日＝16,440 円
- ・ 刈払い機日額（15,960 円）×0.2 日＝3,192 円

計 19,632 円（98,160 円/ha）

一貫作業地における地拵えコストを算出した結果、0.2ha の地拵えに要するコストは、日報ベースで 44,730 円（推計値）、実測ベースで 19,632 円（推計値）となり、1ha 当たりの地拵えコストは、それぞれ 223,650 円と 98,160 円であった。この値の違いは、日報ベースでは小休止、移動時間、準備及び片付け等の時間が含まれるが、実測ベースはビデオ分析結果から得られた実質の作業時間のみをカウントしているためである。

② 通常施業地

● 伐出コスト（推計値）の算出

通常施業地における伐出コストを以下のように算出した。

- ・ グラップル日額（41,100 円）×16.0 日=657,600 円
- ・ チェーンソー日額（19,360 円）×55.5 日=1,074,480 円
- ・ フォワーダ日額（44,500 円）×12.0 日=534,000 円

計 2,266,080 円（4,994 円/m³）

通常施業地における伐出コストを算出した結果、453.8 m³を生産するのに 83.5 人日を要し、そのコストは 2,266,080 円（推計値）となり、1 m³当たりの伐出コストは、4,994 円であった。但し、本データは間伐の値であることから参考値である。

● 地拵えコスト（推計値）の算出

通常施業地における地拵えコストを以下のように算出した。

- ・ 刈払い機日額（15,960 円）×32 日=510,720 円

計 510,720 円（305,820 円/ha）

通常施業地における地拵えコストを算出した結果、1.67ha の地拵えに要するコストは、510,720 円となり、1 ha 当たりの地拵えコストは 305,820 円であった。

③ 一貫作業地と通常施業地の比較

一貫作業地と通常施業地の伐出コストを 1 m³当たり換算で比較すると、一貫作業地が 2,039 円/m³に対し、通常施業地が 4,994 円/m³であった。但し、通常施業地の値は間伐の値である。

また、地拵えコストについては、1 ha 当たり換算で比較すると、通常施業地が 305,820 円/ha となり、それに対し一貫作業地では実測ベースで 98,160 円/ha であった。

一貫作業地の地拵えコストが安かった理由は、伐採時から伐出機械（グラップル）を活用して同時並行的に地拵えが行われた結果、トータルとして地拵えコストが抑えられたためである。

一貫作業システムを採用することによって地拵えコストがおよそ 3 分の 1 で済むことが明らかになった。

5.5. 中部地方の調査結果

5.5.1. 調査地

調査地は、中部森林管理局南信森林管理署管内手良沢山国有林(長野県伊那市)302林班り、ぬ、る小班(小班面積2.21ha、うち調査面積2.03ha)である(図5-5-1)。

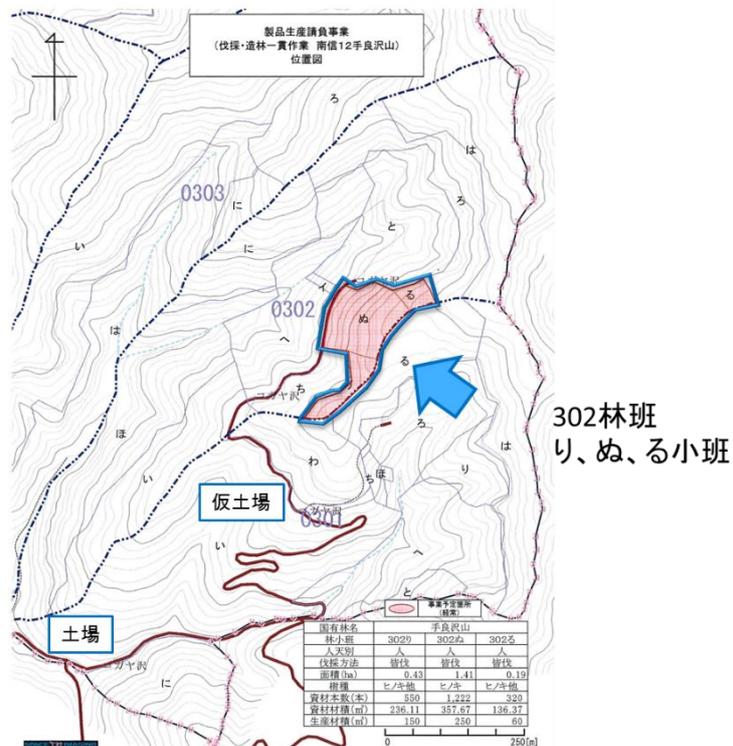


図5-5-1 調査地の位置

5.5.2. 林地の状況

調査地は、標高 1,300mの急傾斜地である。林分の概要を表 5-5-1 に示した。伐採した林分は、91 年生のヒノキ、アカマツ及びその他広葉樹の林分であり、下層植生は落葉低木類及びササ類が生育していた。

また、伐採前の林地の状況を写真 5-5-1 に、伐採前と地拵え後を写真 5-5-2 に示した。

表 5-5-1 林分の概要

樹種	ヒノキ
林齢	91 年生
斜面傾斜	30～40°
斜面方位	NW
土壌型	弱湿性褐色森林土 (BE)
下層植生	落葉低木・ササ類



写真 5-5-1 林地の状況

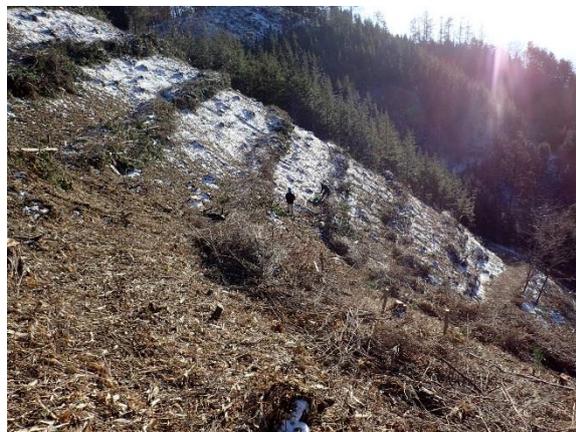


写真 5-5-2 伐採前 (左) と地拵え後 (右)

5.5.3. 作業の流れ

伐採・搬出と地拵え・植栽を一括（即ち一貫作業システムによる業務）で請け負った業者が行った作業の流れを図 5-5-2 に示した。作業は、大きく分けて伐採、地拵え、植栽の各作業に区分される。伐採作業は、伐倒、木寄せ・地拵え※1、造材、搬出という流れになる。地拵え作業は、伐採作業が完了してから、ただちに実施し、その後植栽作業という流れになる。

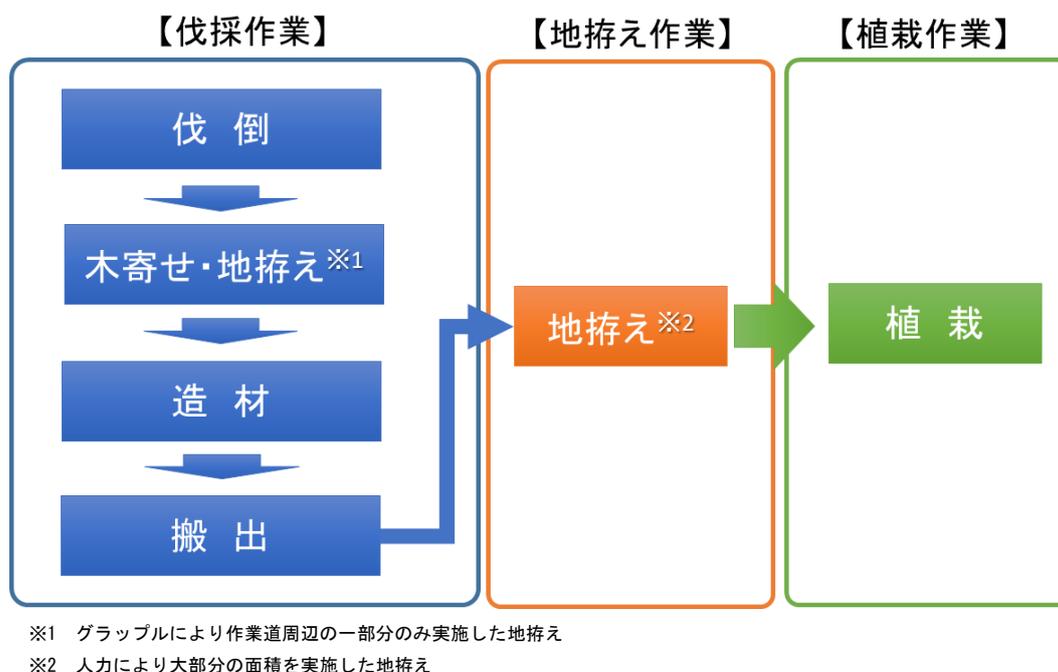


図 5-5-2 一貫作業システムにおける作業の流れ

5.5.4. 伐採作業

(1) 作業システム

実測調査は、伐採作業が 9 月 24 日、10 月 5 日～7 日、地拵えが 11 月 19・20 日で実施した。調査地における集材方式は、架線系システム（簡易架線）による全幹集材であった。各作業工程で使用された機械を図 5-5-3 に、その諸元を表 5-5-2 に示した。

	伐倒	木寄せ・地拵え※1	造材	搬出	地拵え※2
使用 機 械	チェーンソー	ウインチ付グラップル		グラップル付 フォワーダ	
			チェーンソー	グラップル付 トラック	

*1: グラップルによる地拵え
 *2: 人力による地拵え

図 5-5-3 作業工程ごとの使用機械

表 5-5-2 使用した機械の諸元

使用機械	ベースマシン			アタッチメント	
	メーカー	形式	クラス	メーカー	形式
グラップル	住友建機	SH75X-3B	0.28 m ³	南星機械	BHS10GPR-6
地引ウインチ	—	—	—	南星機械	PWF-25GK
フォワーダ (グラップル付き)	イワフジ工業	U-3BG	2.5 t	—	—
トラック	日産ディーゼル	—	4 t	—	—
パワーローダ	—	—	—	南星機械	760Exceed

① 伐倒

伐倒は、チェーンソーにより実施した（写真 5-5-3）。



写真 5-5-3 チェーンソーによる伐倒

② 木寄せ

木寄せはウインチ付きグラップルにより実施した。グラップルのアームが届く範囲は、直接グラップルで木寄せを行い、斜面中腹等のグラップルのアームが届かない場所については、グラップルについたウインチを使って簡易架線を作設し、木寄せを実施した（写真 5-5-4、写真 5-5-5）。



写真 5-5-4 斜面下部での作業状況（左）、斜面上部での作業状況（右）



写真 5-5-5 ウインチ付きグラップルを活用した簡易架線

③ 造材

造材は、グラップルにより伐倒木を並べ、チェーンソーマンが巻き取りメジャーで計測を行うとともに、チェーンソーで玉切りを実施した（写真 5-5-6）。



写真 5-5-6 チェーンソー（左）とグラップル（右）による造材

④ 搬出

搬出は、仮土場を設けフォワーダ及びトラックにより実施した。先山から土場までの距離が約3kmと離れていたため、フォワーダで往復すると非常に効率が悪いことから、仮土場を設置し、先山から仮土場までグラップル付フォワーダで搬出し、仮土場から土場はグラップル付トラックにより搬出した（写真5-5-7、写真5-5-8）。



写真 5-5-7 フォワーダによる積み込み（左）、フォワーダによる運搬（右）



写真 5-5-8 フォワーダによる仮土場での積み下ろし（左）、トラックによる運搬（右）

(2) 製品歩留まり

調査地において、伐倒前に毎木調査（立木 20 本程度）を実施し、立木幹材積を算出した。また、毎木調査を実施した立木が造材されたのち、製品材積を計測した。これらの立木幹材積と製品材積から製品歩留り率を算出した（表 5-5-3）。

表 5-5-3 毎木調査結果と製品歩留まり率

計測本数	ヒノキ 20 本
平均胸高直径	21.5cm
平均樹高	16.0m
立木幹材積計	6.249m ³
製品材積計	4.245m ³
製品歩留まり率	67.9%

(3) 工程別人工数

作業日報より集計した工程別の人工数を図 5-5-4 に示した。また、各工程別の生産性を表 5-5-4 に示した。伐倒の生産性は、5.3 m³/人日、木寄せは 4.9 m³/人日、造材は 8.2 m³/人日、搬出は 23.0 m³/人日であった。

なお、本調査地においては、伐採から地拵えまでの期間が約 3 ヶ月におよんだことから、ビデオ撮影は各工程 1 ～ 2 日の部分的なものとなり、一連の完結したデータが得られなかった。このため作業日報のみの集計とした。



図 5-5-4 日報ベースの工程別人工数

表 5-5-4 作業工程別の生産性 (日報ベース)

生産性	伐倒	木寄せ	造材	搬出	地拵え
	5.3 m ³ /人日	4.9 m ³ /人日	8.2 m ³ /人日	23.0 m ³ /人日	0.03ha/人日

次に工程別の内訳を図 5-5-5 に示した。その結果、木寄せの割合が 29%と最も多く、次に伐倒の 26%であった。伐倒と木寄せで全体の約 6 割を占めていた。

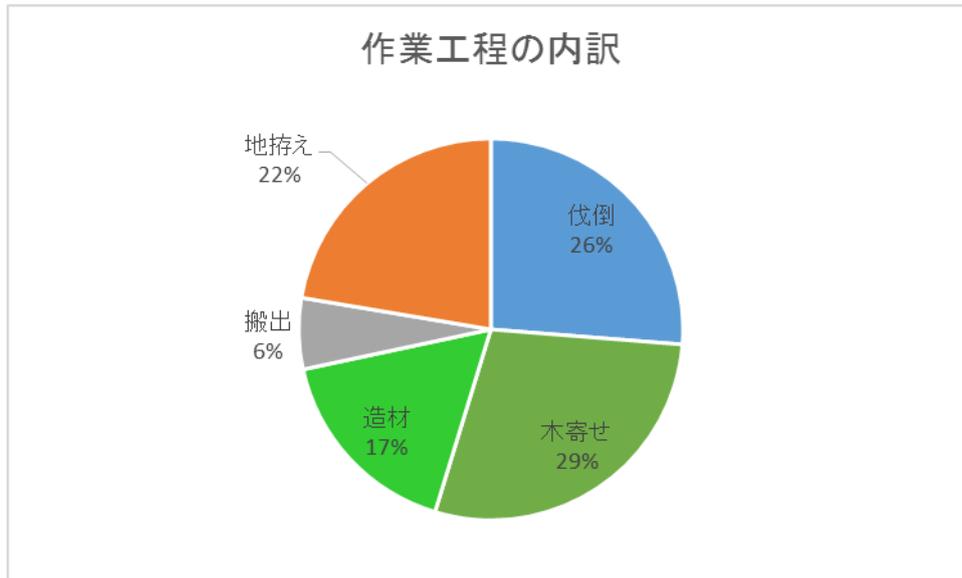


図 5-5-5 作業工程の内訳

(4) 伐採の生産性

作業日報の集計により、伐採の生産性を算出した（表 5-5-5）。伐採した樹種は、ヒノキ、アカマツ及びその他広葉樹で、伐採面積は 2.03ha である。調査地における出材積は 427.0m³であった。

また、伐採に要した人工（地拵えを除く）は 239.8 日であったことから、伐採の生産性は 1.8 m³/人日であった。

表 5-5-5 伐採の生産性

伐採樹種	伐採面積	出材積	作業人工	伐採の生産性
ヒノキ、アカマツ、その他広葉樹	2.03ha	427.0m ³	239.8 人日	1.8m ³ /人日

(5) 生産性を高めるための工夫

生産性を高める工夫として、グラップルのウインチを活用した簡易架線による作業があげられる。グラップルのウインチだけを使って地引きで木寄せした場合と比べて、簡易架線を作設して効率的な木寄せが実施されていた。

簡易架線の略図を図 5-5-6 に示した。急傾斜地における木寄せで、主索を設置したのち、ウインチでワイヤーを緩めたり、引っ張ったりして自作の搬器を上下させ、グラップルの周辺に伐倒木を集めていた。

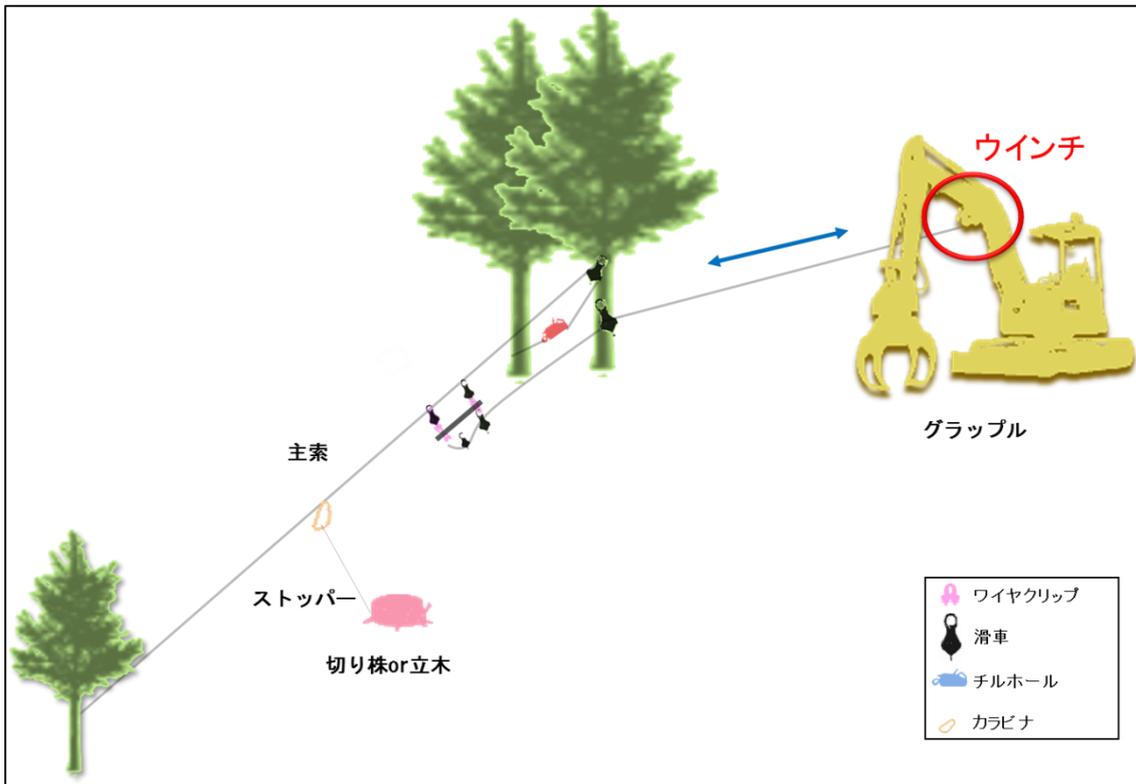


図 5-5-6 グラップルのウインチを使用した簡易架線の略図

5.5.5. 地拵え作業

(1) 地拵えの作業内訳

地拵えは、巻き落とし棒、ハンマーを用いて人力で実施した（写真 5-5-9）。



写真 5-5-9 地拵えの状況

(2) 地拵えの生産性

地拵えを行った面積が 2.01ha、地拵えに要した人工は作業日報より 69 人日であったことか

ら、地拵えの生産性は0.03ha/人日であった（表 5-5-6）。

表 5-5-6 地拵えの生産性

地拵え面積	地拵え人工	地拵えの生産性
2.01ha	69 人日	0.03ha/人日

5.5.6. 植栽作業

(1) 植栽の作業内訳

コンテナ苗植栽の実測調査は12月18日に実施した。植栽は、ヒノキコンテナ苗 3,922 本、ヒノキ裸苗 500 本の計 4,422 本を植栽した。その際、苗の運搬はフォワーダを使用した（写真 5-5-10）。植栽器具は、改良鋤を使用して植栽した（写真 5-5-11）。



写真 5-5-10 フォワーダによる苗の運搬状況（左）、ヒノキコンテナ苗（右）



写真 5-5-11 植栽器具（改良鋤）（左）、植栽作業（右）



写真 5-5-12 植栽されたコンテナ苗

(2) 植栽の生産性

植栽に要した人工は、作業日報より 34 人日（2～6 名で実施し、9 日間で完了）であったことから、植栽の生産性は 130 本/人日であった（表 5-5-7）。

表 5-5-7 植栽の生産性

植栽樹種	植栽面積	植栽本数	植栽人工	植栽の生産性
ヒノキ	2.01ha	4,422 本	34 人日	130 本/人日

5.5.7. 通常施業箇所との比較

今回、実測調査を実施した一貫作業システムによる施業箇所（以下、「一貫作業地」とする。）と通常施業箇所（以下、「通常施業地」とする。）を比較するため、中部森林管理局の協力の下、データを収集し、整理分析を行った。

なお、比較に際して以下の点を留意する。一貫作業地において実施された作業は、グラップルを使った地拵えを作業道沿いの一部において実施し、またフォワーダを使ってコンテナ苗を運搬していることから一貫作業システムの趣旨には合致する。しかし、地拵えが人力で従前と同じであること、架線集材のシステムが非効率であったことを考えると、低コスト化の実現を目指す一貫作業システムとは乖離した作業システムであると考えられる。

(1) 通常施業地

通常施業地は、中部森林管理局木曽森林管理署管内の小木曽国有林 1194 林班へ小班（長野県木曽郡木祖村）とした。

なお、通常施業地の斜面傾斜は、15～40° であり、一貫作業地と同様に急傾斜地となる。

(2) 伐採作業

通常施業地における伐採は、架線系システムにより集材機を使って実施されていた。

通常施業地における出材積は 1251.4m³であった。また、伐採に要した人工は、作業日報より 361.5 人日であったことから、伐採作業の生産性は 3.5m³/人日であった（表 5-5-8）。

表 5-5-8 伐採の生産性（通常施業地）

伐採樹種	伐採面積	出材積	作業人工	伐採の生産性
ヒノキ	4.96ha	1,251.4m ³	361.5 人日	3.5m ³ /人日

(3) 地拵え作業

通常施業地における地拵え面積は 4.96ha であった。また、地拵えに要した人工は、作業日報より 82 人日であったことから、地拵えの生産性は 0.06ha/人日であった（表 5-5-9）。

表 5-5-9 地拵えの生産性（通常施業地）

地拵え面積	地拵え人工	地拵えの生産性
4.96ha	82 人日	0.06ha/人日

(4) 植栽作業

通常施業地における植栽本数は、13,300 本（ヒノキ裸苗 10,000 本、ヒノキコンテナ苗 2,000

本、ミズナラ 1,300 本) であった。これらの植栽に要した人工は、作業日報より 56 人日であったことから、植栽の生産性は 238 本/人日であった (表 5-5-10)。

表 5-5-10 植栽の生産性 (通常施業地)

植栽樹種	植栽面積	植栽本数	植栽人工	植栽の生産性
ヒノキ	4.96ha	13,300 本	56 人日	238 本/人日

(5) 生産性の比較

伐採及び植栽の生産性は、一貫作業システムか通常施業かに関わらず、地形条件や事業体により大きく変動する。ここでは、一貫作業システムにより大幅な作業効率の向上が図られる地拵えの生産性についてのみ比較した。

一貫作業地の 0.03ha/人日に対し、通常施業地では 0.06ha/人日となり、一貫作業地の生産性の方が低かった (表 5-5-11)。

一貫作業地の生産性が低くなった要因として、緑の雇用で新規に採用された作業者が 2 名含まれており、作業の熟練度が生産性に影響したと考えられる。

表 5-5-11 地拵えの生産性の比較

地拵えの生産性	一貫作業地	通常施業地
	0.03ha/人日	0.06ha/人日

(6) コストの比較

一貫作業地と通常施業地における伐出コストと地拵えコストの比較を行った。算出根拠は、使用機械ごとに人件費を含む日額 (推計値) に作業日数を掛けて算出した (表 5-5-12)。

表 5-5-12 使用機械における日額 (推計値)

使用機械	日額 (円) (推計値)	内訳
グラップル	36,800	機械損料 10,100 円+燃料費 6,500 円+人件費 20,200 円
チェーンソー	22,060	機械損料 2,100 円+燃料費 2,560 円+人件費 17,400 円
フォワーダ	39,900	機械損料 13,200 円+燃料費 6,500 円+人件費 20,200 円
トラック	39,900	機械損料 13,200 円+燃料費 6,500 円+人件費 20,200 円
プロセッサ	51,000	機械損料 24,300 円+燃料費 6,500 円+人件費 20,200 円
集材機	34,434	機械損料 7,734 円+燃料費 6,500 円+人件費 20,200 円

※1 グラップル、フォワーダ、プロセッサの機械損料は、「機械化林業No.703 (林業機械化協会、2012. 6)」高性

能林業機械等の機械修理費・機械損料率（森林利用高度化研究会）の値を用いた。

※2 グラップル、フォワーダ、トラック、プロセッサ、集材機の燃料費は、6,500 円/日（130 円/1×501）として算出した。

※3 トラックの機械損料は、フォワーダに準じた。

※4 チェーンソー、集材機の機械損料及び燃料費は、「平成 26 年度低コスト造林技術実証・導入促進事業低コスト造林事例集（林野庁、2015.3）」の値を用いた。

※5 集材機の機械損料は、「林業機械テキストブック（日本林業技術協会、1990.7）」の値を用いた。

※6 人件費は、国土交通省の公共工事設計労務単価における長野県の特種作業員及び普通作業員の値を用いた。

※7 機械運搬及び人員輸送に関する経費は除いた。

① 一貫作業地

● 伐出コスト（推計値）

一貫作業地における伐出コストを以下のように算出した。

【日報ベース】

- ・ グラップル日額（36,800 円）×41.0 日＝1,508,800 円
- ・ チェーンソー日額（22,060 円）×137.5 日＝3,033,250 円
- ・ フォワーダ日額（39,900 円）×20.0 日＝798,000 円
- ・ トラック日額（39,900 円）×6.0 日＝239,400 円
- ・ 作業員日額（17,400 円）×35.3 日＝614,220 円

計 6,193,670 円（14,505 円/m³）

一貫作業地における伐出コストを算出した結果、427.0 m³を生産するのに 239.8 人日を要し、そのコストは 6,193,670 円（推計値）となり、1 m³当たりの伐出コストは、14,505 円であった。

● 地拵えコスト（推計値）

一貫作業地における地拵えコストを以下のように算出した。

【日報ベース】

- ・ 作業員日額（17,400 円）×69 日＝1,200,600 円

計 1,200,600 円（597,313 円/ha）

一貫作業地における地拵えコストを算出した結果、2.01ha の地拵えに要したコストは 1,200,600 円（推計値）となり、1 ha 当たりの地拵えコストは 597,313 円であった。

② 通常施業地

● 伐出コスト（推計値）

通常施業地における伐出コストを以下のように算出した。

- ・ グラップル日額（36,800 円）×73.0 日=2,686,400 円
- ・ チェーンソー日額（22,060 円）×99.0 日=2,183,940 円
- ・ プロセッサ日額（51,000 円）×62.0 日=3,162,000 円
- ・ 集材機日額（34,434 円）×64.0 日=2,203,776 円
- ・ 作業員日額（17,400 円）×63.5 日=1,104,900 円

計 11,341,016 円（9,063 円/m³）

通常施業地における伐出コストを算出した結果、1251.4 m³を生産するのに 361.5 人日を要し、そのコストは 11,341,016 円（推計値）となり、1 m³当たりの伐出コストは 9,063 円であった。

● 地拵えコスト（推計値）

通常施業地における地拵えコストを以下のように算出した。

- ・ 作業員日額（17,400 円）×82 日=1,426,800 円

計 1,426,800 円（287,661 円/ha）

通常施業地における地拵えコストを算出した結果、4.96ha の地拵えに要するコストは 1,426,800 円となり、1 ha 当たりの地拵えコストは 287,661 円であった。

③ 一貫作業地と通常施業地の比較

一貫作業地と通常施業地の伐出コストを 1 m³当たり換算で比較すると、一貫作業地の 14,505 円/m³に対し通常施業地が 9,063 円/m³となり、一貫作業地の方が 1 m³当たり 5 千円以上高い結果となった。

また、地拵えコストについては、1 ha 当たり換算で比較すると、通常施業地は 287,661 円/ha となり、それに対し一貫作業地では 597,313 円/ha であった。伐出コスト同様、地拵えも一貫作業地の方が通常施業地よりも高いコストであった。

伐出及び地拵えコストともに一貫作業地においてコストが高くなった理由は、緑の雇用で新規に採用された作業員 2 名が長期間従事しており、作業員の熟練度が影響したことに起因する。

5.6. まとめ

5.6.1. 北海道地方

北海道地方の一貫作業地において、実測調査により以下のことが明らかとなった。

- 効率的な機械の活用
フェラバンチャ、グラップル・ハーベスタ、グラップルレーキ、フォワーダを効率的に活用することで、伐採から地拵えまで 0.87ha を 4 日間で完了し、高い生産性を実現していた。
- 作業員の有機的な配置・連携
フェラバンチャ、ハーベスタ、グラップルのオペレーターが、機械操作だけでなく植栽も実施しており、伐倒や木寄せから植栽まで、常に作業員が適正に配置され、無駄のない動きで連携し、全体として作業の効率化が図られていた。
- 生産性
作業日報より集計した人工数は 9.6 人日 (67.2 時間) であった。伐倒の労働生産性は 62.1m³/人日、木寄せは 79.3m³/人日、造材は 68.0m³/人日、搬出は 49.2m³/人日、伐倒から搬出までで 15.7m³/人日であった。地拵えは 1.74ha/人日であった。
- ビデオ時間解析による工程別の作業時間
伐出機械の全作業時間は 48.1 時間であった。その内訳は、伐倒で 3.2 時間 (7%)、木寄せで 7.2 時間 (15%)、造材で 13.8 時間 (29%)、搬出で 8.8 時間 (18%)、地拵えで 15.1 時間 (31%) であった。
- 機械地拵え
グラップルに限らず、掴む機能があるフェラバンチャやハーベスタも伐倒しながら木寄せを行い、地拵え作業にも貢献していた。ハーベスタ、グラップル、フェラバンチャの 3 機械 (グラップルレーキを除き) で地拵え作業の合計は 11.9 時間で、その内訳はハーベスタ 4.4 時間 (37%)、グラップル 3.9 時間 (33%)、フェラバンチャ 3.6 時間 (30%) であった。ちなみに、それぞれの機械の木寄せ作業に対する貢献は、ハーベスタ 1.1 時間、グラップル 5.6 時間、フェラバンチャ 0.5 時間であった。
- 自動植え穴掘り機とコンテナ苗植栽
植え穴掘りにアースオーガーを活用し植栽の効率化を図っていた。カラマツコンテナ苗 1,198 本を 4 人日で植栽した。植栽の生産性は 300 本/人日であった。

5.6.2. 東北地方

東北地方の一貫作業地において、実測調査により以下のことが明らかとなった。

- 造材の効率化
グラップルとチェーンソーの組合せによる造材において、2 箇所造材場所を設置することで、玉切りの作業が途切れることなく連続的に実施することができ、造材の効率化が図られていた。

- 生産性

作業日報より集計した人工数は 10.0 人日（70.0 時間）であった。伐倒の労働生産性は 74.5m³/人日、木寄せは 140.8m³/人日、造材は 39.6m³/人日、搬出は 50.7m³/人日、伐倒から搬出までで 15.3m³/人日であった。地拵えは 0.12ha/人日であった。
- ビデオ時間解析による工程別の作業時間

伐出機械の全作業時間は 37.7 時間であった。その内訳は、伐倒で 4.7 時間（12%）、木寄せで 3.4 時間（9%）、造材で 14.9 時間（40%）、搬出で 10.7 時間（28%）、地拵えで 4 時間（11%）であった。
- グラップル付フォワーダの活用

グラップル付フォワーダの活用により、積み込み、運搬、積み下ろし及び巻き立てまでを作業員 1 名で実施することにより、搬出の効率化が図られていた。
- 地拵えの生産性

一貫作業地における地拵えの生産性は 0.12ha/人日で、通常施業地の 0.05ha/人日と比較しておよそ 2 倍であった。
- コンテナ苗植栽

スギコンテナ苗 450 本を 1.5 人日で植栽した。植栽の生産性は 300 本/人日であった。植栽器具はディブルを使用した。

5.6.3. 中部地方

中部地方の一貫作業地において、実測調査により以下のことが明らかとなった。

- 簡易架線の作設

グラップルに付属したウインチを活用し、簡易架線を作設することで、傾斜地の小規模集材を実現していた。
- 生産性

作業日報より集計した人工数は 308.8 人日であった。伐倒の労働生産性は 5.3m³/人日、木寄せは 4.9m³/人日、造材は 8.2m³/人日、搬出は 23.0m³/人日、伐倒から搬出までで 1.8m³/人日であった。地拵えは人力で実施しており、その生産性は 0.03ha/人日であった。
- グラップル付トラックの活用

先山から土場までの距離が長くフォワーダだけで往復すると時間がかかり非効率なことから、トラックが入れる箇所に仮土場を設置して、フォワーダとトラックを併用して効率化を図っていた。
- コンテナ苗植栽

ヒノキコンテナ苗 3,922 本、ヒノキ裸苗 500 本の計 4,422 本を 34 人日で植栽した。植栽の生産性は 130 本/人日であった。植栽器具は改良鋤を使用した。

6. マニュアル等の作成

本事業の実施項目において「マニュアル等の作成」がある。これに関して検討委員会で検討した結果、マニュアル等の作成は、現時点で事例が少なく得られた知見が充分ではないことから、事例が充分集まった上で作成するという方針となった。したがって、今年度は、導入状況等の実態・意識調査、導入事業体への照会等及び施業箇所における実測調査により得られた調査結果をとりまとめ、「事例集（別冊）」を作成した。

平成 27 年度
低コスト造林技術実証・導入促進事業
報告書

平成 28 年 3 月

(発行)林野庁

(作成)一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地
TEL (03)3261-5281(代)/ FAX (03)3261-5393

<http://www.jafta.or.jp>

