

3.3 独立行政法人森林総合研究所（茨城県つくば市）

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

森林・林業再生基本計画を背景に木材生産量増加を目指すためには、搬出間伐だけではなく、皆伐の促進が必要である。そのためには、代表的造林樹種であるスギ・ヒノキの新規造林のハードルとなっている、植栽から初期保育におけるコストの低減が課題である。そこで、本州におけるスギとヒノキのそれぞれの人工林において、低コスト造林等技術の導入に取り組むこととした。

全国のスギ林及びヒノキ林のうち、スギ林は関東森林管理局茨城森林管理署管内の梅香沢国有林（茨城県東茨城郡城里町）を、ヒノキ林は近畿中国森林管理局岡山森林管理署管内の三光山国有林及び三室国有林（共に岡山県新見市）を実施箇所とした。

関東森林管理局は管内 118 万 ha の森林を管理し、うち 34 万 ha の人工林を抱え、その 36%がスギ人工林である。間伐を含めた年間の施業面積は 5,261ha に上り、皆伐面積は 595ha、新植地は 585ha（スギ 450ha）を占める。また人工林面積の半分以上を 45 年生以上の林分が占めており、首都圏及び近接地を含む地域であるため、今後木材需要の急増による皆伐面積の増加が予想され、再造林の効率化と低コスト化手法の開発が必要な状況である。

一方の、近畿中国森林管理局は管内 34 万 ha の森林を管理し、うち 15 万 ha の人工林を抱え、その 37%がヒノキ人工林である。5 齢級から 9 齢級の人工林が 57%を占める。中国木材などの日本有数の大型製材工場からの大きな需要が予想される事から、関東森林管理局内と同様に、皆伐と再造林化に対して低コスト化手法を開発する必要がある。

両地域では、低コストで効率的な作業システムの提案・検証や、先駆的な技術・手法の事業レベルでの試行を通じた、国有林による民有林支援が求められている。

2) 取組により導入した低コスト造林等技術

現行では、伐採までの総育林コストの半分以上を高額な初期保育費用が占めており（約 150 万円/ha）、先進国の保育費と比較して 5-10 倍の格差がある。多くの場合、主伐及び造林作業は同一契約による業者では無いため、その後の再造林に考慮した合理的な伐採・搬出作業となっていない。伐採から植栽まで機械の利用効率は低く、また主伐後時間が経過するため、再造



林時に改めて下刈りを行う付加的なコストが必要となる。

また、通常の植栽苗である実生の裸苗は、土壌乾燥のため遅春から夏の植栽が不可能であり、植栽コストの低減に向けての制約条件となっている。これに対しては、中部ヨーロッパから北欧で主流であり、かつ九州地方で実績のあるコンテナ苗の導入可能性が期待されている。

そこで独立行政法人森林総合研究所（以下、森林総研と略する）では、関東圏のスギ人工林内、及び近畿・中国圏のヒノキ人工林内のそれぞれにおいて、表 3.23 のとおり一貫作業システムの導入によるコスト低減の可能性を明らかにする。またスギ及びヒノキのコンテナ苗植栽試験を行い、コンテナ苗導入による通年植栽の可能性の検証と、初期成長及び生存率の向上、一貫作業との組み合わせによる初期保育の低コスト化を図ることとした。

表 3.23 導入した低コスト造林等技術（森林総研）

	一貫作業	苗種
従来技術	・伐採から地拵えまで長期間の放置 ・機械は各工程で個別利用	裸苗（関東：スギ） （近中：ヒノキ）
導入技術	・伐採後、すぐに地拵え・植栽を実施 ・工程間で機械の弾力的利用	コンテナ苗（関東：スギ実生苗） （近中：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の開催

関東森林管理局管内と近畿中国森林管理局管内のそれぞれにおいて、現地検討会と屋内検討会がセットになった検討会が開催された。検討会には、主に国有林サイドと森林総研の他領域のメンバー等が中心となって開催した。検討会に参画した主な主体を表 3.24 に示す。また、検討会の開催状況は表 3.25 のとおり 2 回実施し、近畿中国森林管理局では、一般の林業関係者が参加可能な現地検討会をセットにして開催した（写真 3.7）。

表 3.24 森林総研の取組課題に対する検討会参画主体

開催地	区分	主体名称
茨 城 県	事業主体	独立行政法人森林総合研究所（植物生態研究領域）
	国有林	関東森林管理局
		－茨城森林管理署
		－森林技術・支援センター（茨城県笠間市）
	研究機関	独立行政法人森林総合研究所（林業工学研究領域）
		〃（森林植生研究領域）
東京大学大学院 岐阜県立森林文化アカデミー		
岡 山 県	事業主体	独立行政法人森林総合研究所関西支所
	国有林	近畿中国森林管理局
		－岡山森林管理署
		－森林技術・支援センター（岡山県新見市）
	研究機関	各県林業試験場（近畿、中国、四国等）
	行政	各府県庁及び市町村森林整備等担当者
	生産者	各森林組合、素材生産業者等
種苗生産者	各種苗生産組合等	

表 3.25 森林総研の検討会開催状況

開催時期	検討内容等	備考
研究成果普及のための 現地検討会(第1回) (平成25年11月7-8日) ※一般参加の受付	<ul style="list-style-type: none"> ・森林総研及び森林技術・支援センターの取組概略説明(コンテナ苗・セラミック苗等) ・三光山及び三室の両国有林で現地視察 ・視察の翌日に、屋内で意見交換 	<ul style="list-style-type: none"> ・11月7日の現地検討会には約90名の出席者)
研究成果の向上のための 現地検討会 (第2回) (平成25年11月20-21日)	<ul style="list-style-type: none"> ・実施主体及び他の研究者、林地管理者である国有林を交えて、現地で実施内容及び到達目標等の概要説明 ・屋内の翌日に、屋内で再度実施内容の検証及び意見交換 	<ul style="list-style-type: none"> ・11月20日の現地検討会には、研究機関と国有林関係者ら、約20名の参加



写真 3.7 検討会開催状況（上段は近中局、下段は関東局、左列：現地視察、右列：屋内検討）

4) 低コスト造林等に取り組んでいる先進地域での調査

先進的に低コスト造林等技術に取り組んでいる事業体等に対し、視察や聞き取り調査等を行うのとは異なり、事業主体がコンテナ苗を植栽した調査地と比較するために、コンテナ苗の既植栽地に赴き、成長状況を把握することを行った。

先進地域調査の概要は表 3.26 に示すとおりである。

表 3.26 森林総研による先進地域調査の概要

項目	内容等	備考
調査先	①福島県塩那、棚倉、福島、白河の各森林管理(支)署、埼玉県埼玉森林管理事務所管内の国有林内コンテナ苗試験地 ②山口県山口森林管理事務所管内の国有林内コンテナ及びセラミック苗試験地	 <p>【棚倉署 H22 スギコンテナ苗植栽地】</p>  <p>【棚倉署 H22 スギ裸苗植栽地】</p>  <p>【埼玉事務所 H22 スギコンテナ苗植栽地】</p>
調査日程	①平成 25 年 11 月 18-19 日、22 日 ②	
調査項目	①コンテナ苗の植栽試験地の状況（特に成長具合、裸苗との成長比較） ②秋植えのコンテナ苗、セラミック苗、普通苗の生残率、成長量等の把握	

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

(1) 関東森林管理局管内

関東森林管理局管内におけるスギのコンテナ苗植栽は、茨城森林管理署梅香沢国有林で実施した。立地条件は表 3.27 に、伐採時の作業システム等は表 3.28 に、植栽した内容は表 3.29 に、植栽模式図は図 3.7 にそれぞれ示す（写真 3.8 参照）。

表 3.27 植栽地の立地条件

項目	単位等	内 容
対象地名	—	茨城県東茨城郡城里町錫高野
対象面積	ha	0.82
主な標高	m	0-200
斜度	°	急(31° -)
主な土壌状況	—	森林土壌
局所地形	—	山腹斜面

表 3.28 伐採時の作業システム等の状況

項目	単位等	内 容
前生樹種	—	スギ・ヒノキ (64 年生)
伐採年月日	—	平成 25 年 8 月 25 日
主な作業システム	伐倒	チェーンソー
	集材	グラップル (全木)
	造材	ハーベスタ
	搬出	フォワーダ
地拵え年月日	—	平成 25 年 9 月 24 日
地拵え方法	—	人力 90%と機械 10%が混在
地拵え生産性	人/ha	機械:41.46、人力 13.82、計 55.28

表 3.29 植栽したスギ苗等の状況

苗種	本数 (本)	植栽面積 (ha)	植栽密度 (本/ha)	植栽器具
リブ式コンテナ苗(実生)	528	0.82	644	唐鍬
スリット式コンテナ苗(実生)	528	0.82	644	唐鍬
裸苗	528	0.82	644	唐鍬

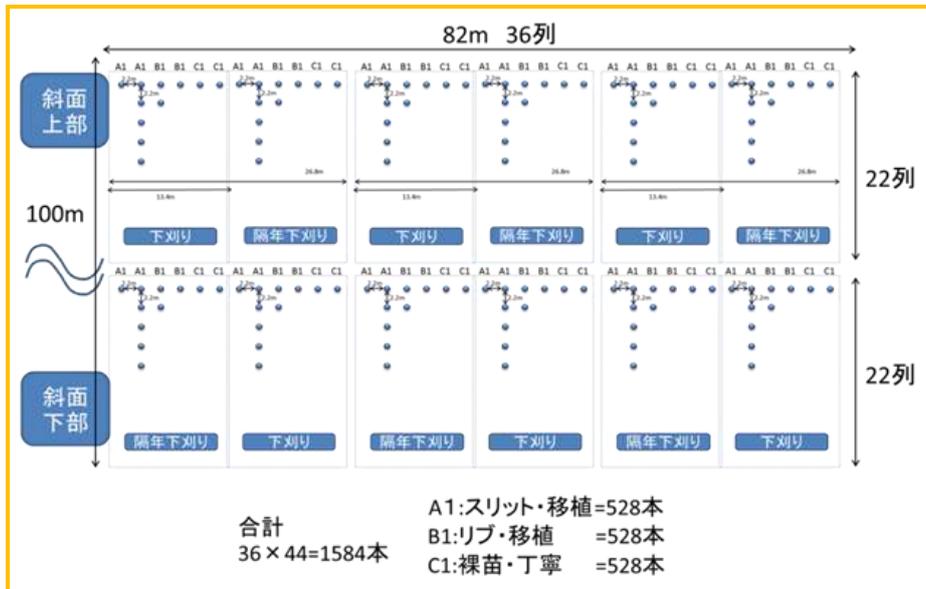


図 3.7 植栽及び下刈りパターン (写真 3.8 の赤枠内にリンク)



写真 3.8 茨城森林管理署梅香沢国有林の一貫作業及びコンテナ苗植栽地

試行地においては、実施項目の『一貫作業』と『コンテナ苗植栽』を行った。

まず、作業工程を整理すると、次の 1 から 5 の順に実施した（写真 3.9 参照）。

1. 搬出路作設：搬出路伐倒・集材、約 3m 幅の搬出路作設（チェーンソー、ザウルスロボ）
2. 事前処理：林内雑草木を刈り払い機で除去
3. 伐倒・集材：チェーンソー伐倒→グラップル全木集材→ハーベスタ造材→フォワーダ搬出
4. 地拵え：搬出路両側 7m 範囲は、グラップルで路面集積。他は人力巻き落としし。
5. 植栽：コンテナ苗・裸苗の植栽（唐鋤使用）



写真 3.9 試験地の状況（左上：伐採前、右上：伐採後、左下：刈払い機、右下：フォワーダ搬出）

その結果、植栽人工はコンテナ苗が 275 本/人日であるのに対し、裸苗は 155 本/人日となった。急斜面上ではコンテナ苗とあっても、効率が極端に良い訳ではない結果となった。

また、試行地での植付コストの比較は表 3.30 のとおりである。

表 3.30 人件費からみた試験地内のコスト比較（ha 当たり）

苗種	労務費			合計
	機械地拵え (人日/ha)	人力地拵え (人日/ha)	植付(人日/ha)	
コンテナ苗	3.4	11.5	7.3(¥109,500)	333,000
普通苗	(¥51,000)	(¥172,500)	13(¥195,000)	418,500

※試算条件：労賃は 15,000 円/人、機械地拵え箇所は全体の 10%、機械損料は含まない

地拵え費用はコンテナ苗と普通苗と同額なので、コンテナ苗の植付費用が約 9 万円低額となった。植付工期の差がそのままコスト差となって現れたが、本来はこれに苗木代が加わることに注意されたい。

活着率と成長量に関するデータを取得した結果は、表 3.31 のとおりである。

活着率は、植栽後 10 日後の確認ではあるが全苗が生存していた。また、各苗種の初期サイズは、苗高、幹重量、細根重量については、裸苗がコンテナ苗より有意に大きく ($p<0.01$)、形状比はコンテナ苗が優位に大きかった ($p<0.01$)。これらの事は、現状 3 年生の裸苗の方が、2 年生のコンテナ苗よりも初期成長が良い可能性が考えられた。苗の活着率と初期サイズについて、今後に違いが出てくる可能性が考えられるので、継続的な追跡調査が必要である。

表 3.31 活着率と各苗の初期サイズ

苗種	植栽本数 (10月8日)	活着率 (10月17日)	初期サイズ			
			苗高(cm)	幹重量(g)	細根重量(g)	形状比
スリット式コンテナ苗 (2年生)	528	100%	36.0	35.7	0.25	9.9
リブ式コンテナ苗 (2年生)	528	100%	37.4	45.8	0.57	9.5
裸苗(3年生)	528	100%	48.0	55.5	2.82	7.4

コンテナ苗植栽の適地を判定する要素として、土壌水分が考えられる。そこで立地に対応したコンテナ苗の適否判定を行うために、土壌水分計を用いて土壌水分を調べた。写真 3.8 で示したプロット 1 と、写真 3.10 で示したプロット 2 でそれぞれ土壌水分を調べた結果が表 3.32 である。なお、プロット 2 のコンテナ苗の枯死率は目視での判定で、統計的データではない。



写真 3.10 プロット 1 の対岸に位置するプロット 2

表 3.32 調査区毎の土壌水分の比較

調査区	コンテナ苗の枯死率(%)	土壌体積含水率(m^3/m^3)
プロット 1	0	>0.2
プロット 2	約 15	<0.2

プロット 1 とプロット 2 の土壌体積含水率を比較すると、前者で 0.2 以上の値を示していたが、後者では 0.2 を下回る場合があった。現状では枯死が目立ったプロット 2 の斜面で、多少土壌が乾燥傾向にあるということが言えるが、植物が水分ストレスを受けているか否かは分からない。今後、計測的に観測し、データの積み上げから判断する必要がある。

(2) 近畿中国森林管理局管内

近畿中国森林管理局管内におけるヒノキのコンテナ苗及びセラミック苗の植栽は、岡山森林管理署三光山国有林及び三室国有林で実施した。立地条件は表 3.33 に、伐採時の作業システム等は表 3.34 に、植栽した内容は表 3.35 に、植栽配置図は図 3.8 にそれぞれ示す(写真 3.11 参照)。

表 3.33 植栽地の立地条件

項目	単位等	内 容
対象地名	—	岡山県新見市神郷油野
対象面積	ha	5.83
主な標高	m	801-1,000
斜度	°	急(31° -)
主な土壌状況	—	森林土壌
局所地形	—	山腹斜面
確認された加害獣	—	ノウサギ

表 3.34 伐採時の作業システム等の状況

項目	単位等	内 容
前生樹種	—	スギ・ヒノキ
主な作業システム	伐倒	チェーンソー
	集材	グラップル(全木)
	造材	ハーベスタ
	搬出	フォワーダ
地拵え年月日	—	平成 25 年 8 月 15 日～10 月 20 日
地拵え方法	—	人力 90%と機械 10%が混在

表 3.35 植栽したヒノキ苗等の状況

苗種	本数 (本)	植栽面 積(ha)	植栽密度 (本/ha)	植栽器具
コンテナ苗(実生)	900	0.43	2,100	ディブル
セラミック苗(挿木)	900	0.43	2,100	ディブル
裸苗(実生)	900	0.43	2,100	唐鋏



写真 3.11 植栽試験地 (左:三光山国有林、右:三室国有林)

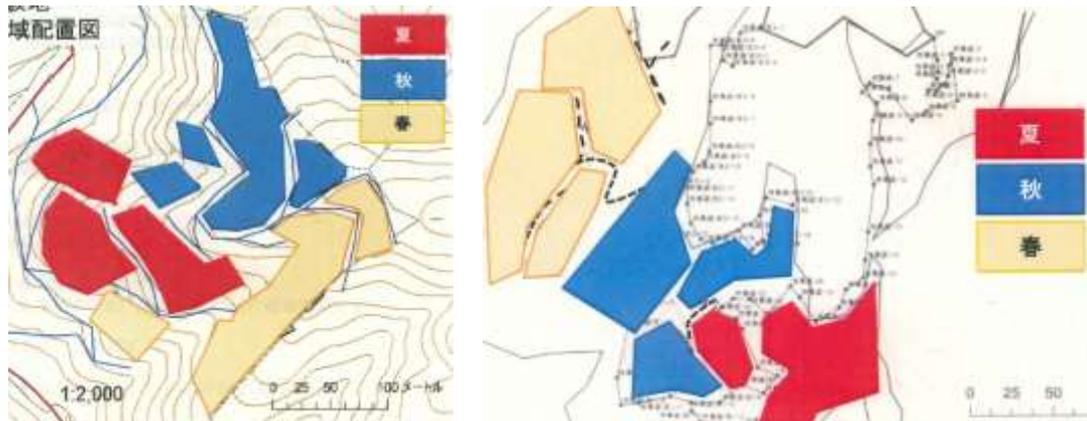


図 3.8 季節別植栽配置図（左：三光山国有林、右：三室国有林）

近畿中国森林管理局管内では、季節別に植栽した際の植栽工期と、各苗種の活着率を調べた。最初に、植栽工期の結果を図 3.9 に示す。

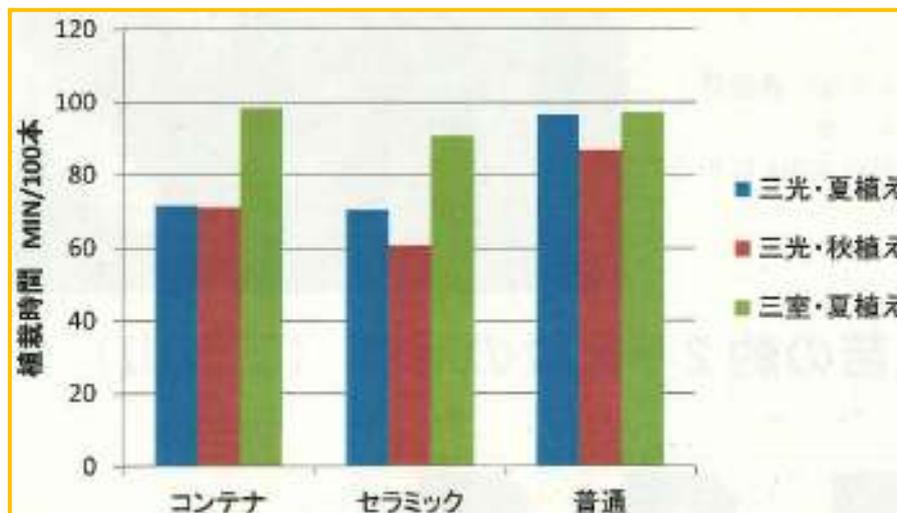


図 3.9 苗種別の植栽工期

これは、各苗種を 100 本植栽するのに要した時間を、場所と植栽季節別に表示した。三光山と三室では食さを担当した人員は異なる。また、苗木運搬や、現場への移動時間は含んでいない。

この結果、三光山ではコンテナ苗とセラミック苗の植栽時間が普通苗に比べて短い。一方の三室では3種類の苗木の植栽時間に大きな差はなかった。また、三光山においては、同じ苗種でも秋植えの方が、植栽時間が短い傾向があった。

植栽器具、苗種、植付の熟練度、斜面傾斜、植栽区の形状等、多様な要因が変動しているため、今後はさらなる要因分析が必要である。



次に、夏植えの各苗種の活着率の結果を図 3.10 に示す。

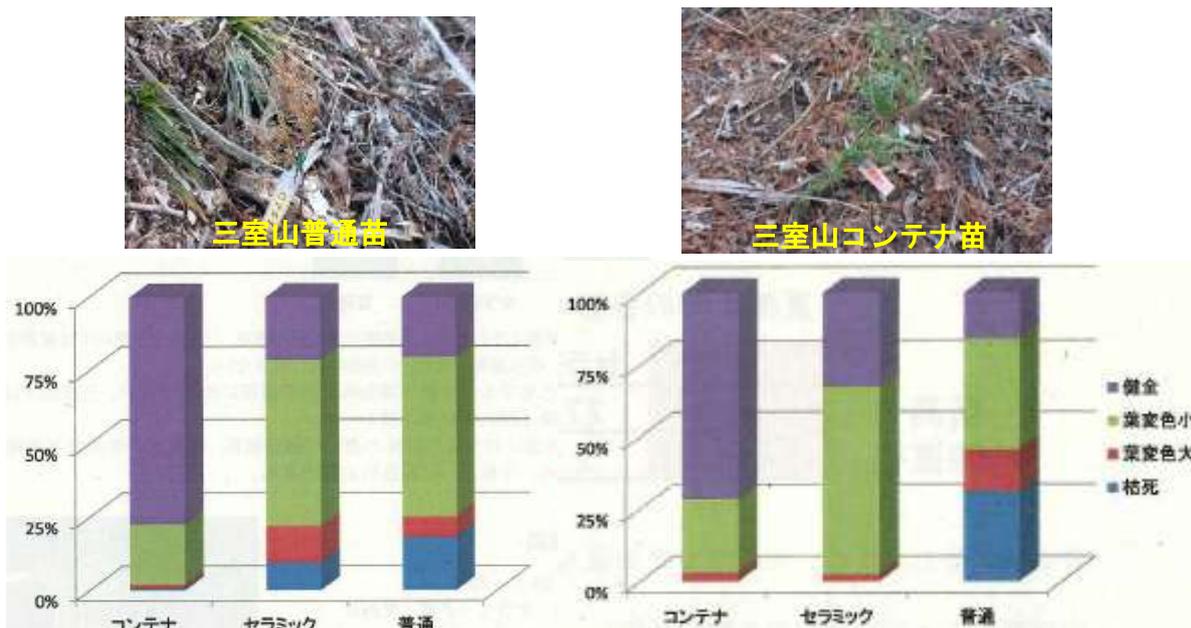


図 3.10 夏植えの各苗種の活着率 (左:三光山、右:三室)

この結果、三光山ではコンテナ苗の健全率が最も高く、枯死個体はほとんどなかった。一方のセラミック苗と普通苗に関しては、健全及び軽微害個体の割合は、ほとんど差がなかったが、枯死個体の割合は普通苗の方が高かった。

他方の三室では、やはりコンテナ苗の健全率が、他の苗に比べて高かった。コンテナ苗とセラミック苗に枯死個体はなかったが、健全個体の割合はコンテナ苗の方が高かった。普通苗は枯死個体が2割強あるほか、障害個体も多く、活着状態は悪かった。

6) 取組の評価点・課題点等

今回の試行は、国内の主要造林樹種であるスギとヒノキを対象に、一貫作業とコンテナ苗等の植栽という低コスト造林等技術を導入した。スギ苗の植栽は茨城県城里町で、ヒノキ苗の植栽は岡山県新見市内の2箇所それぞれ実施した。今回の取組内容について、コンテナ苗は手放しで『優れている』と思われる節もあるが、条件によっては及第となる場合もある可能性が示唆された。表 3.36 にその内容を整理し、他地域への普及の可能性について考察する。

表 3.36 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 急斜面での植栽人工は、コンテナ苗が裸苗より際立って良い訳ではない事が判明	
② 植付コストは普通苗よりコンテナ苗が低コストで有利	
③ コンテナ苗の広範な植栽時期と言われるが、苦手な季節がある可能性の提起	
【課題となる点】	
④ 成長量が今後の継続調査に委ねられている	
⑤ 土壌体積含水率からのコンテナ苗植栽地の適否条件抽出も、今後の継続調査に委ねられている	
⑥ 下刈り手法の違いによる成長量調査も、今後の継続調査に委ねられている	
⑦ ノウサギやシカによる被害の対処が必要	

本取組は、一貫作業とコンテナ苗等の植栽をする低コスト造林等技術の導入に関して、様々なトライアルの網が被せられている。試験地を設定した同じ年度内に、数多くのデータや分析結果が出るのではなく、多面的な分析ができるような調査を設計し、継続的にデータを取得し、それから真相を紐解くものであった。

つまり、関東森林管理局管内の梅香沢では、一貫作業による機械の利用を試みたが、急傾斜地で路網密度が少ない場所では、その効果が小さかった。コンテナ苗もリブ付とスリット付に分類して植栽したが、直後に違いは露見せず、長期間の観察が必要となっている。今回は秋植えのみであったが、春植えと夏植えを実施し、植栽時期を変えた際のデータも取得していく予定である。さらに下刈りも毎年と隔年で調査プロットを分類しているため、来年度以降の取得データの積み重ねが必要である。そして、土壌体積含水率によるコンテナ苗の生育環境の評価も、1回分のデータでは解析ができないため、今後の計測が必要となる。

一方の近畿中国森林管理局管内の三光山と三室では、既に植栽された夏植えと秋植えに加え、春植えも今後実施予定である。また、試行地周辺にはノウサギの食害が多発するため、防除フェンスを設ける必要がある。今後のコスト試算や工期調査には、加害動物に対する防除策を加味した結果が、実際の導入時に有効となる。関西地区を中心にセラミック苗を導入したり試行植栽したりする場面が散見されるが、今後コンテナ苗とセラミック苗のそれぞれの長短を明らかにし、一般利用者が植栽条件によりスムーズに苗種を選択できるように体系化されると、両方の苗の導入が進むと考えられる。

以上のように、今後も継続的にデータ取得がされていく訳だが、林業の現場では低コスト造林等技術の開発・導入が急務となっている。悠長に研究成果を待ち続けるだけでは、持続可能な林業がされない地域がさらに増加する可能性もある。願わくば、有用なかつ信頼度の高いデータを迅速に公表し、林業界に貢献できる技術の早期導入が待たれるところである。