

3.4 根羽村森林組合（長野県下伊那郡根羽村）

1) 取組を実施しようとする地域の森林・林業の概要と特徴

長野県の南端に位置する根羽村は、面積の約 92%が森林の村である。森林面積 8,257ha のうち、6,028ha が人工林で占められ、人工林の割合は約 73%に達する。人工林の樹種別内訳は図 3.11 のとおりで、スギが 2,910ha (48%)、ヒノキが 2,575ha (43%) で、この 2 種で 9 割を超えている。他にアカマツが 294ha (5%)、カラマツが 225ha (4%)、などが植栽されている。

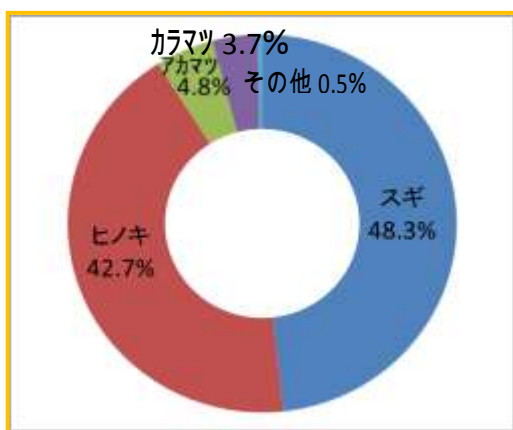


図 3.11 根羽村の人工林樹種別内訳

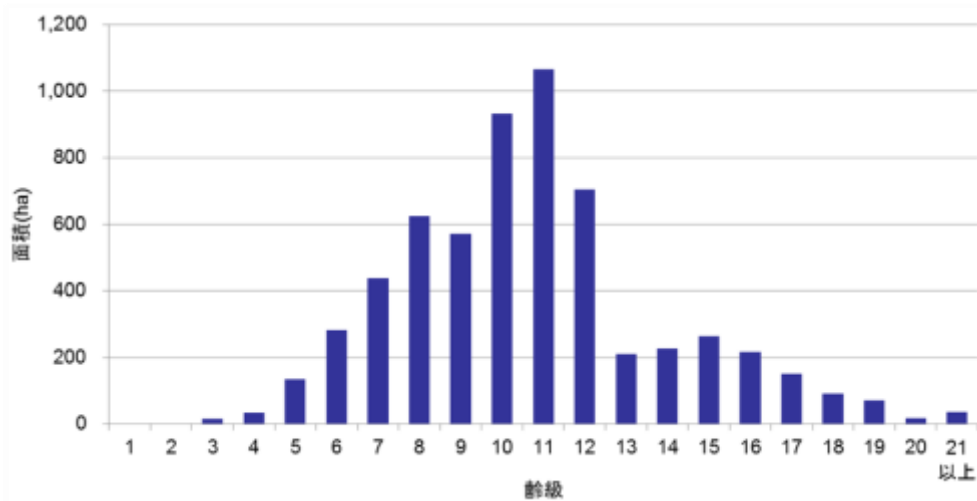


図 3.12 根羽村の人工林年齢級構成

また、根羽村の人工林の年齢級構成は図 3.12 のとおりで、中央値となる 11 年齢級前後が伐期に入り始めている状況で、益々の木材利用の期待がある。しかし、地拵え、植栽、下刈り等の再造林にかかるコストが、森林所有者に大きな負担となっている現状があり、計画的な更新が必要である。

一方で、根羽村の森林は、長野県、岐阜県、愛知県の 3 県を流下する総延長 120 km の矢作川の水源地となっており、水源林としての機能維持や機能の高度発揮等が期待され、大規模な森

林施業が展開できない地域でもある。

さらに、根羽村の森林にはニホンジカが生息しており、獣害対策を講じないと森林づくりに影響が出るような生息密度である。

2) 取組により導入した低コスト造林等技術

根羽村森林組合では、矢作川水源林として大面積皆伐ができないことから、小面積皆伐の帯状伐採を実施するなど、下流への配慮が必要である。そのような条件下で、導入した低コスト造林等技術をまとめると表 3.37 のようになる。

表 3.37 導入した低コスト造林等技術（根羽村森林組合）

	一貫作業	植栽密度(本/ha)	苗種
従来技術	伐採から地拵えまで期間が開く (主に短幹集材)	通常密度	裸苗(ヒノキ)
導入技術	伐採後、すぐに植栽を実施 (地曳きの全木集材による地拵え省略)	低密度植栽	コンテナ苗 (ヒノキ実生苗)

3) 低コスト造林等の技術導入に関する検討会開催

根羽村森林組合では、長野県林業総合センターや信州大学等の研究機関、そして、矢作川流域の関係者で構成する矢作川流域圏懇談会のメンバー、行政からは県の出先事務所や根羽村等を交えて、検討会を構成した。検討会に参画した主な主体を表 3.38 に示す。また、検討会の開催状況は表 3.39 のとおり 3 回実施し、うち 1 回はシンポジウム形式により一般参加者が可能であった（写真 3.12 参照）。

表 3.38 根羽村森林組合の取組課題に対する検討会参画主体

区分	主体名称
取組実施主体	根羽村森林組合
研究機関	長野県林業総合センター
	信州大学農学部
行政	長野県下伊那地方事務所林務課
	根羽村
関係団体	矢作川流域圏懇談会
専門家	根羽村猟友会

表 3.39 根羽村森林組合の検討会開催状況

開催時期	検討内容等	備考
第 1 回検討会 (平成 25 年 10 月 22 日)	・事業の概要説明 ・現地設定について ・先進地域調査について等	
第 2 回検討会 (平成 26 年 2 月 4 日)	・事業の実施内容及び考察について ・先進地域調査結果について ・これからの一貫作業について	
成果報告会 (平成 26 年 2 月 12 日) ※一般参加の受付	・取組成果を村民に報告 ・東京大学蔵治先生の講演 ・村民との意見交換	・一般から 16 名が参加(根羽村は全村民が村有林の所有者)



写真 3.12 検討会等の開催状況(左から第1回、第2回、成果報告会)

4) 低コスト造林等に取り組んでいる先進地域での調査



根羽村において伐採—造林の一貫作業を行うに当たり、今後の作業の改善と効率化を進めるため、鹿児島県及び宮崎県での先行事例の情報収集を目的に、先進地域調査を実施することとした。当該地域は、森林総合研究所九州支所や鹿児島大学等が中心となって、平成 21 年から 4 年間にわたり、一貫作業システムの検証が行われた地域である。今回の調査では、鹿児島県曾於市森林組合が行っている車両系作業システムによる一貫作業現場と、宮崎県林業技術センターが開発した「M スターコンテナ」による苗木生産現場の 2 箇所において、現況把握と今後の課題を検討し、根羽村の再造林の効率化に資することとした。

重点的な調査ポイントは次の 4 点である。

- 一貫作業システムにおける各工程の生産性の確認
- 新たに一貫作業システムを実施している現場の作業状況の把握
- 植栽したコンテナ苗の活着及び生育状況の確認
- 森林土壌の攪乱状況（環境への負荷）

調査結果の概要は表 3.40 に示すとおりである。

表 3.40 根羽村森林組合による先進地域調査の概要

項目	内容等	備考
調査先	①鹿児島県 曾於市森林組合 ②宮崎県 林田農園(M スターコンテナ苗の生産)	 <p>【曾於市森林組合】</p>
調査日程	①平成 25 年 12 月 25 日 ②平成 25 年 12 月 26 日	
調査者	根羽村森林組合他計 8 名	
調査結果	<ul style="list-style-type: none"> ・低密度植栽(2,500 本/ha)により、苗間を地拵え車両が走行可能(①) ・コンテナ苗は高価で未導入(①) ・「伐ったらすぐ植える」の意識(①) ・根鉢径可変や育苗密度可変、苗の取り出しの容易性等が、M スターコンテナの長所(②) ・M スターコンテナの資材は安価なもの(②) ・宮崎県では、マルチキャビティコンテナが 10 万本/年、M スターが 5 万本/年で、年間生産のわずか 3~4%に過ぎない(②) 	 <p>【林田農園】</p>

5) 低コスト造林等技術を地域に導入した際のデータ収集・分析

根羽村森林組合では、前述のとおり循環可能な林業の実施と、水源林としての環境インパクトを最小限にする施業方法を確立するため、次のような方向性を出した。

- 木材生産林を低コストに造成するための技術開発 → 伐採から造林までの**一貫作業**
- 造林意欲の喚起 → (植栽時期の自由度が高い) **コンテナ苗の植栽**
- 環境への負荷低減を図る伐採方法の検討 → **帯状伐採** (小面積皆伐)

この方向性の検証を行うため、根羽村村有林で各取組を実施した。実践地の立地概況は表 3.41 に、伐採時の作業システム等については表 3.42 に、植栽した内容は表 3.43 にそれぞれ示す (写真 3.13 参照)。

なお、表 3.41 の地形図のとおり、実践地では最適な帯幅を検討するため、伐採幅を 10m、15m、20m、25m の各幅を 2 列ずつ設けたが、後述する植栽工期、架線による苗木運搬、光環境調査等は 25m 幅の帯列で実施した。

表 3.41 実践地の立地条件

項目	単位等	内 容	地形図
対象地名	—	長野県 下伊那郡 根羽村 小戸名	
対象面積	ha	2.00	
主な標高	m	801-1,000	
斜度	°	やや急(21-30°)	
主な土壌状況	—	森林土壌	
局所地形	—	山腹斜面	

表 3.42 伐採時の作業システム等の状況

項目	単位等	内 容	使用機械
前生樹種	—	スギ	
伐採年月日	—	平成 25 年 12 月 5 日	
主な 作業システム	伐倒	チェーンソー	
	集材	スイングヤーダ (地曳きによる全木)	イワフジ TW-22, イワフジ CT-500
	造材	プロセッサ	イワフジ GP-35A, コマツ PC120
	搬出	トラック	
地拵え方法	—	(地曳きにより省略)	
苗木運搬	—	集材時の架線を活用して運搬	

表 3.43 植栽したヒノキ苗の状況 (植栽日:平成 25 年 12 月 20 日)

苗種	由来	傾斜	本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽密度 (本/ha)	植栽器具
コンテナ苗 (3 年生)	挿木	緩(-10°)	250	0.17	約 1,500	ディブル
	挿木	中(11-30°)	250	0.17	約 1,500	ディブル
	挿木	急(31° -)	250	0.17	約 1,500	ディブル
裸苗 (3 年生)	挿木	緩(-10°)	250	0.17	約 1,500	唐鋏
	挿木	中(11-30°)	250	0.17	約 1,500	唐鋏
	挿木	急(31° -)	250	0.17	約 1,500	唐鋏



写真 3.13 伐採時の作業システム (左上:伐倒、右上:荷掛け、左下:造材、右下:積込)

(1) 作業工程調査

作業工程調査は、各工程の状況をビデオで撮影し、作業内容と経過時間を撮影内容から解析することで行った。その結果は表 3.44 に示すとおりである。

表 3.44 各作業工程における生産性の調査結果

作業工程	セット人員 (人)	サイクルタイム (秒)	サイクルタイム (日)	生産材積 (m ³)	労働生産性 (m ³ /人日)
伐倒	1	24,822	1.15	82.9	72.1
集材	2	25,549	1.18	45.6	19.3
造材	1	30,376	1.41	39.4	28.0
					9.9

1人1日当たりの生産性は、伐倒が72 m³と高かったが、集材が19 m³、造材が28 m³と伸び悩み、トータルは9.9 m³となった。根羽村における間伐の生産性が概ね3~4 m³/人日であるので、約3倍の生産性である。しかし、主伐用の林木を残す間伐時の生産性と、小面積とは言え帯幅内の皆伐時の生産性では、施業の目的が異なるため、数値の解釈に注意を要する。

(2) 植栽工程の調査結果

各苗種の植栽は、傾斜を緩傾斜(0-10°)、中傾斜(11°-30°)、急傾斜(31°-)の3クラスに分類し、コンテナ苗と普通苗の植栽工程調査を行った。植栽に用いた器具は、コンテナ苗がディブル、普通苗が唐鋤を基本としたが、急傾斜地におけるコンテナ苗の植栽は、ディブルと唐鋤の2種で行った。

植栽の工程調査結果を表 3.45 と図 3.13 に示す。

表 3.45 植栽工程の調査結果

苗の種別	傾斜	植栽器具	生産性 (本/時)	サイクル数	平均サイクル タイム(秒/本)	作業内訳					
						移動	間隔計測	地表面整理	植穴掘り	植付け	踏固め・確認
コンテナ苗	急	唐鋤	56.6	22	63.6	12	26	1	5	13	7
	急	ディブル	50.8	22	70.8	12	26	4	11	12	5
	中	ディブル	57.4	14	62.7	7	18	6	21	9	4
	緩	ディブル	56.8	13	63.4	9	17	1	22	10	4
普通苗	急	唐鋤	44.0	24	81.8	12	23	5	13	22	8
	中	唐鋤	37.2	51	96.7	8	23	15	22	21	7
	緩	唐鋤	30.1	26	119.4	7	24	28	28	26	7

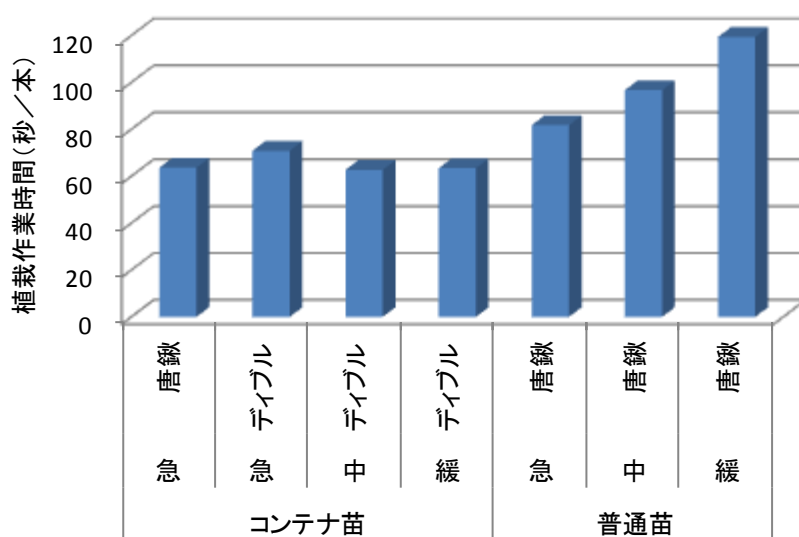


図 3.13 苗種・傾斜別の植栽作業時間

植栽工程における苗木 1 本当たりの植栽作業時間を比較すると、傾斜の緩急に係らず、コンテナ苗は普通苗より作業時間が短かった。特にコンテナ苗の優位性が示されたのは緩傾斜で、1 本当たりの作業時間は、普通苗 119 秒/本に対して、約半分の 63 秒/本であった。コンテナ苗は、ディブルを使用した急傾斜地で、やや作業時間が増加したものの、傾斜による作業時間の増減は小さかった。

また、コンテナ苗は地表面整理に要する時間が、普通苗と比べて短かった。コンテナ苗の植穴は根鉢直径程度であるため、枝葉等の堆積物の除去を最小限に抑えることが可能と考えられた。植穴掘りに関しては、作業時間が普通苗とほぼ同等であったが、植穴を根鉢の形状に合わせて、崩れないように開けることに時間を要したものと推察された。

一方、普通苗は緩傾斜地より急傾斜地の方が、作業時間は短かった。これは、緩傾斜地では作業者が常に前傾姿勢を強いられるのに対し、急傾斜地ではほぼ腰の高さで作業が可能であること、緩傾斜地は斜面下部に位置し、集材木の折れた枝が厚く堆積しやすく、普通苗では地表面整理に時間を要すること、の 2 点が要因と考えられる。

以上の結果から、コンテナ苗は特に緩傾斜地において普通苗より効率的な植栽が可能であり、1 日の実労働時間を 6 時間とすると、300 本（/人日）以上の植栽本数が期待できると考えられた。

(3) 植栽コストの比較

植栽のコストを試算する際、今回の取組ではスイングヤーダによる集材時に、架線を活用して斜面上部に苗を運搬した省力化について評価しなければならない。写真 3.14 のとおり、コンテナ苗は段ボール箱に梱包したまま、普通苗は箆で巻いて、それぞれを架線から吊り下げ運搬した。



写真 3.14 架線を利用した苗木運搬（左：コンテナ苗、右：普通苗）

その結果を表 3.46 に示す。

架線を活用した苗木の運搬コストは、苗木 100 本当たりで 66 円と試算されたが、人力では 96 円と計算され、人力で運搬した場合の約 2/3 に低減することが分かった。運搬コストは、路網密度が低いほど高くなるが、機械による搬出効果が大きいことが示された。

また、コストも重要であるが、労働強度に大きな軽減効果があることも忘れてはならない。

表 3.46 運搬方法別の苗木の運搬コスト

運搬方式	セット人員	運搬速度 (m/min)	運搬時間 (s/100本)	運搬コスト (円/100本)
人力	1	21.0	139	96
架線	2	28.0	96	66

今回の試行では、全木地曳き集材を行ったため、伐採後の地拵えは実施していない。ここでは、伐採後から植栽が完了するまでの経費の比較を行う。経費に含まれるものは、『苗木代』、前述した『苗木運搬費』、そして『植付人件費』が挙げられる。

そこで、それらを積み重ねた経費を求め図 3.14 に示した。なお、コンテナ苗木代は 170 円/本、裸苗はその半分程の 93 円/本、人件費は 15,000 円/人日として試算した。

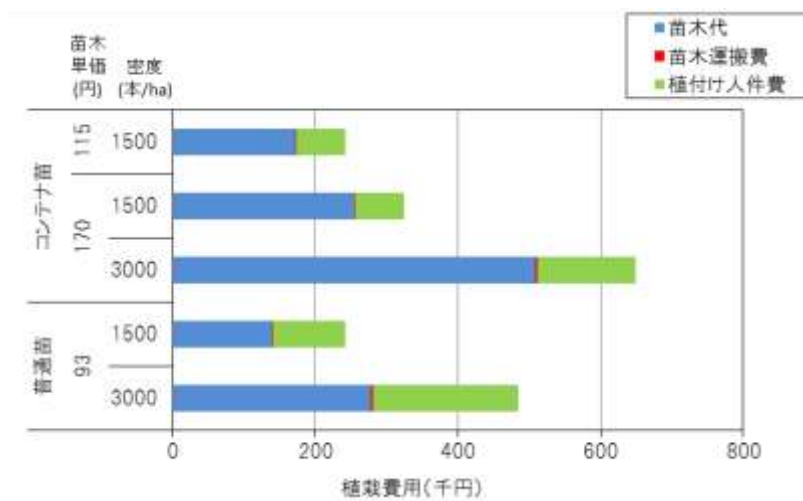


図 3.14 植栽コストの比較

その結果、同じ植栽密度では、植付人件費が安いものの、苗木代の高いコンテナ苗は不利だと分かる。同程度のコストにするためには、コンテナ苗の苗木価格を普通苗の 2 割増程度の価格に抑える必要があり、今回の設定ではコンテナ苗の価格が 115 円/本で、同密度の普通苗と同程度のコストとなった。現状のコンテナ苗の価格では、低密度植栽として苗木代経費を抑えることが必要であるが、低密度植栽による材質や形質の弊害についての知見が必要となろう。また、苗木運搬のコストを試算したが、図 3.14 のとおり植栽コストの中ではわずかな経費でしかないことが分かった。

(4) 光環境調査

帯状伐採をする際、周辺の林木の残存状況により、伐採箇所の光環境は大きく左右される。伐採により光環境が大きく好転しない場合、植栽した苗木は思うような成長をせず、帯状伐採という手法が大きなデメリットとなる可能性を孕んでいる。そこで、帯状伐採の前後の相対光量子束密度を測定し、地表面付近の光環境を評価した。計測は 25m 帯幅の中心線上で行い、林道付近 (A 点) から斜面上部 (G 点) まで 7 箇所測定した。

表 3.47 伐採帯中心線上における伐採前後の光環境

No.	林道からの 距離(m)	相対光量子束密度(%)		備考
		伐採前	伐採後	
A	0	9.4	41.5	林道切土面上
B	25	11.4	40.2	
C	40	6.7	41.5	
D	43	8.8	43.1	
E	50	2.9	42.2	
F	62	2.5	33.1	
G	70	2.6	13.8	上部林縁



表 3.47 によると、各測定点における伐採前の相対光量子束密度は 3～11%程であり、下層におけるヒノキの生育が困難な環境であったが、伐採後は 14～43%に改善した。最上部で周囲が林木に囲まれている G 点は、他点よりも改善状況が良くなかった。今後は、このような光環境にリンクして、苗の活着率や成長量を評価していくことが必要と思われる。

6) 取組の評価点・課題点等

環境に配慮しながら小面積皆伐等を実施していかなければならない地域などに、今後は、低コスト造林等技術を導入、あるいは普及させていく必要がある。今回の取組内容について、評価できる点がある一方、まだ課題として残っている点等も改めて把握できたので、表 3.48 にその内容を整理した上で考察を加えたい。

表 3.48 低コスト造林等技術の導入に関する取組実施における主な評価点及び課題点の整理

【評価できる点】	
① 実生由来のヒノキコンテナ苗の植栽工期を、斜度別に把握	
② 架線を利用した運搬効率を把握	
③ 帯状伐採による工期別の生産性を把握	
④ 帯状伐採前後の光環境の変化を把握	
⑤ 地拵えを省略しての一貫作業の実施	
【課題となる点】	
⑥ 高価なコンテナ苗	
⑦ 帯状伐採地におけるコンテナ苗の活着率及び成長量の評価が必要	今後検証予定
⑧ 通常地拵えと省略地拵えのコスト比較	
⑨ シカ害対策を低コスト造林等技術に含めた検討の必要性	
⑩ 同様な条件下の地域への普及・啓発	

通常の列状間伐とは異なり、帯状伐採は主伐を迎えた林木に対し樹高と同程度の伐採幅で面的に伐採する手法である。帯幅の中心線付近では光環境の改善が見られたが、帯列の端における光環境の状況についても、今後は測定・評価することで、参考にしたい他地域が安心して試行できるものと思われる。

今回の試行では、スイングヤードを用いたランニングスカイライン方式で全木地曳き集材を行った。この方式は伐採帯毎に機械の移動と索張りを繰り返さざるを得ない。生産性調査の結果では、伐採に比べ集材及び造材工程の生産性が伸びずに、今後の検討課題とされたところで

あるが、このような要因が背景にある。一方、長野県で導入されているハイリード式集材（タワーヤーダ+ジグザク滑車）では、機械を固定したまま複数帯列を全木集材することが可能であるため、生産性の向上が期待される。今後は、後者の集材方法による試行も期待したい（図 3.15 参照）。

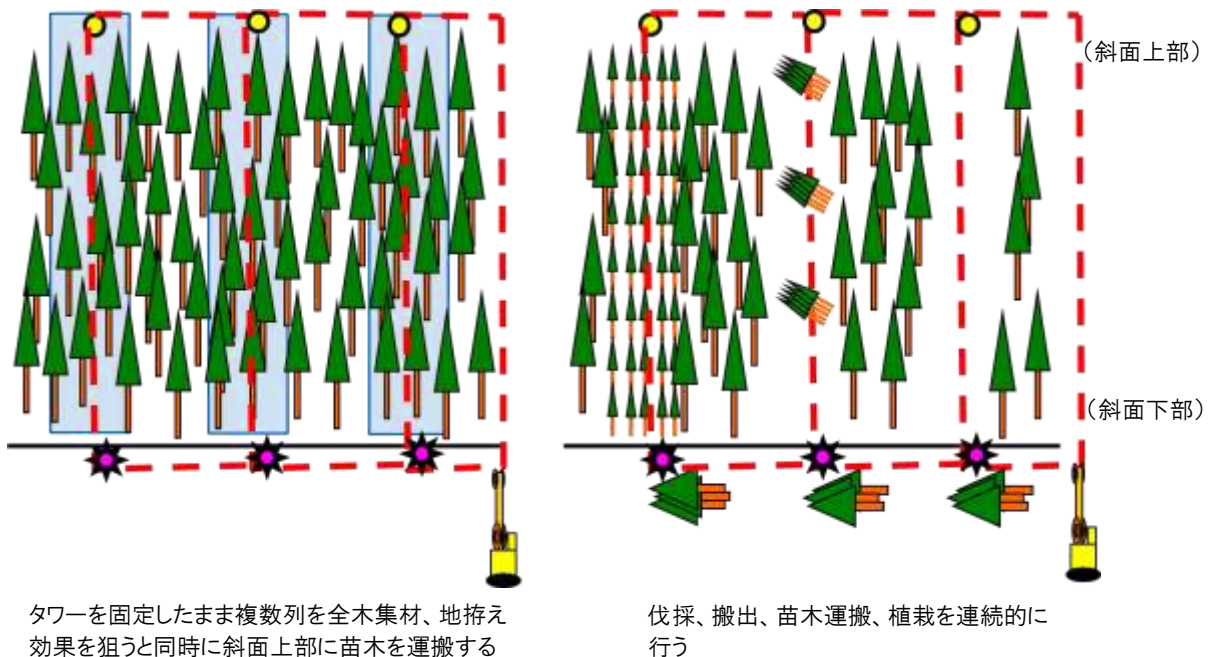


図 3.15 ハイリード式（信州型搬出法）の模式図

コスト比較ではコンテナ苗の高価格がネックであることが判明した。今後は低価格となるよう、生産者側の技術革新や量産化などに期待したいが、需要者側も最新知見にアンテナを張り、コンテナ苗の長短を正しく把握して、適材適所で積極的に導入を図っていくことも必要と思われる。また、架線による苗木運搬については、今回はスイングヤーダを利用した短距離での運搬であったため、全体コストに占めるのは微々たるものであったが、架線距離が延びればさらに省力効果大きいと思われるので、導入地域での検証が必要である。

コンテナ苗の導入に当たっては、活着率や成長量の評価がされていないため、今後も継続的に調査が行われて、詳細な検証結果が出てくることを期待したい。また、シカの生息地であるため、無防備に苗を植栽すると、植栽初期にシカ害に遭い、甚大な被害となる場合があり、最悪は補植や再植栽という事態も考えられる。植栽時には、同時に何かしらのシカ害対策を施さざるを得ないが、その手法やコストについても今後の検証課題となろう。

以上、継続的に検証しなくてはならない項目や、新たに知見を得なくてはならない項目など、道のりは長い。しかし低コスト造林等技術の導入は、いわば「待ったなし」の状況なので、様々な知見を得つつ、地域でトライアンドエラーを繰り返しながら、最良のものを選択していくのが重要な姿勢だと考えられる。