

再造林対策の推進に向けた 現場での取組事例

2022年11月 林野庁

再造林対策の推進に向けた取組事例について

はじめに

主伐面積に対する造林面積の割合は近年約3～4割で推移しており、主伐後の再造林の促進は喫緊の課題です。

林野庁としては、一貫作業システムなど低コスト造林技術の実証を支援してきたところですが、各地独自の取組のヨコ展開も重要であることから、

(1)低コスト造林技術・(2)再造林推進に向けた取組 を紹介します。

紹介事例

(1)低コスト造林技術

- ①伐採・造林事業者が協力して行う一貫作業システム
- ②低密度植栽
- ③エリートツリー等を活用した下刈り回数の削減
- ④苗木運搬、下刈り作業の機械化

(2)再造林の推進 に向けた取組

- ①造林作業の担い手確保に向けた勤務環境などの改善
- ②森林所有者の負担を低減するための造林基金の創設
- ③申請や検査を省力化するドローンを活用した施行地管理
- ④造林に不可欠な種苗生産の効率化

この順で現場での取組事例を紹介します。新たな取組への一助となれば幸いです。

参考

林野庁においても、新たな造林技術等の実証的な取組に対しての支援、再造林の低コスト化に向けたガイドライン作成(※1)や、令和3年度には「新たな森林づくりコンクール」を開催し、森林づくりに関する先進的な取組を全国から募集し、優れた事例を表彰(※2)するなどして展開を行っています。

※1 森林づくりの新たな技術：林野庁

(<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/houkoku.html>)

※2 革新的造林モデル普及業務事例集

(<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/pdf/kakushinzourinmodel2022.pdf>)

林業の採算性向上に向けて(宮城県)

宮城県は再造林を推進するため、伐採から造林までの一貫作業システムの普及や下刈りの省力化に取り組み、一貫作業システムの面積は倍増(26ha(令和2(2020)年)→59ha(令和3(2021)年(※)))し、下刈り面積は35%減(782ha(令和2(2020)年度)→508ha(令和3(2021)年度(※)))となった。 ※造林及び下刈りの面積は暫定値

取組内容

事業体:K森林組合

- ・伐採から植栽まで森林組合が一貫管理し、伐採に使用したグラップルを活用した機械地拵えやフォワーダを活用した苗木の運搬
- ・植栽本数の見直し(3,000本/ha→2,000本/haに低減)
- ・植栽時期を選ばず植栽が容易なコンテナ苗を活用する等により低コスト化、省力化に取り組んだ。

低コスト造林の効果

- ・地拵え・植栽の事業費を**3割減**(約100万円/ha→約68万円/ha)
- ・事業期間の短縮(270日→65日)を達成
- ・労務量低減や作業負荷の軽減に加え、採算性の向上により、この後の森林づくりに必要な費用の確保も期待される。

グラップル地拵え



コンテナ苗植付



取組内容

事業体:M株式会社

- ・一貫作業にあわせて、**低密度植栽**(スギコンテナ苗:1,500本/ha)と**苗木出荷時の忌避剤事前散布による低コスト化**を実施。

低コスト造林の効果

① 所要工数の減少(植付+苗木運搬のみ)

コンテナ3,000本(12.5人/ha(標準単価))と比較し、コンテナ1,500本(7.3人/ha)と**4割減**の効果

② 獣害対策費用の低コスト化

植栽後散布(約22万円/箇所(標準単価))と比較し、出荷前散布(約1万円/箇所)と**9割減**の効果

苗木出荷時に忌避剤を事前散布



コンテナ苗を活用した低コスト一貫作業の取組(奈良県十津川村)

取組内容

事業体:Y森林組合

一貫作業システムにより、スギコンテナ苗と広葉樹コンテナ苗(クヌギ)の再造林(約1ha)を実施。

【作業内容】

伐倒 _ 全木集材 _ 枝払い・玉切り _ 積み込み _ 搬出 _ 苗木運搬 _ 植栽
チェーンソー タワーヤード チェーンソー グラップル ダンプ フォワード ティブル



一貫作業による再造林

低コスト造林の効果

・伐採から再造林まで一貫して作業することで地拵えや苗木運搬などを効率的に行うことができ、労務集約化が図られ、施行コストが削減された。

【通常 90日/ha → 一貫作業 79日/ha **12%減**】

・また、計画の段階から森林所有者の理解も得やすくなることから、施業集約化にも効果がある。



広葉樹コンテナ苗

今後の展開

・低コスト一貫作業システムにより、作業効率の向上や低コスト化が図られることは実証されつつあるなか、多種のコンテナ苗のニーズが高まってきている。

・県研究機関では、未だ知見の少ない広葉樹コンテナ苗(ケヤキ、カエデ類など)の生産技術を検証しており、地域に適合した苗木生産技術を蓄積し、生産者に普及するなど造林の低コスト化につながる取り組みを行っている。

一貫作業システムの取組事例(島根県出雲市)

取組内容

事業体: I森林組合

・スギ裸苗を0.25ha植栽(植栽密度2,000本/ha)

・主伐の素材生産業者と造林・保育を担う森林組合で協定を締結した後、現場ごとの地拵え状況を確認し合うことで現場作業の効率化を図り、再造林の低コスト化に取り組んだ。

【作業内容】

| | | | | |
|--------|-------------------|--------|-------|---------|
| 伐倒 | 集材 | 造材 | 積み込み | 苗木運搬・植栽 |
| チェーンソー | グラップル フェラーハンチャ | チェーンソー | グラップル | 人力 |

低コスト造林の効果

・伐採者と造林者による事務協議と現場協議を繰り返し行うことで、人員や機械の工程調整が図られ、コスト低減に繋がった。

【1,200,000円/ha→1,000,000円/ha (約2割減)】

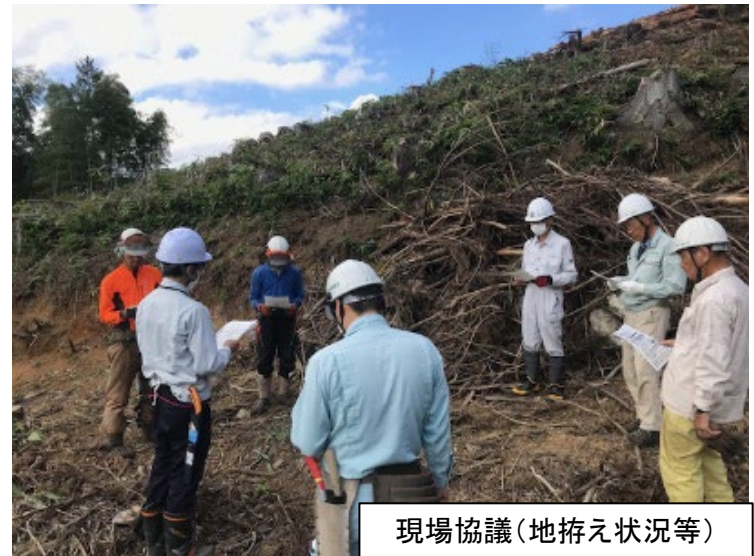
・伐採者が機械やチェーンソーを用いて残材を細かくすることにより、造林者の作業が刈り払いとレーキによる軽作業のみに軽減された。

・苗木の仮植場所を伐採者の機械で耕すなど、建設的なアイデアが提案され、現場における工夫と改善意識が進んだ。

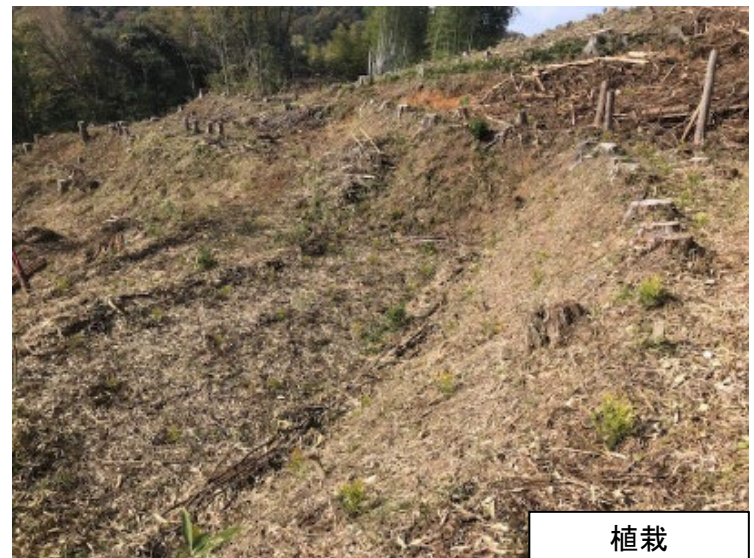
今後の展開

・伐採者が作設する作業道は伐採・搬出に重点を置いており、造林者が効率よく植栽出来ない場合がある。今後は伐採が始まる前に伐採者と造林者が作業道の線形などから意見を出し合う場を設けることで、双方が効率よく作業できる現場づくりに努める。

・他の素材生産業者とも同様の協議を行い、さらなる低コスト化を図る。



現場協議(地拵え状況等)



植栽

主伐-再造林一貫作業における資材運搬および下刈省力化の取組事例(山口県美祢市)

取組内容

事業体: K森林組合

- 主伐で使用したスイングヤーダを用いてシカ被害防護柵を運搬する取組みを行った。
- また、伐採後の残材を現地でチップ化し、スイングヤーダで造林地内に運搬、一定の厚さで敷設した。
- これにより、処理に苦慮する林地残材がなくなったことに加え、チップのマルチング効果による下刈作業の軽減を目指す。

取組の効果

シカ被害防止策の運搬

スイングヤーダ運搬により、人工は半減し、大幅な省力化ができたとともに、作業の軽労化や安全性の向上が図られた。

| | 人力 | スイングヤーダ |
|--------|------------------|-------------------|
| かかった人役 | 0.125 人役/150m | 0.0625 人役/150m |

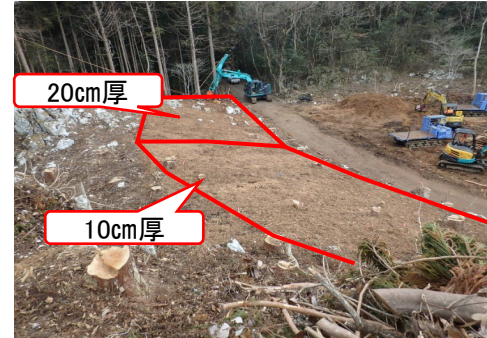
(防護柵150mで重量127kg)

チップ敷設による下刈省力化

チップ化により枝葉の片付けが省力化できた。

今後、下草の繁茂状況を継続的に調査し、チップのマルチング効果を検証する。

| | 区域面積 | 作業時間 | 作業人数 | フレコンバックの運搬回数 |
|-------|------|--------|------|--------------|
| 10cm厚 | 200㎡ | 2時間52分 | 4人 | 25回 |
| 20cm厚 | 200㎡ | 3時間10分 | 4人 | 38回 |

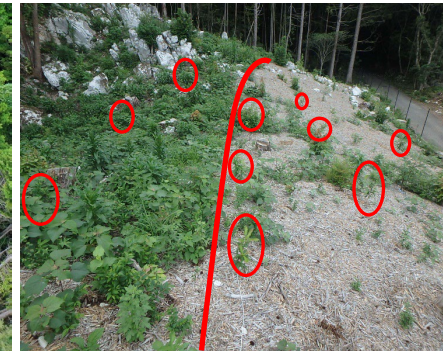
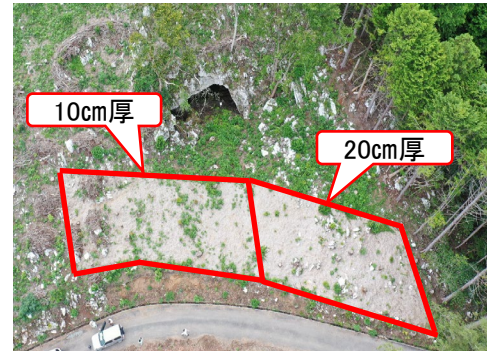


チップ敷設状況(R4年1月)



スイングヤーダによる資材運搬

敷設後6か月



クヌギの2,000本/ha植栽(赤丸)

再造林促進事業による低密度植栽の取組事例(大分県)

取組内容

内 容 : スギ2,000本/ha以下、ヒノキ2,500本/ha以下の低密度植栽を実施した場合に、県森林環境税による15%の県上乗せを実施。
(H22年度～)

実 績 等 : 当該事業のR3実績は、スギが734ha、ヒノキが25haで公共造林事業での再造林全面積の98%を占め、県内では低密度植栽が定着している。

低コスト造林の効果

- ・植栽本数減により、(3,000本/ha → 2,000～2,500本/ha)
- ・13.52人工/ha → 9.01人工/haに減少(歩掛と事業実績から推計)
- ・植栽に要する事業費 100万円/ha → 76万円/haに削減(25.5%減)
- ・その他、植栽本数の減少により、保育間伐等の今後の育林施業に要する経費の低減も見込まれる。

今後の展開

- ・植栽本数の更なる低減のため、既設の超疎植モデル林(1,000～1,500本)における継続的な調査や1,500本/ha以下の植栽の普及啓発。
- ・超低密度植栽に対する新たな上乗せの検討など。



低コスト再造林



鳥獣害防止施設

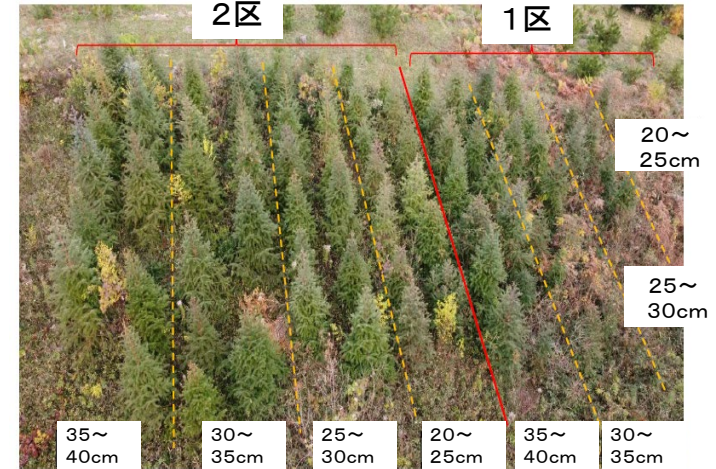
早成樹「コウヨウザン」を用いた下刈り省略の検証(広島県三次市十日市町)

取組内容

- ・早成樹「コウヨウザン」の1年生裸苗を苗木サイズ別に植栽。
- ・その後の成長を計測し、苗木の規格と下刈り回数について考察。
- ・試験地の状況として、4成長期経過後の令和3年11月に空撮した写真を右に示す。

試験地の概要

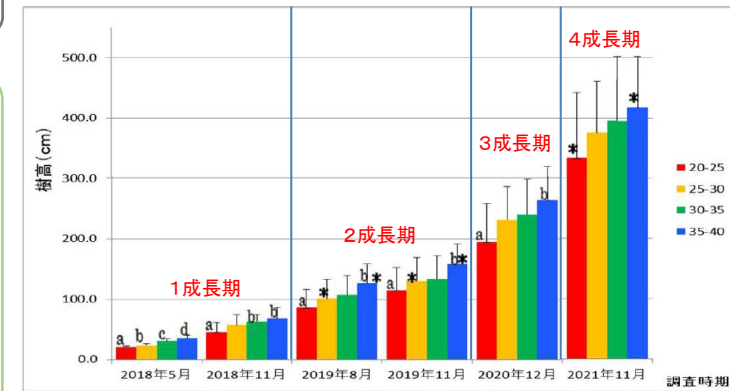
| | |
|-----------|---------------------------------------|
| 植栽地 | 林業技術センター三次市高平試験地 |
| 植栽日 | 2018年4月20日 |
| 苗木 | コウヨウザン実生1年生裸苗 |
| 植栽本数・植栽密度 | 104本 2500本/ha |
| 植栽地の概況 | 南向斜面上部, 弱乾性褐色森林土(クロボク混じり) |
| 忌避剤, 散布日 | コニファー水和剤, 1回目:2018年5月, 2回目:2019年1月 |
| 保育管理 | 全面下刈り:2018年8月17日 |
| | つぼ刈:2018年6月21日(全木), 2019年8月2日(50cm以下) |
| | 蔓切り:2019年8月, 9月, 2020年12月 |



コウヨウザンサイズ別試験地所状況
(令和3年11月30日撮影)

調査結果と考察

- ・25 cm以上の苗木では2成長期の8月時点で平均樹高が1mを超え、3成長期後には平均樹高が2mを超える結果となった。
- ・この試験の結果では、下刈りは2年、多くても3年程度で終わることが考えられ、苗木の規格は、裸苗の場合25cm以上が良いと推察された。
- ・一般的なスギ・ヒノキ造林地では5回ほどの下刈りが必要なことから、下刈りコストの低減に寄与する可能性が確認された。



平均樹高の推移

(エラーバーは標準偏差。各計測時において、異なるアルファベット間に1%水準、*間に5%水準で有意差あり。)

※ 引用: 広島県総合研究所林業技術センター令和3年度研究成果より

今後の展開

- ・広島県内のコウヨウザン造林地の多くの事例を収集し、苗木の規格、下刈りとの関係を調べて効果的な低コスト再造林の普及に努める。

早生樹造林による低コスト化の実証(鳥取県鳥取市)

実証内容

事業体:T森林組合

平成30年度及び令和元年度にコウヨウザンを植栽した施行地で下刈りを実施。

H30植栽(0.79ha、2000~2500本/ha):R元~R3下刈り(3回目)

R元植栽(1.65ha、2000本/ha):R2・R3下刈り(2回目)

同箇所、同時期に植栽したクヌギ造林との下刈り等の保育作業の低減効果、コスト比較を行い普及展開を図る。



H30植栽木と2mポールの比較(平均約3.0m)



R元植栽木と2mポールの比較(平均約1.2m)

実証結果

【平成30年度植栽箇所】

下刈り実施後の令和3年10月末時点で平均樹高が約3.0mであり、令和4年度の下刈りは不要となる見込みであり、従来の5年間下刈りが必要なクヌギ造林地と比較し4割程度のコスト低減が図られる見込み。

・下刈りに要する経費 817千円/ha→471千円/haに42%削減見込み。

クヌギ(H30植):下刈り5回 817千円/ha(1回実績×5)

コウヨウザン(H30植):下刈り3回 473千円/ha(3回実績)

【令和元年度植栽箇所】

セイタカアワダチソウの繁茂等により生長が遅い傾向(平均樹高約1.2m)にある。

(参考)

コウヨウザン(R元植):下刈り3回以上 469千円以上(3回実績+1回以上)

課題・今後の展開

同地域でも植栽環境等により生長に差が出ている。引き続き、他地域も含め比較検証を実施し、植栽適地の把握を行う。また、植栽本数での成長の差の有無等についても分析を行う。

早生樹を活用した低密度植栽の取組事例(沖縄県石垣市)

取組内容

沖縄県が森林環境保全整備事業(国庫補助事業)により、センダンを0.29ha植栽(2,000本/ha)。従来の広葉樹植栽(4,000本/ha)との造林コストの比較や、成長量等のデータ収集を行い、普及展開を図る。

低コスト造林の効果

植栽本数減により、

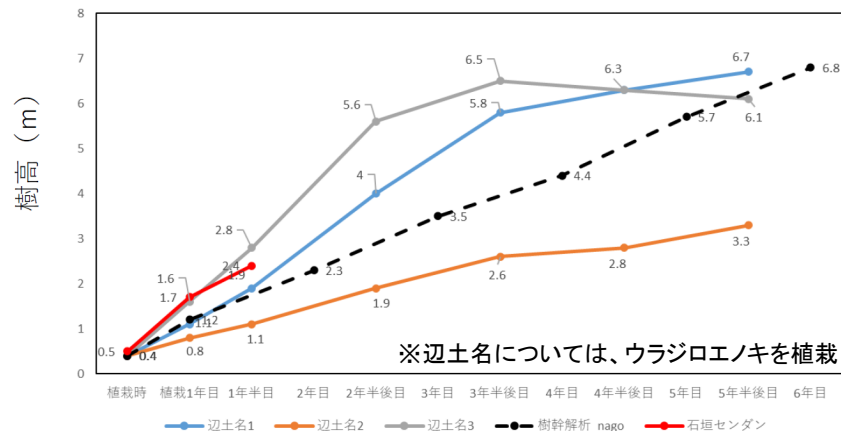
【植付費】 25.0人工/ha→12.5人工/haに減少

【運搬費】 2.0人工/ha→1.0人工/haに減少

【事業費】 4,156千円/ha→2,111千円/haに削減

今後の展開

芽かきを行うことで、成長量にどのような影響があるのか実施区と対照区を設けて比較し、データ収集を行う。



試験区ごとの林齢と平均苗高の関係

令和2年度センダン造林地(全景)
(植栽から1年後)



成長が良い個体
【成長量:3m14cm】
(植栽から9ヵ月後)



特定苗木を活用した低密度植栽の取組事例(香川県高松市)

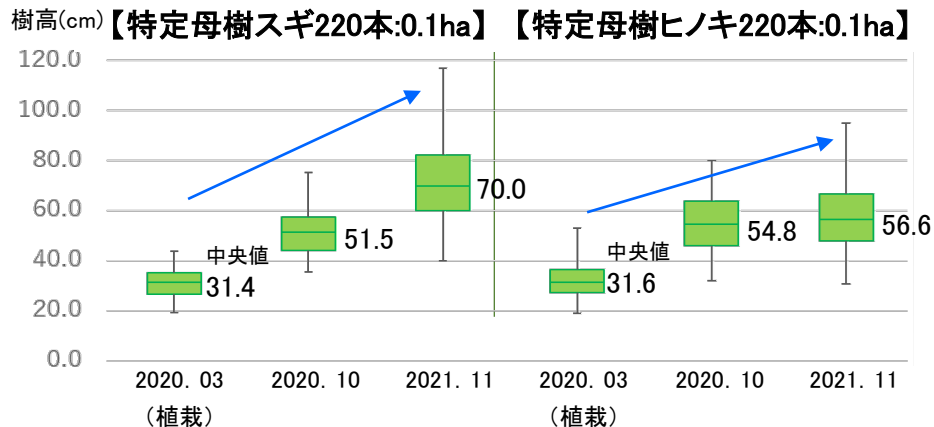
取組内容

特定苗木の現地への適応性や成長量等のデータを収集し、成長特性等の知見を得ることで、低コスト造林の推進に向けた特定苗木の普及拡大を図るため、令和3年2月に四国森林管理局と香川県が、国有林内に造林実証試験地を設定した。

低コスト造林の設定

スギ、ヒノキともに県営**特定母樹採種園由来のコンテナ苗**であり、**植栽密度を2,200本/ha**として、それぞれ0.1haの試験地(人工造林地)を設定した。

【試験地：高松市塩江町 鷹山国有林地内】



今後の展開

- ・香川県において今後の成長調査等を実施する。
また、県営採種園において特定母樹の種子生産に取り組む。
- ・四国森林管理局において、生育に伴う保育作業を必要に応じて実施する。



スギ大苗を利用した造林の取組事例(群馬県高崎市倉渕町)

取組内容

事業体 :I株式会社
 施業面積 :0.46ha 植栽密度:1,700本/ha
 植栽木 :スギ特号裸苗(苗高75cm上、根元径14mm上)
 工夫した点 :刈払い道具・植栽道具の検討、坪刈りの実施

低コスト造林の効果

【植付け時間】

植栽本数減により、
 3000本/ha:12.3人工/ha→1700本/ha:7.0人工/haに減少 (4割減)

<参考:植付け時間(100本あたり)>

①唐鋤:2.2時間 ②電動アースオーガ:6.4時間

*②は不慣れのため4人/組で行ったが、2人/組することで時短可能

【刈り払い時間】

| 方法 | 刈り払い時間(h/ha) | 刈払機(全刈り)との比較 |
|--------------|--------------|--------------|
| 刈払機(全刈り) | 16.0 | - |
| 刈払機(筋刈り) | 12.9 | 20%減 |
| 手鎌(坪刈り) | 21.0 | 31%増 |
| 電動バリカン※(坪刈り) | 15.3 | 4%減 |

※刃長260mm~300mmを使用。振動が少なく、誤伐も減らせるが、耐切創手袋等の安全対策が必要。

今後の展開

- ・獣害防止の徹底(獣害防止柵の見回り)、管理(除草剤散布)
- ・刈り払い時期の検討
- ・下刈りでの除草剤活用
- ・成長量調査



左 上 :造林地
 右 上 :スギ特号苗
 左中央:電動アースオーガ
 左 下 :電動バリカン

早生樹造林による低コスト化の実証(岐阜県恵那市)

取組内容

- ・再造林の低コスト化と林業収益の向上を目的として、早生樹とエリートツリーの導入を図るため、恵那市にてコウヨウザンとスギ(エリートツリー)を植栽した。
生育状況や生育適地の検証を行い、県内における普及の可能性を検討する。
- ・コウヨウザン : 1ha(1,000本/ha)、0.5ha(1,500本/ha)
- ・エリートツリー : 0.4ha(2,500本/ha)
- ・いずれも獣害対策として、単木の防除を実施。

取組結果

【コウヨウザン】

低密度植栽と従来(2,000本/ha)との比較

| | 従来 | 1,500本/ha | 1,000本/ha |
|------------|------|-----------|------------|
| 人工(人/ha) | 38.1 | 35.4(7%減) | 28.5(25%減) |
| 事業費(万円/ha) | 226 | 197(13%減) | 142(37%減) |

【エリートツリー】

従来の施業と植栽密度が同じであるため、植栽までの工程でコスト削減にはつながらなかったが、今後の保育の工程において下刈り期間の短縮等により、コスト削減が見込まれる。

- ・下刈り回数:従来(4回)→エリートツリー(2回) **50%減見込み**

課題・今後の展開

- ・県内において、早生樹の植栽事例は少なく生育について不明な点が多いため、その成長について継続的な調査を実施する。
- ・エリートツリーの生育調査を継続的に実施し、早生樹との生育状況の違いを明らかにしていく。
- ・導入方針を広く県内の林業事業体に周知し、県内での普及を促進する。



手前:コウヨウザン1,500本/ha 奥:コウヨウザン1,000本/ha



手前:コウヨウザン1,000本/ha 奥:エリートツリー2,500本/ha

低コスト主伐・再造林実証林の設置と検証(静岡県全域)

取組内容

- ・静岡県は、H30～R3にかけて県内22箇所に実証林を設置し、低コスト主伐・再造林の実証を行った。
- ・全実証林において検証会を開催し、生産性等の分析・検証・技術指導・安全指導等を行った。

取組結果

- ・実証により、再造林の作業性を考慮した地拵え、エリートツリーコンテナ苗による低密度植栽、1年目下刈り省略、設置と維持管理コストのトータルコストを考慮した獣害防護柵の選定など、再造林の**低コスト化のポイントが明らかになった**。
- ・実証の結果は成果報告会で報告、Youtubeで配信するとともに、**低コスト主伐・再造林 手引き**として取りまとめてHPに掲載、林業経営体に配布するなど低コスト主伐・再造林の普及ツールとして活用している。
(<http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-610/teikosuto.html>)

課題・今後の展開

- ・実証はR3で完了したが、エリートツリー苗木の生育の状況や、下刈りの実施状況等について引き続きモニタリングをしていく必要がある。
- ・ドローンやICT機器など新たな技術の活用により、主伐・再造林の更なる低コスト化を進めていく必要がある。



現地検証会の様子



林業経営体、検証委員、県等による検証会の開催

苗木等の運搬におけるドローンの活用実証(和歌山県上富田町)

取組内容

事業体:株式会社N

スギ・ヒノキ3.00haの植栽地において、資材や苗木運搬に林業用大型ドローン「いたきそ」を活用した際の施業の効率化に関する検証

運搬内容 (獣害防護柵 916m分 (480.7kg) 運搬地点数10ヶ所
苗木 7,620本 (794.5kg) 運搬地点数 5ヶ所)

取組結果

平均運搬時間 (ドローン(実働) 苗木: 1.6分 資材: 2.0分
人力(想定) 苗木:24.1分 資材:25.9分)

- ・運搬に係る「実働時間」だけをみると、ドローンによる運搬時間の短縮率は苗木93%、資材92%と、非常に効率的であった。
- ・ただし、ドローンの事前準備作業を加味した総作業時間で比較したところ、苗木35%、資材25%程度の効率化という結果となった。
- ・また、高低差75m未満程度では、ドローンの優位性が発揮し難いことや、効率化に伴う人件費の圧縮だけでは、ドローンの固定費の回収が困難であることが示唆された。

課題・今後の展開

- ・ドローンに係る固定費を考慮し、年間の運行スケジュールの作成や運搬と植栽の作業の一連性の確保を進めていく予定。
- ・現場の条件や運搬量を加味したうえで、人力での運搬も組み合わせつつ、運搬地点数を検討すること。
- ・ドローンを購入するか、ドローン運搬を他社へ委託するののかの見極めや、人力運搬による「疲労・ストレス」「労働災害」等を加味したうえでのドローンの総合的な優位性の評価を行う予定。



苗木運搬



獣害防止ネット資材運搬

ドローン運搬と人力運搬の比較事例(広島県庄原市東城町)

取組内容

- ・ドローンの運搬効果が低いとされる近距離での効果を実証。
- ・1.4haのヒノキ植栽地(2,000本/ha)を概ね同面積に分割し、**ドローン運搬と人力運搬の作業効率を比較**。
- ・平均勾配は19°、植栽地中央までの運搬距離は124.5m

低コスト造林の効果

運搬方法の比較

| 運搬方法 | 作業員 | 延べ作業時間 | 運搬したコンテナ苗 | 単位時間あたりの運搬本数 |
|------|-----|--------|-------------------|----------------|
| ドローン | 4人 | 240分 | 1,260本 (189kg) | 315本/時※ |
| 人力 | 2人 | 405分 | 1,300本 (195kg) | 192本/時 |

※1回60本を搬送

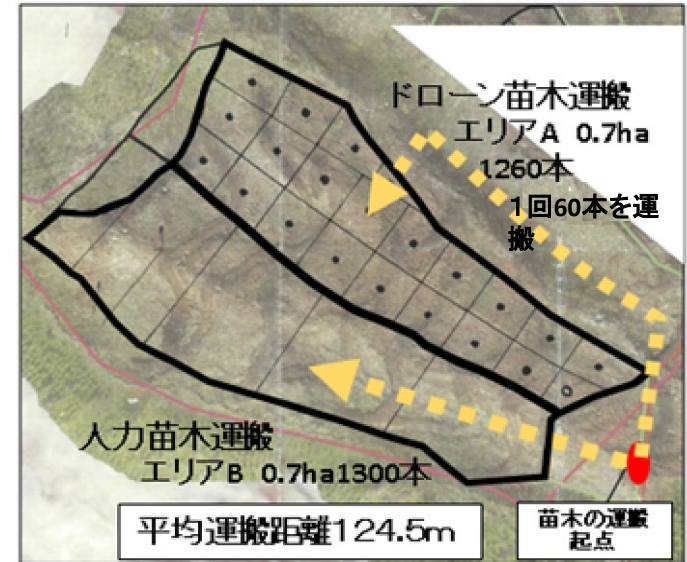
【考察】

- ・ドローン運搬が人力運搬に比べて**約1.6倍の作業効率**、**運搬距離が短くても一定の効果**がある。
- ・作業員からは、**運搬距離が短くても高低差があれば効果がある等の意見**が出た。

今後の展開

- ・現場条件を変えて検証を重ね、ドローン運搬がどのような条件で効率的かを明らかにするとともに、**実証で得られた成果の普及に努める**。

ドローン運搬と人力運搬の比較



人力運搬

ドローン運搬



苗木等の運搬におけるドローンの活用実証(岡山県森林組合連合会)

実証内容

事業体：岡山県森林組合連合会

- ・ヒノキ植栽地4.0ha (3,000本/ha)において、林業用ドローン「森飛(2オペレーションVer)」を導入し、苗木運搬作業の省力化に関する実証を行った。
- ・運搬は、2名のオペレーターで行い、それぞれが視認できる境で操縦者を切り替えることによって、より安全な作業を行った。

機体スペック：最大積載重量10.4kg、最大到達高度300m、
最大飛行距離1,000m



実証結果

- ・高低差150~200m、水平距離500m程度の現場においては、1日で約3,500本のヒノキコンテナ苗の運搬が可能
(コンテナ苗1フライト当たり100本、60フライト/1日)
- ・現場まで徒歩30分、5名(1名当たり100本を運搬)で7時間程度かかるところを4時間程度の運搬時間で終了。更にドローン運搬中にも植栽を実施することで、省力化と効率化を図ることができた。

| 運搬方法 | 作業員 | 運搬時間 | 人時間 |
|--------|-----|------|-------------|
| 従来(人力) | 5人 | 7時間 | 35時間・人 |
| ドローン | 2人 | 4時間 | 8時間・人(77%減) |

- ・風の影響を受けるため、天候によって運搬できる本数が左右される。また、オペレーターから見える範囲の運搬しかできない。等が課題となっている。

今後の展開

- ・岡山県森林組合連合会では、令和4年度から「林業資材ドローン運搬サービス」を事業化。ドローンの導入に二の足を踏んでいる森林組合等をサポートし、造林の担い手不足を補うとともに、造林作業の労働強度低減を図り、新規就業者の定着率向上につなげていこうとしている。

ドローン運搬による低コスト造林の取組事例(兵庫県多可郡多可町)

取組内容

再造林を実施するにあたり施業効率が低くなる急勾配地を含む施業地において、K森林組合が資材運搬が可能なドローン(機種名:森飛(MORITO)、最大積載量15kg)によって、主伐・再造林に必要なコンテナ苗、防護柵(支柱、ネット、アンカー)を効率的かつ安全に目的地へ運搬する取り組みを実施し、造林コストの比較検証を行った。

検証地:【エリアA】20~30°・0.64ha・2500本/ha
 【エリアB】30~40°・1.35ha・2370本/ha

低コスト造林の効果

運搬条件・コスト比較

| エリア | 運搬量※1 | 最大運搬距離(片道) | 高度差 | 人力運搬 | ドローン運搬※2 |
|-----|-------|------------|-----|----------------------------|---------------------|
| A | 629kg | 約170m | 40m | 14.4万円 (6.3人日・2.3万円/日) | < 24.5万円 (3hr/日) |
| B | 978kg | 約240m | 90m | 31.7万円 (13.8人日・2.3万円/日) | > 24.5万円 (5hr/日) |

【要約】

運搬用ドローンはレンタルのため、1日あたりのコストは条件によらず一定のため、発着地点から荷下ろし地点までの運搬量が多い、運搬距離が長い、高度差が大きいなどの条件により、人力運搬工程が10.7人日(24.5万円)よりもかかる場合はドローン運搬の方が低コストとなる。

[例] エリアA: 同一立地条件で 629kg/6.3人 × 10.7人 = 運搬量が1,072kg以上 } のとき、
 エリアB: 同一立地条件で 978kg/13.8人 × 10.7人 = 運搬量が755kg以上 } ドローン運搬が安価

※1運搬した資材

エリアA: ネット10.5kg×9枚、張りロープ6.9kg×18巻、支柱(10本)9.6kg×14束、アンカー12kg×3箱、コンテナ苗(50本)7.5kg×32回

エリアB: ネット10.5kg×11枚、張りロープ6.9kg×22巻、支柱(10本)9.6kg×19束、アンカー12kg×4箱、コンテナ苗(50本)7.5kg×64回

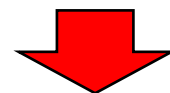
※2運搬用ドローン1日レンタル料(操縦者と荷下ろし手込み)

今後の展開

- ドローン運搬の活用のためには、様々な条件での人力とドローンの運搬コストの事例を蓄積し、ドローン運搬が採算ベースに乗る条件(運搬量、高度差、運搬距離など)を明らかにする必要がある。
- 課題として、ドローン機材の購入費が高価であることも挙げられるが、ドローンの能力が向上(積載重量の増加、バッテリー稼働時間の延長)すれば、苗木に止まらず、端コロや枝条、チェーンソー等、多岐に運搬することが可能になり、活用する施業の幅が広がることから、本格使用が現実的になる。



従来の人力運搬:
運搬量等の条件により、人力運搬コストは変動する。



ドローン運搬:
運搬量等の条件によらず、ドローン運搬コストは一定。(1日で運搬できる範囲内に限る)

低コスト下刈作業方法の検討(群馬県渋川市川島地区)

取組内容

- ・皆伐後の保育作業の費用低減化のため、「リモコン操作式草刈機」を用いた下刈り作業の費用軽減化を検討する。使用した機械は、無線遠隔操作 斜面对応フリーグラスチョッパーSpider「X LINER」及び「ILD01」。
- ・試験地の川島地区周辺は、軽石の採取が行われており、通常の山林と異なり伐根、整地されているため作業条件が良い。

低コスト造林の効果

- ・人力下刈りと比較し、「X LINER」では2.4人工減(約35.5%減)、
「ILD01」では0.6人工減(約8.8%減)となった。

| | |
|---------|------------|
| 人力下刈り | : 6.8人工/ha |
| X LINER | : 4.4人工/ha |
| ILD01 | : 6.2人工/ha |

- ・ILD01は幅が広い機種のため現状の植栽地(3,000本/ha)では、植付け間隔が狭く、機械での作業は困難であった。
- ・2機種ともに切り株や枝条を乗り越えることができないため機械が進入できない場所があった。

今後の展開

- ・現在の植栽密度では機械での下刈りを想定していないことから、下刈りの機械化を見据えた植栽密度や植栽間隔を模索する。
- ・また、切り株、枝葉の条などが作業の妨げとなるため、地拵えの手法について模索する。
- ・利用可能な立地条件(傾斜等)について模索する。



Spider「ILD01」



Spider「X LINER」

ドリルを使用した植栽による低コスト化の実証(愛媛県西予市)

実証内容

事業体:E森林組合

・ヒノキコンテナ苗(エリートツリー)を2.28ha(1000本/ha)、
1.86ha(2000本)、1.88ha(3000本)植栽。

・植栽の際に通常使用する専用の穴掘り機の代わりに、インパクトドライバーに農業用のアースドリルを取り付けたもの(以下ドリル)を使用し、再造林時の労力や、その後の成長を比較する。

実証結果

- ・植栽に係る人工については、専用の穴掘り機を使用した場合とあまり変わらなかったが、**身体への負担が軽減**された。

(植栽に係る人工)

| | |
|----------------------|-----------------------|
| 専用の穴掘り機 | →7.67人/ha |
| インパクトドライバー+農業用アースドリル | →6.57人/ha 14%減 |

- ・専用の穴掘り機では苗木の根の回りが締め固められてしまうところ、ドリルでは柔らかく保たれているため、活着が良くなることを期待。

課題・今後の展開

その後の活着及び成長量について今後追跡し、データ収集を行う。



ドリルによる植栽の様子

造林担い手の確保・育成(和歌山県田辺市)

取組内容

◆株式会社Nは、育林事業を主とした事業体であり、「育林は育人」を社訓として担い手の確保・育成に繋がる様々な取り組みを実行。

①フレックスタイム制6時間勤務、②作業班リーダー(現場責任者)による作業班メンバーの給与査定、③全員の給与明細を全員で共有、④当日の欠席連絡OK、⑤作業員の肉体的疲労を最小限に(大型ドローンの開発と運用等)、⑥社内ベンチャー設立や独立(作業員が複数人集まっての起業も可)の推奨など

◆昨年から、担い手の確保・育成に向けた労働安全の確保にも注力。

①防護ズボンやアンダーウェア等の試着会・講習会の開催

・各メーカーの防護ズボン等を取り揃えた試着会を開催し、個々の体型や好みに合ったものを選定。メンテナンス等の講習も同時開催。

→「安全対策のための義務」ではなく、日常の衣服や靴を選ぶように、楽しみながら選択することで、モチベーション向上と作業の効率化を図る。

→自ら選んだ備品だからこそ、大事にする意識が生まれ、メンテナンス等の知識の実行につながり、その結果、安全性の維持向上に寄与。

②伐倒作業の安全向上研修の開催

・単に資格を得るための研修ではなく、作業員の技術や意識を高めるための独自研修を開催。(和歌山県農林大学校の傾斜伐倒装置を活用)

取組の効果

現場での労働安全が確保され、ストレスが軽減すると共に、作業員同士の仲が深まるなどの効果が得られており、離職率は低い。

(2016年の起業以降、正社員の離職者は1名のみ)

求人を行わなくとも、様々な取り組みが口コミやSNSなどを通じて発信され、毎年の新規雇用に繋がっている。

(新規作業員 R1年度4名、R2年度3名、R3年度4名)



①防護ズボンやアンダーウェア等の試着会・講習会の開催



②伐倒作業の安全向上研修の開催

造林手の確保・育成(F森林組合(佐賀県佐賀市))

取組内容

- ・F森林組合(佐賀県佐賀市)においては、令和3年度から月給制を導入し、職員・作業員に有給休暇を取得することを推進し、働きやすい職場づくりに取り組んでいる。
- ・林業就業体験事業を市から受託し、夏休み期間中に高校生向けの林業就業体験を実施しており、令和3年度は5名の参加があった。
- ・就業体験の効果もあり、直近3年度は新卒者(正職員)を毎年採用しており、離職者は0人である。
- ・このような若者の採用・育成、労働環境整備に積極的に取り組んでいることが認められ、厚生労働大臣から、令和3年10月に森林組合では全国4番目となる「ユースエール認定」を受けた。

取組の効果

- ・有給休暇を取得できるようになり、また、定期的に新卒者の採用があることで職場の雰囲気明るくなった。
- ・直近3年度は新卒者(正職員)を毎年1名採用しているが、離職者はいない。

先輩職員が若手職員と打合せする様子



「岩手県森林再生機構」の取組(岩手県(岩手県森林組合連合会))

取組内容

- ・H28年、県は、「低コスト再造林推進事業費補助」にて県森連等の再造林促進のための基金設立準備に向けた取組を支援。
- ・H29年、**県森連等(林業・木材産業8団体)**が「**岩手県森林再生機構**」を設立し、H30年度から**再造林経費の助成**を開始。

【協力金】

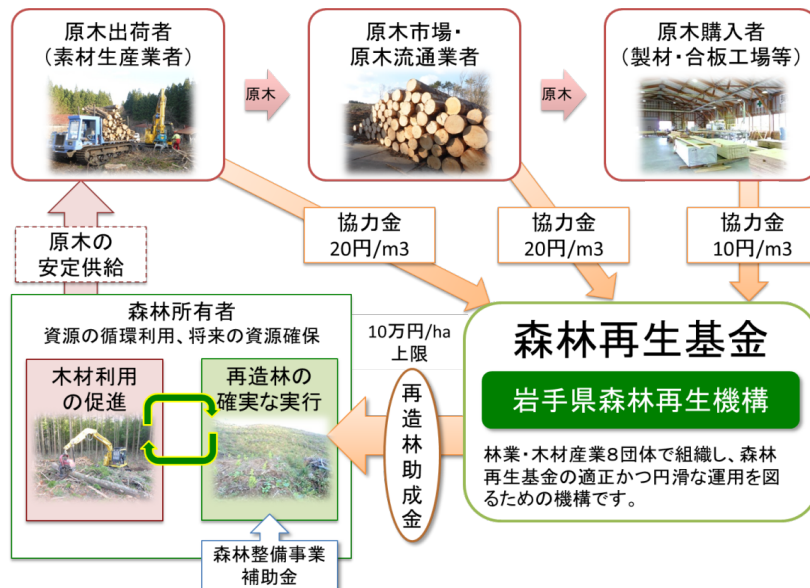
機構の構成員から原木の取扱量に応じ**10~20円/m³**

【助成の要件】

- ①**低密度植栽**、②**機械地拵**、③**コンテナ苗の使用と低コスト造林**を行う場合、**10万円/ha**を上限とし、**再造林経費を助成**

取組の効果

- ・川上から川中の関係主体が、再造林に向けて協力金を出し合うことを通じ、将来にわたる森林資源の循環利用について、理解が醸成された。
- ・**H30年度からR3年度の4年間で計1,217haの再造林経費を助成**し、森林所有者の負担軽減を図った。
- ・岩手県森林再生機構の取組もあり、**県内の再造林面積は年々増加**している。(R3実績: 993ha)



1 基金収入実績

| 年度 | 協力金 | 寄付金 | 合計(万円) |
|--------|-------|-----|--------|
| 平成29年度 | 333 | 45 | 378 |
| 平成30年度 | 2,892 | 80 | 2,972 |
| 令和元年度 | 3,175 | 55 | 3,230 |
| 令和2年度 | 2,995 | 73 | 3,068 |
| 令和3年度 | 3,195 | 70 | 3,265 |

2 助成実績

| 年度 | 助成対象面積(ha) | 助成額(万円) |
|----------|------------|---------|
| 平成30年度 | 100 | 767 |
| 令和元年度 | 198 | 1,464 |
| 令和2年度 | 418 | 2,939 |
| 令和3年度 | 501 | 4,100 |
| H30~R3合計 | 1,217 | 9,270 |

造林事業等資金預り金制度の取組事例(北海道)

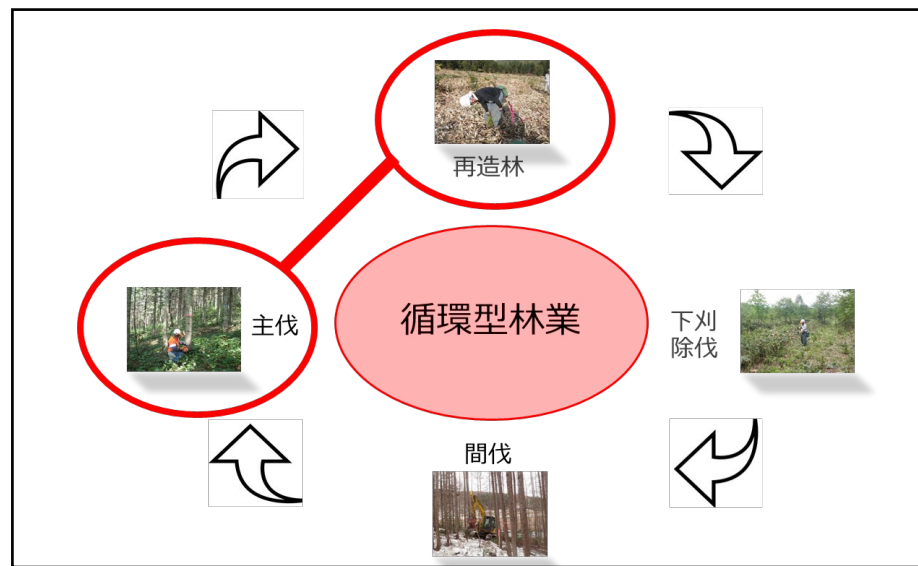
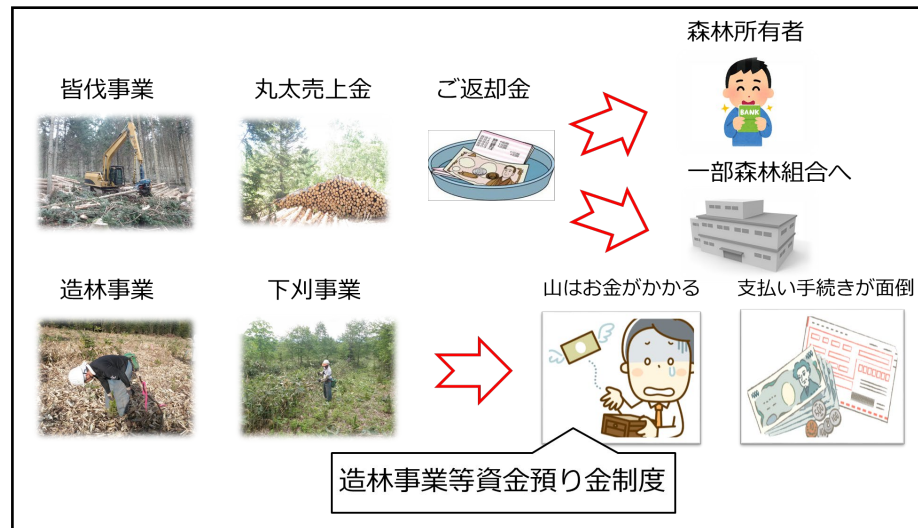
取組内容

事業体: T森林組合

- ・組合独自の「長期ビジョン」を平成26年に作成し、循環型林業の確立に向けた取組を推進している。
- ・取組の一環として、丸太売上の返却金から、造林、根踏、下刈、除伐に掛かる約10年生までの想定費用(約20万円/ha)を森林組合に預けてもらう「造林事業等資金預り金制度」を創設し、森林所有者の負担感軽減の取組を通じて、安定的な造林事業量を確保している。

取組の効果

- ・ T森林組合において主伐している森林所有者からの理解が得られ、預かり金制度を活用することで、「伐ったら植えて育て、伐期が来たら伐ってまた植える」、循環型林業の推進に寄与。
- ・ T森林組合の実施する主伐のすべてで再造林を実施。



(2) 再造林推進に向けた取組事例: ①担い手確保 ②造林基金等 ③ドローンによる施行地管理 ④種苗生産

再造林推進基金の造成取組事例(青森県)

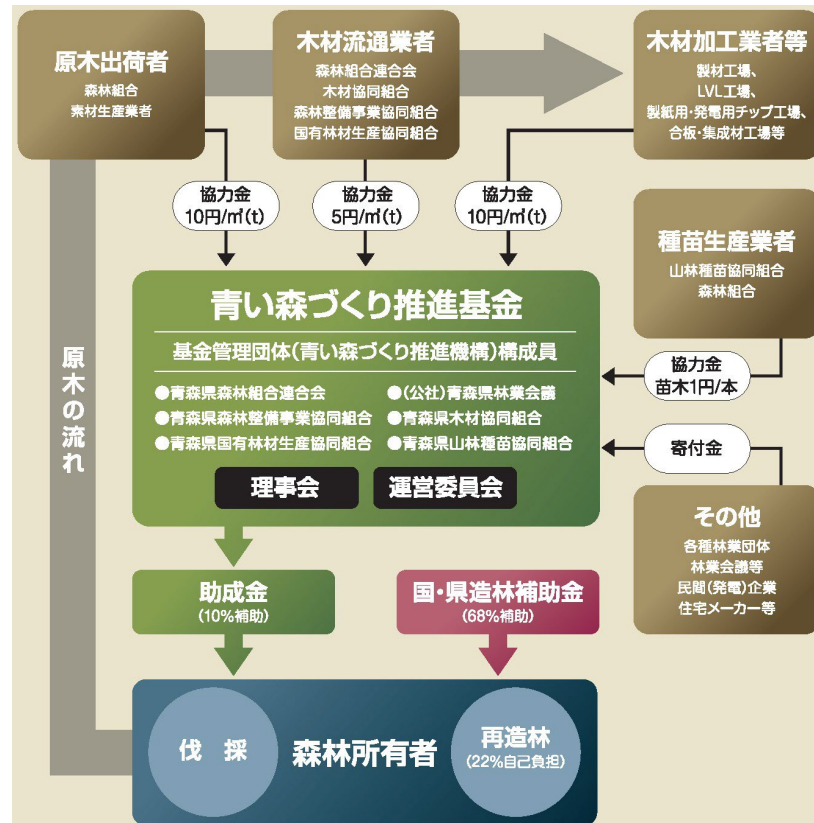
取組内容

- ・県森林組合連合会等、6団体を構成委員とした「青い森づくり推進機構」をR元年度に設立。
- ・原木出荷者、木材流通業者、木材加工業者、苗木生産業者からの協力金等により基金を造成。
- ・低コスト施業による再造林及び下刈に対し助成金を拠出(造林補助金に対する10%の嵩上げ補助)。

取組の効果

再造林に係る所有者負担の軽減に加えて、川中・川下の再造林に対する理解が醸成された。

事業スキーム



○協力金及び寄付金徴収実績

| 年度 | 金額 (千円) |
|-----|---------|
| H30 | 8,153 |
| R元 | 11,642 |
| R2 | 12,652 |
| R3 | 13,979 |

○協定締結実績 (R4.3.31現在)

| 区分 | 締結者数 |
|---------|------|
| 原木出荷者 | 47 |
| 木材流通業者 | 5 |
| 木材加工業者 | 14 |
| 苗木生産業者 | 1 |
| その他(寄付) | 6 |
| 計 | 73 |

○助成実績

| 年度 | 件数 | 助成対象(ha) | 金額 (千円) |
|-------|----|----------|---------|
| R3助成金 | 18 | 下刈り | 207.38 |
| | | 植栽 | 165.88 |
| | | | 19,121 |

「釜石地域森林整備基金」の取組(岩手県釜石市(釜石地方森林組合))

取組内容

- ・事業体: 釜石地方森林組合と岩手県森林組合連合会
- ・平成28年7月、日本製鉄株式会社北日本製鉄所釜石地区(以下「日本製鉄」という。)に納入する木質バイオマス燃料の販売手数料の一部を積み立てて基金を造成。
- ・この基金を活用し、**再造林を行う森林所有者に助成金を交付**することで、**経済的負担をなくし、地域の再造林を進め、持続可能で健全な森づくりを促進している。**

【積立額】 **木質バイオマス燃料の販売量1トンあたり平均150円**
(日本製鉄に対する販売計画量 4万トン/年 程度)

【基金高】 **約6,000千円/年**

取組の効果

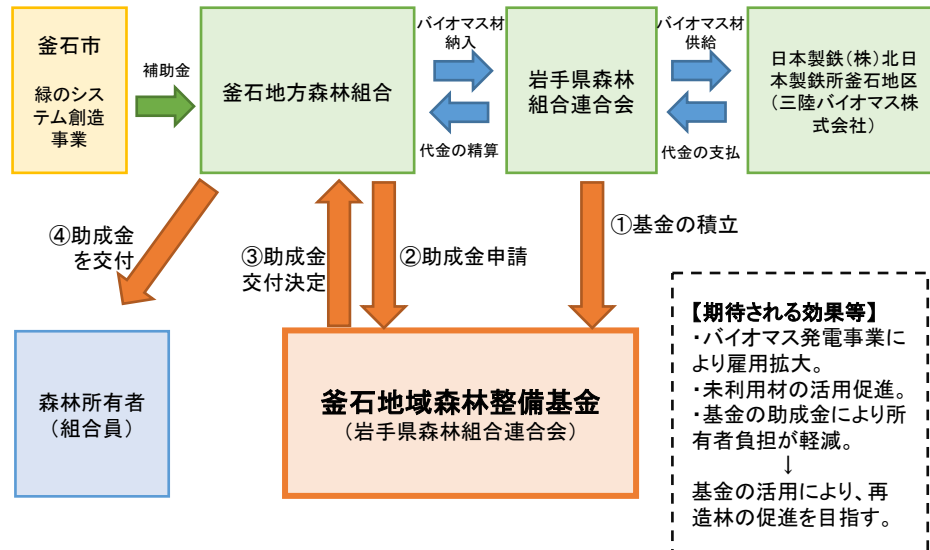
- ・ 再造林(造林、下刈り、シカ柵)等の補助事業に基金を活用した助成金を嵩上げすることで、**実質、所有者負担がなくなり、再造林が推進された。**

【基金活用実績】(平成29年～令和3年)

森林整備面積 : 192ha
助成金 : 18,117千円

- ・ 平成29年5月に発災した林野火災被害地(被害面積約413ha)について、令和3年度に、復旧が必要と判断された約217haの森林の復旧が完了した。市が植栽まで行い復旧した森林は、森林所有者に返還されたが、令和4年度以降の保育作業(下刈り等)に対しても、基金を活用した助成金を嵩上げするなど、当基金は森林の早期復旧に寄与している。

釜石地域森林整備基金事業のスキーム



秋田県再造林推進協議会の設立と基金の創設(R4~)(秋田県)

取組内容

・循環型林業の基礎となる再造林推進のため、令和3年6月に、川上から川下までの業界5団体による「秋田県再造林推進協議会」が設立され、「あきた未来へつなぐ造林運動」を展開。

【事務局】 秋田県森林組合連合会

【構成団体】

秋田県森林組合連合、秋田県木材産業協同組合連合会、秋田県素材生産流通協同組合、秋田県山林種苗協同組合、森林労連秋田県協議会

・令和4年度より、森林所有者支援のため、構成団体や賛同企業からの拠出金等で基金を創設することとしており、6月の協議会総会にて決議予定。

・造成された基金は、協議会独自の所有者支援の原資にあてられ、県事業との協調支援が行われている。

期待される取組の効果

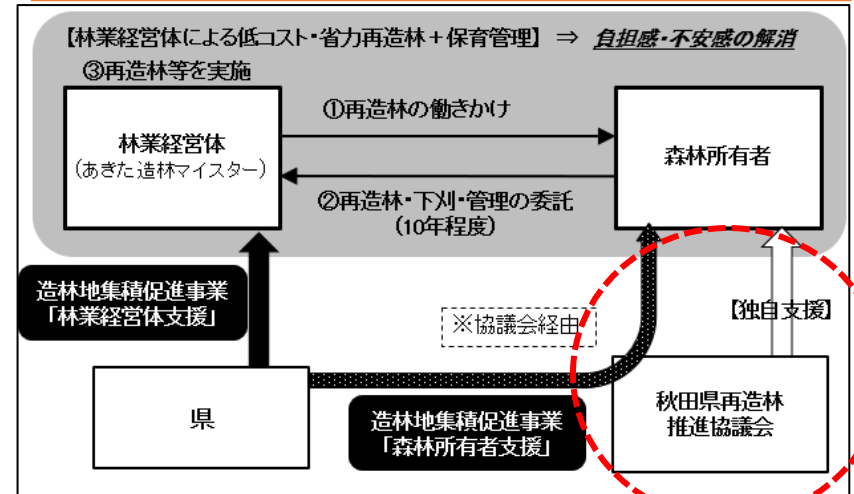
・県内の林業・木材産業に携わる者が循環型林業のための再造林の重要性を認識し統一した方針により、行政と連携した再造林対策を推進することができる。

・基金による独自支援により、再造林にかかる所有者の経済的な負担感の軽減により造林意欲が喚起され、再造林推進につながる。

設立総会(R3.6.14)



林業経営体への造林地の集積 【造林地集積促進事業】



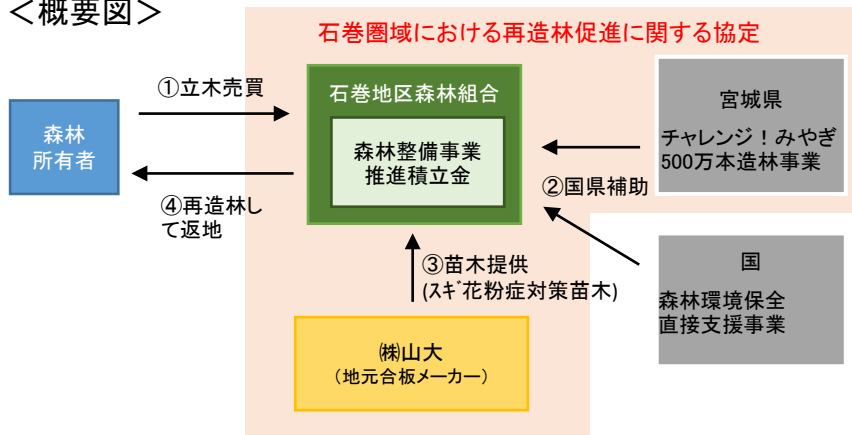
(2) 再造林推進に向けた取組事例: ①担い手確保 ②造林基金等 ③ドローンによる施行地管理 ④種苗生産

石巻地区森林組合の森林所有者へ「植えて返す」取組(宮城県石巻市)

取組内容

石巻地区森林組合が、森林所有者(組合員)から立木買い取りした森林について、各種補助事業(国庫・県単)・助成金制度等を活用して伐採跡地を再造林して返地することで、造林未済地の解消を支援する取組

<概要図>



<実績>

| | R2 | R3 |
|----------------------------|------|------|
| ②チャレンジ!みやぎ500万本造林事業助成額(千円) | 336 | 357 |
| ③苗木提供(本) | 800 | 840 |
| ④再造林面積(ha) | 0.40 | 0.42 |



植栽状況



山大(株)より提供されたスギ花粉症対策苗木



協定植樹式

取組の効果

- ・森林所有者の再造林に掛かる費用負担の削減
- ・森林資源の維持増進及び保育等に関する業務量の確保

再造林推進のための民間基金の創設事例(新潟県)

取組内容

- 新潟県森林組合連合会が主導し、森林所有者の再造林経費の負担軽減を図るための「ふるさと越後再造林基金」を令和4年3月に創設。
- 木材供給者(森林組合等)、木材流通者(県森林組合連合会)、木材需要者(合板工場、バイオマス発電事業者)が木材取引量に応じた協力金を基金に積立て、再造林に対して10万円/ha(裸苗の場合は5万円)支援する。

取組の効果

- 本基金の創設により、令和4年3月に県が策定した「新潟県森林・林業基本戦略」にも方針づけられている主伐・再造林の推進に向け、森林所有者の負担軽減と気運醸成が図られている。

ふるさと越後再造林基金 R4年3月24日設立

森林所有者の再造林経費の負担軽減を図るため、県森林組合連合会が主導して林業関係団体・企業などの民間協力金を募って基金を造成し、再造林経費に支援していくもの。

【R4～】県産材の供給～流通～需要までの関係者が、木材取引量に応じた協力金を基金に積み立てる。この基金を取り崩しながら、再造林経費に対し10万円/ha等を支援する。



※基金事務局(県森林組合連合会)では、製材工場等にはたらきかけ、基金への協力者を増やしていく意向

再造林基金の造成の取組事例(ふじのくに美しい森林(もり)づくり緑の基金(静岡県))

取組内容

- ・森林所有者等が行う主伐・再造林の経費負担を軽減することにより、再造林の確実な実行と持続的な林業経営を確立し、持続可能な社会を実現していくことを目的として、基金を設立。
- ・協力金拠出者は、**県下大規模合板製造業者をはじめ、主旨に賛同した一般企業も参画。**
- ・**10万円/haを上限に再造林に対して基金から支援金を交付している。(令和3年3月～)**
- ・**令和3年7月からは、状況に応じて上乗せ金額を加えることにより、PR効果が得られ、申請実績が増加した。**

【事務局】 静岡県森林組合連合会。

【基金管理・運営委員会】

(公社)静岡県林業会議所・静岡県木材協同組合連合会・
静岡県山林種苗協同組合連合会・静岡県森林認証推進協議会・
静岡県



植栽の様子



獣害対策にも利用

取組の効果

- ・再造林にかかる所有者負担の軽減が図られ、県内森林所有者・事業者の再造林意欲が向上し、再造林が推進された。

・実績

| | R2 | R3 |
|-----------|------|-------|
| 再造林面積(ha) | 1.72 | 12.05 |

森林づくり基金を活用した皆伐再造林の取組事例(鳥取県)

取組内容

・平成31年3月に川上・川下の林業・木材産業やバイオマス発電等、主伐に関わる事業者が負担金を出し合い「鳥取県森林づくり基金」を創設し、皆伐後の再造林に必要な植栽経費等を助成する取組を開始。

・R4から新たに市場・苗木の各関係事業者が参画し、取組の裾野が拡大中。

【事務局】 鳥取県森林組合連合会

【構成団体】 素材生産業者等28団体

【R4基金造成見込額】 17,671千円

【基金積立対象】 皆伐再造林の現場のみ

【基金積立単価】 210円/m³・t(苗木事業者は8円/本)

【助成金】 再造林に対し、21万円/ha

取組の効果

- ・森林づくり基金助成金と再造林経費9割までの県嵩上げ支援
→所有者負担実質ゼロでの再造林を推進中。
- ・所有者の実質負担がないことから、造林未済のリスク軽減に寄与。

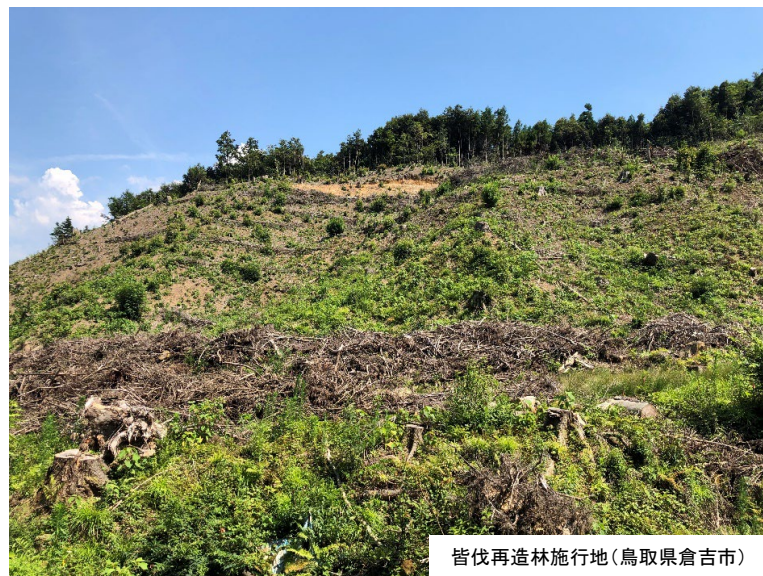
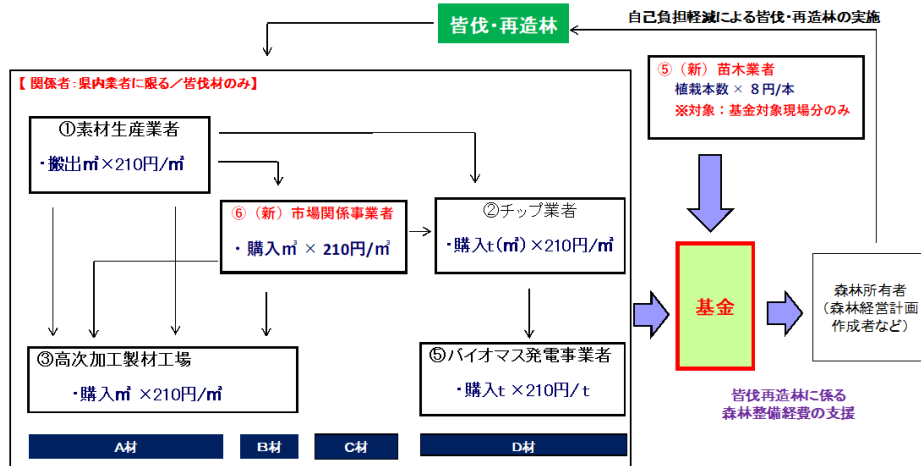
(参考) 助成金を活用した再造林の推移

(単位: ha)

| 区分 | R1 | R2 | R3 | R4(見込み) |
|-------|----|----|----|---------|
| 再造林面積 | 18 | 36 | 77 | 80 |

再造林の着実な実施(R1 → R4 4倍の伸び)

鳥取県森林づくり基金事業の概要



皆伐再造林施行地(鳥取県倉吉市)

再造林基金の造成の取組事例(岡山県森林組合連合会)

取組内容

- ・岡山県森林組合連合会(以下「県森連」という。)では、県下3箇所にある木材共販所を通じて県産材の安定供給を図るとともに、**再造林下刈りに要する経費を独自に支援する「皆伐、再造林促進支援事業」を、会員の森林組合と連携して平成27年度から実施している。**
- ・対象森林
森林組合が、皆伐によって生産した原木を、**県森連の木材共販所で一定量(250m³/ha)以上販売した森林**
- ・助成額(令和4年度から増額)
【再造林】**120千円/ha以内**
※ドローン活用の場合: 150千円/ha以内
【下刈り】**70千円/ha・年を5年間**
- ・財源
県森連が「皆伐・再造林促進支援基金」を設置
対象森林から生産された原木を販売した場合、**県森連が同基金へ1m³当たり300円を負担金として拠出(令和4年度から増額)**するほか、**令和4年度から、県森連で取り扱う県産材認証合板の売上に対し1枚当たり30円を負担金として拠出**
また、**造林用山行苗需給安定基金と連携し事業費の助成を受ける**とともに、**企業等からの賛助金も募ることとしている。**



植栽の様子



ドローンによる苗木運搬

取組の効果

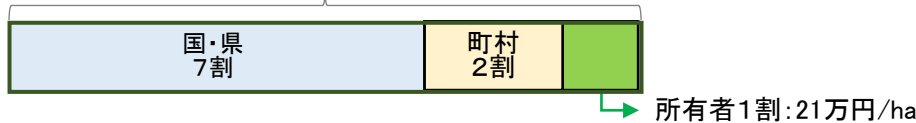
- ・再造林にかかる所有者負担の軽減が図られ、再造林が推進された。
- ・令和4年度からドローンを活用した場合の助成額が増額されたことにより、苗木・資材運搬作業等の省力化が図られ、造林作業班の負担軽減に繋がることが期待される。

再造林の長期受委託契約による取組事例(長野県M森林組合)「再造林10年保証制度」

取組内容

- 各年契約で下刈りや除伐を実施し、その都度、費用を支払うことは、所有者にとって負担に感じて途中で施業が放棄されるリスク。
- M森林組合においては、主伐で得られた収入から21万円/haを森林所有者に負担してもらうことにより、地拵え、植栽(2,500本/ha)、下刈り5回、除伐までの10年間の施業を森林組合が行っている。

10年間の造林・保育の総事業費: 200万円/ha



- 総事業費を低く抑えられるよう工夫。
- 賃金上昇や補植は組合が負担。獣害や自然災害がない限り、所有者は一定額で済む契約にすることで再造林のハードルを低くした。

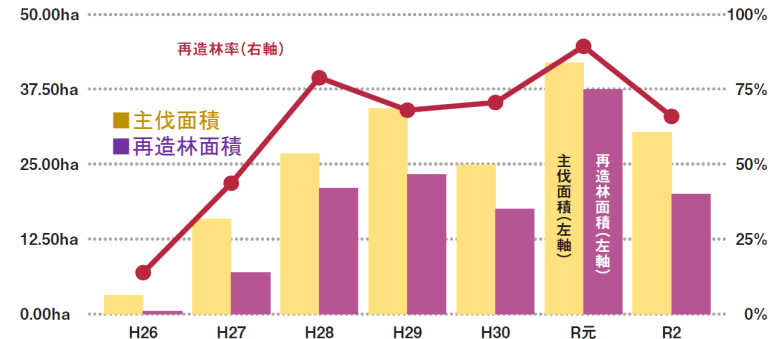
取組の効果

- 再造林面積の増加のほかに、10年以降の施業も長期受託契約することで、経営の安定化にも期待。



植栽の様子

M森林組合 主伐・再造林の実施状況



H28から
「再造林10年保証制度」開始。
造林面積アップ!

「植林・保育基金」の創設による再造林推進に係る取組事例(山口県阿武町)

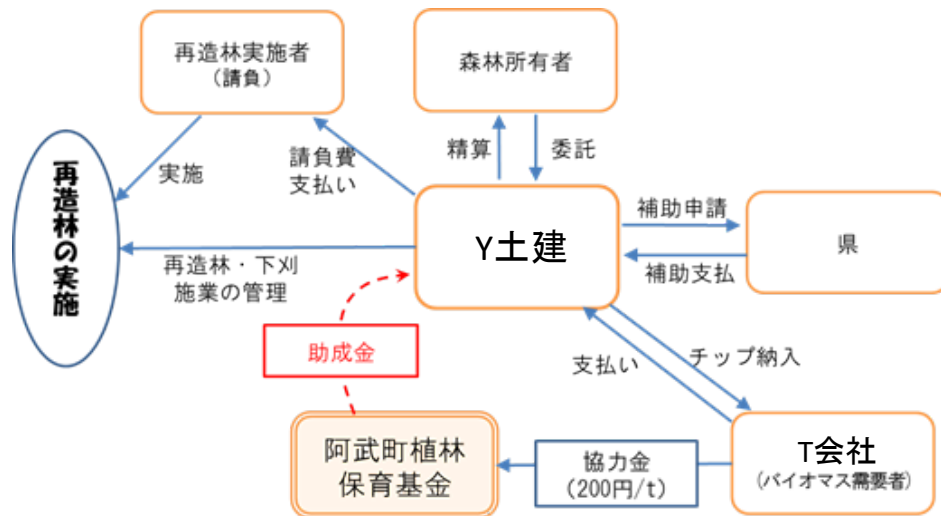
取組内容

- ・平成30年10月、山口県阿武町のY土建が中心となり、**森林資源循環**に向け、「阿武町植林保育基金」を創設
- ・森林所有者の負担を無くすことで、伐採後、再び木を植える循環を生み出し、持続可能な林業経営を目指す

【基金の仕組み】

- ・バイオマス燃料として「T会社」がY土建から買い取ったチップの量に応じて、1トンあたり200円を積み立て基金を造成
- ・当該基金からの助成金と、国・県補助金を活用することで、森林所有者の費用負担を無くし、再造林を推進

《阿武町植林保育基金フロー図》



取組の効果

- ・当該基金の創設により、森林所有者の金銭的な負担が軽減されるとともに、**再造林・下刈りの事業量確保により、雇用を創出**
- ・将来的には、林業従事者の処遇改善につながることを期待

(参考) 当該基金を活用した再造林の実績

| H30 | R1 | R2 | R3 |
|--------|--------|--------|--------|
| 4.30ha | 8.62ha | 6.12ha | 5.54ha |



↑ 主伐・再造林一貫作業の実施状況

阿武町植林保育基金を活用した初めての主伐・再造林事業地

業界協力や企業による基金造成等の取組事例(大分県)

取組内容

①森林再生基金

林業・木材産業関係者からの協力金による「森林再生基金」により、**低コスト再造林(2,000本以下/ha)に対し、1haあたり5万円以内の支援**を実施。(H22～)

②タマホーム基金(寄付金)

花粉の少ないスギ苗木による再造林の推進のため、タマホーム(株)・森林再生機構・大分県の協定に基づく寄付金を活用し、**県の定める少・低花粉スギ苗木による再造林への支援**を実施。(H29～)

③新栄合板基金(寄付金)

ヒノキ苗の再造林を推進し、持続的なヒノキ資源の安定供給に貢献するため、新栄合板工業(株)・森林再生機構・大分県の協定に基づく寄付金を活用し、**ヒノキ造林に対する支援**を実施。(R2～)

取組の効果

・再造林放棄地の減少

715ha(H18) → 207ha(H25) → 123ha(R2)

・再造林率の向上

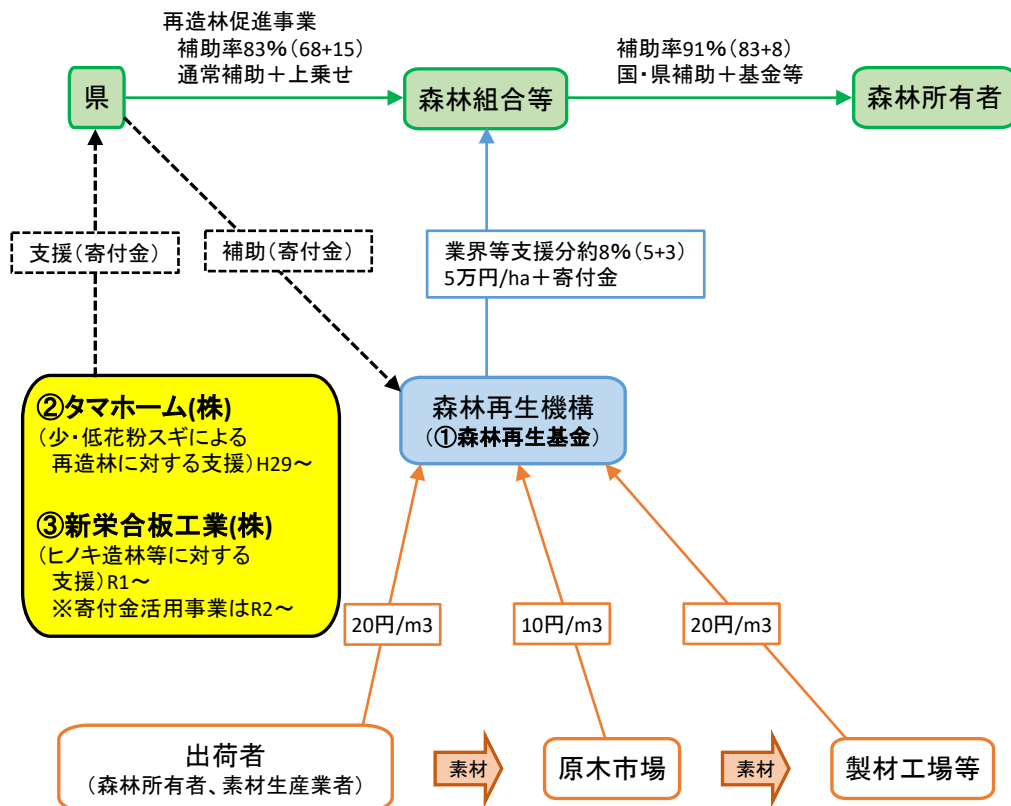
51%(H22) → 73%(R2)

・低コスト再造林の定着(※)

53%(H21) → 76%(H27) → 98%(R3)

※再造林面積に対する疎植造林の割合

(スギ2,000本以下/ha、ヒノキ2,500本以下/ha)



森林再生機構(基金)の設立の概要

- H20.11 再造林放棄地問題等に関するプロジェクトチームの立ち上げ
- H21. 2 再造林支援システム研究会の設立
- H21. 6～ 関係団体との意見交換
- H22. 3 大分県森林再生機構の設立(県森連に事務局設置)
- H22. 4 大分県森林再生機構(基金)発足

リモートセンシング技術を活用した苗木位置情報の把握(北海道下川町)

実証内容

- ・下川町がカラマツコンテナ苗4ha(1515本/ha)の植栽地においてオルソ画像を用いて作成した植栽地の境界ポリゴンと地形データから机上で植栽プランを作成。
- ・作成した植栽プランを基に、ヘルメットに搭載したRTK-GNSSを活用し、表示デバイスに次の植栽地点までの方向と距離を表示させ、植栽予定地点の20cm以内の範囲まで誘導、植栽地点を記録できる「植え付けナビ」を開発・実証。
- ・植え付けナビを使用し植栽した箇所と従来型の間縄を使用し植栽した箇所を分け、作業工程の比較検討を行った。

実証結果

| | 従 来 ※ | 実 証 |
|-----------|--------|------------------------------|
| 地 拵 え | 5人/ha | 4.0人/ha |
| 植 栽 | 7人/ha | 4.2人/ha(コンテナ苗) (植栽位置記録込み) |
| 空撮・プランニング | — | 1.1人/ha |
| 植栽位置誘導 | — | 0.5人/ha |
| 合 計 | 12人/ha | 9.8人/ha 18%減 |

※ 農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業(実用技術開発ステージ)研究紹介2016 先進機械を活用した伐採・造林一貫システムによる低コスト人工林管理技術の開発より(地拵え:通常バックホウ+補正刈) (植栽:裸苗ha2500本)

課題・今後の展開

- ・今回は与えられた植栽エリア内を単一の作業員で完成させる必要があり、実作業を想定すると複数作業員間での情報の共同利用が課題となる。植栽位置記録により将来の下刈り作業への活用が期待される。
- ・下刈り作業機の自動化は今回取得した植栽位置情報を活用し最短で実現に近づけることができる。
- ・取組概要を取りまとめ、道内の森林組合等へ普及していく。

植付けナビ



机上で作成した植栽プラン



植付けナビによる植栽



従来型の間縄を使用した植栽



造林地におけるドローンの活用実証(栃木県佐野市岩崎町)

実証内容

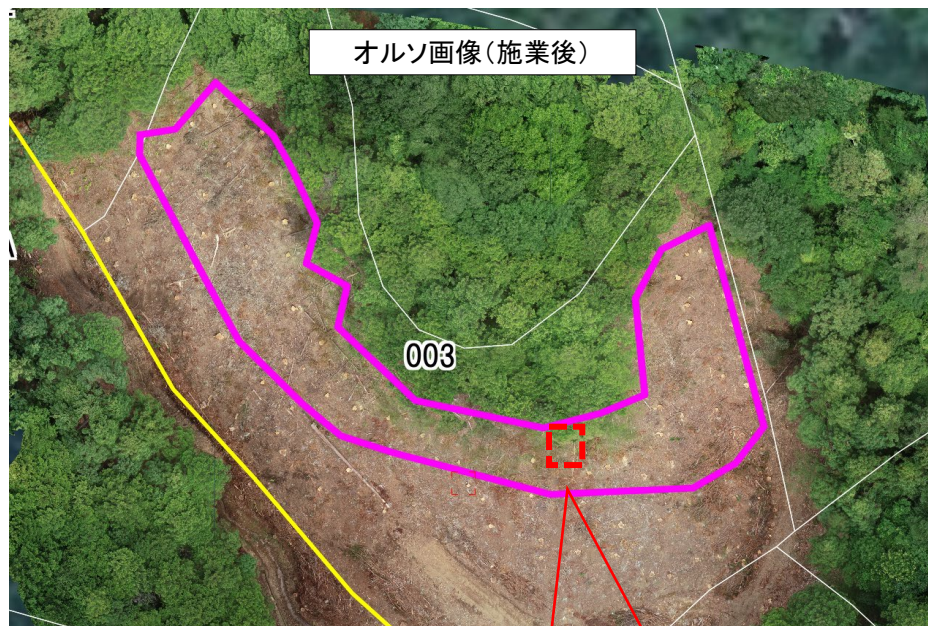
H株式会社が、ヒノキ0.11ha(3000本/ha)の植栽地において、Phantom4pro(ドローン)とPix4Dmapper(ソフトウェア)により作成したオルソ画像を活用して、施行地の面積計測、写真管理を実証した。

実証結果

- ・オルソ画像による計測面積と実測面積の差はなかった。
- ・作業効率の削減効果
(人工数 : 0.57人 → 0.40人 **(30%減)**
所要時間 : 3.00時間 → 2.45時間 **(18%減)**)
- ・従来の周囲測量や現場写真の撮影が不要になり、実働時間及び所要人数が削減された。
- ・施業区域を歩かなくて済むため、作業効率だけでなく、作業者の**労働負荷の大幅な軽減と高い安全性**が確保された。

課題・今後の展開

- ・今回は小面積かつ地形条件も良好な施業地であったが、今後はより効果が期待できる、規模が大きく急傾斜地等の条件が悪い事業箇所において、本手法を活用していく。
- ・作成したオルソ画像は位置情報付き画像のため、本事業後も自社GISで管理し広く活用していく。



造林地におけるドローンの活用実証(茨城県大子町)

実証内容

事業体 : D森林組合

実証地 : スギコンテナ苗の植栽地 1.28ha (1800本/ha)

内容 : ドローン(mavic2 pro)の自動航行による空中写真撮影後、画像解析ソフト(Metashape)を使用してオルソ化し、GIS上での面積測定や施業実施状況の確認を行った。

実証結果

・ドローン利用と実測との比較

| | ドローンを利用した測量 | 実測 | |
|------|-------------|--------|-------------|
| 面積測量 | 1.27ha | 1.28ha | 差0.01ha |
| 所要時間 | 約1時間30分 | 約4時間 | 62%減 |

・画像上で確認できた事項:

施行範囲、面積、植栽木の位置・間隔、地拵え状況

・オプションの3D GISシステム (Assist Z)を導入したことで、一定高度(地上高70m)での自動航行による撮影が可能となり、画像の品質や座標値の精度を高めることができた。

・今回導入した高性能PCと画像解析ソフトを活用することで、大面積の施行地でも高速で画像処理することが可能となった。

課題・今後の展開

・人材育成には経費と時間がかかることが懸念されるが、現場の若い作業員に技術を習得させていきたい。

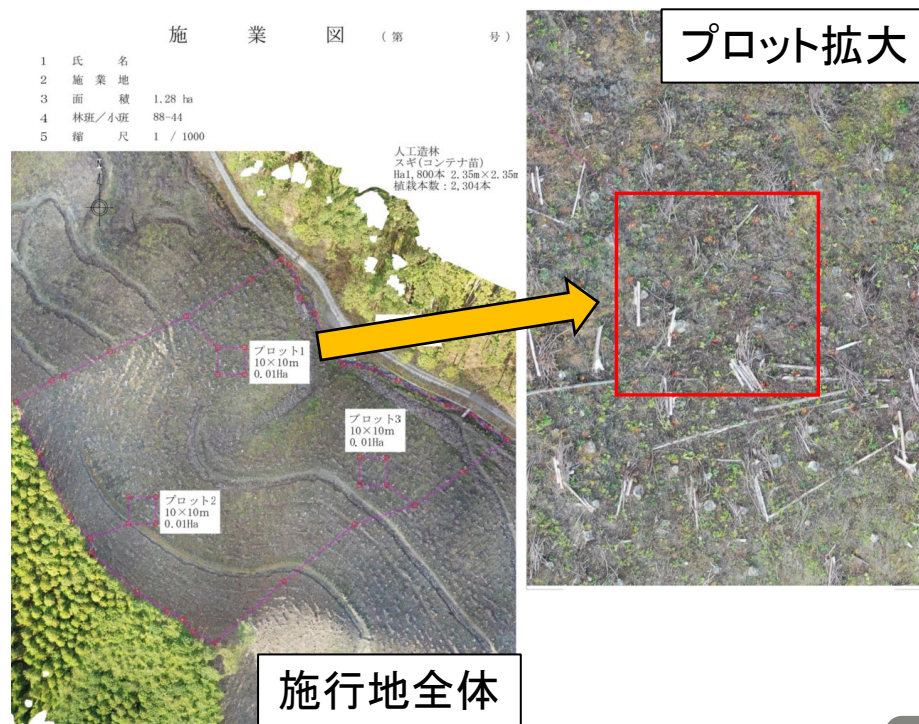
・補助金申請に係るオルソ画像の提出について、画質や面積の精度等の基準が示されると取り組みやすい。



ドローンによる写真撮影の様子



オルソ化の様子



下刈り施行地におけるドローンの活用実証(栃木県鹿沼市)

実証内容

事業体:(有)T林業

- ・スギ(3年生)3.63haの下刈り施行地において、Phantom4pro(ドローン)とPix4D(ソフトウェア)を活用し、面積測量及び事業管理を実証した。
- ・飛行は自動操縦により行い、対地高度70~100mで撮影を実施した。

実証結果

・所要時間の比較

従来(デジタルコンパスによる周囲測量と写真管理)→9.0時間

本事業(ドローンによる撮影、オルソ画像作成等) →2.43時間(73%減)

- ・ドローンによる撮影は、急傾斜地や崩落跡地など立ち入りに危険が伴う箇所を安全に確認することが可能。

→作業員の**安全確保と労働負荷の軽減**の点でも非常に効果的。

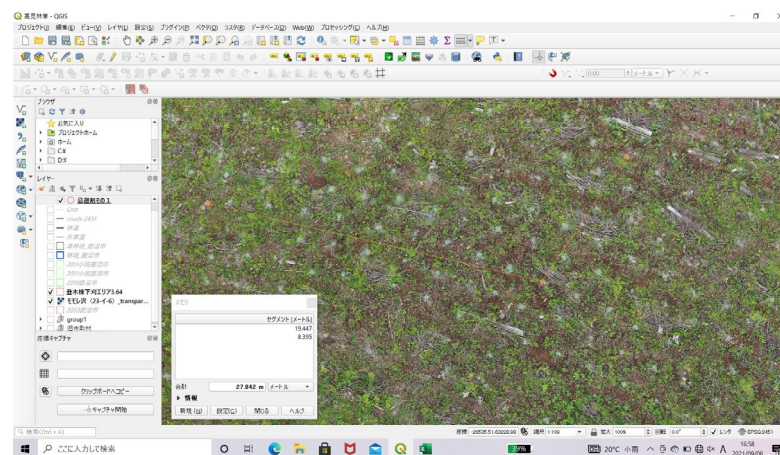
- ・オルソ画像において、忌避剤を散布した苗木を十分に認識できた。

課題・今後の展開

- ・高圧電線などの飛行に支障を生じさせる構造物や、鳶などの大型鳥類による襲撃などに影響を受けることがあるため、安全な飛行には更にノウハウを集積させていく必要がある。
- ・生成されたオルソ画像は、GIS等で管理することで測量のみでなく樹冠解析や作業道設計、林班界の確認などにも有効に活用することが可能であるが、データ容量が大きく、申請者と県との間でどのようにして情報共有をすべきかについて検討が必要である。
- ・急峻地形における自動飛行には、飛行プランの作成に時間を要することに加え、立木に接触して墜落する事象が発生した。飛行プランの設定手法を再考することに加え、手動操縦による代替が可能かを検討する必要がある。



植付け箇所の3Dモデル



植付け箇所のオルソ画像
(白い物は忌避剤散布された植栽木)

造林地におけるドローンの活用実証(山口県萩市)

実証内容

事業体: A森林組合

スギとヒノキの計1.00haの植栽地において、Phantom4 PRO(ドローン)とMetashape(ソフトウェア)を活用し、施行地の面積測量、地拵え状況、植栽した苗木の判別、枯損状況の確認を実証した。

実証結果

・ドローン測量とコンパス測量との比較

| | ドローン測量 | コンパス測量 | |
|------|--------|--------|---------|
| 面積測量 | 1.03ha | 1.00ha | 差0.03ha |
| 所要時間 | 47分 | 120分 | 58%減 |

・オルソ画像による状況確認

地拵え状況 : 林地残材集積状況が判断でき、可能であった。

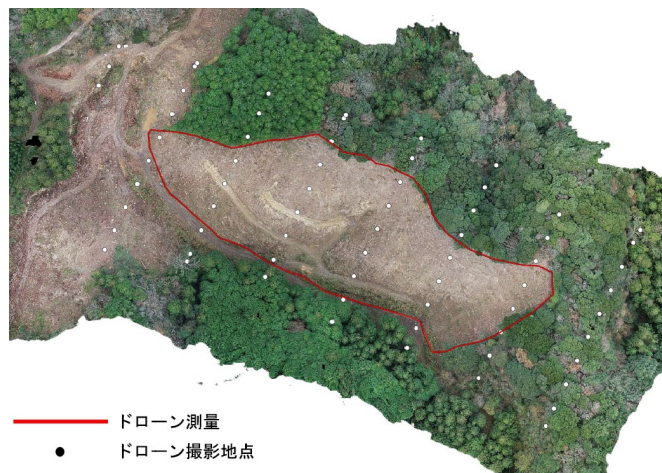
植栽木及び枯損状況 : 高度130mで撮影したオルソ画像、高度15mで撮影した写真ともに判別することができなかった。

課題・今後の展開

- ・現地の状況把握のため主伐前に飛行させた際、開けた場所がなくドローンの離発着ポイントの設定に苦慮した。植栽直後は上空が開けており、容易に飛行できるが、継続的な管理のためには、樹木が生長しても離発着可能なポイントをあらかじめ設定する必要がある。
- ・植栽木の確認の際、ドローンを低高度で飛行させる必要があるが、このためには、対地高度設定可能な飛行ソフトと高い飛行技術が必要となる。
- ・現地の状況や所有者塚の判断が必要な場合などでは実際に山を歩き、他の方法で測量するなど使い分けが必要。
- ・今後は、ドローンやGNSS測量など、それぞれの現場にあった方法で測量を実施し、出来る限り情報のデジタル管理に取り組んでいく。



ドローン飛行状況



オルソ画像

造林地におけるドローンの活用実証(徳島県海陽町)

実証内容

事業体:T機構

- スギコンテナ苗1.35ha(2,000本/ha)の**植栽地**において、Inspire2(ドローン)とMetashape(ソフトウェア)を活用し、施工地の面積測量や施業(植栽本数や防護柵の支柱設置状況等)の確認。
- 画像を活用し、作業員への指示やドローンによる進捗管理等を実証。

実証結果

ドローン測量と実測との比較

| | 面積測量 | 防護柵延長 | 面積測量の人工 | 面積測量の所要時間 |
|--------|--------|-------|--------------|-------------|
| 実測 | 1.40ha | 434m | 2人工 | 1日 |
| ドローン利用 | 1.35ha | 439m | 0.5人工 | 0.5日 |
| 差 | 0.05ha | 差5m | 75%減 | 50%減 |

- 実測範囲1.40haから、オルソ画像により0.05ha除地を検出した。
- 画像活用により作業員への指示を明解に行うことが可能であった。
- ドローン・ソフトウェアの初期投資は高額ではあるが、機構で実施する造林事業地が年間約120haあるため、早期のコスト回収が可能である。

課題・今後の展開

- 画像のデータ容量が大きく、実績報告などデータの受け渡し方法が課題である。
- オルソ画像上で苗木の確認が難しいため、現地で苗木に目印を付けるなどの工夫が必要である。
- 施業範囲や防護柵設置位置を現場作業員に伝えるために、オルソ画像や施業図を背景に位置情報を表示させるアプリケーションを現場技術者に普及したい。



ドローン操縦の様子



ドローンにより撮影した画像

造林地におけるドローンの活用実証(宮崎県東諸県郡綾町)

実証内容

事業体：M森林組合

スギコンテナ苗2.00ha(1600本/ha)の**植栽地**において
Phantom4proRTM(ドローン)やMetashape(ソフトウェア)を活用し、施行地の
面積測量における従来方法(コンパス及びトータルステーション)との比較を実施。

実証結果

ドローン等による測量と従来との比較

| | ドローン等 | 従来方法 | |
|--------|--------|--------|-------------|
| 面積測量 | 2.00ha | 1.98ha | 差0.02ha |
| 測量(外業) | 0.5h/人 | 9.0h/人 | 96%減 |



ドローン操縦の様子

課題・今後の展開

・安全性の向上

急傾斜地の森林に入り測量を行う従来方法に比べ、ドローン等を活用した測量方法は森林へ立ち入ることなく行えることから、安全性の向上という観点からも積極的に活用していく。

・ドローン操縦者の育成等

ドローン操縦者の育成のため、各種団体が開催している講習などに積極的に参加し、操縦技術を取得する必要があるとともに、関係法令(航空法等)についても知識を深めていくことも必要。

・今後の展開

計測されたデジタルデータを森林GIS等に反映させ、森林整備事業の申請・検査業務、森林調査、長期施業委託管理等に利活用していくことで、省力化・効率化を図っていく。



作成したオルソ画像

造林地におけるドローンの活用実証(宮崎県東臼杵郡美郷町)

実証内容

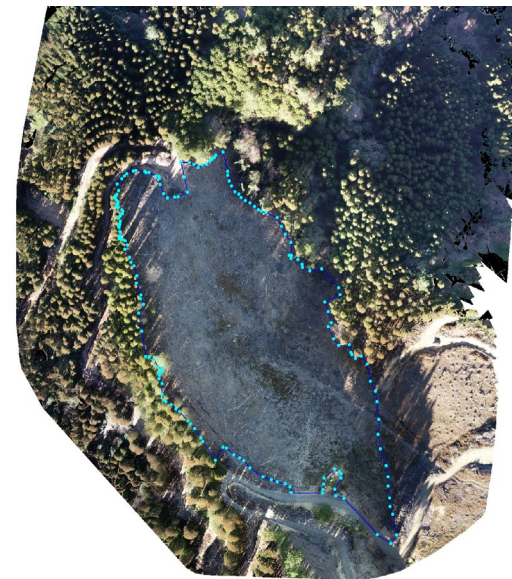
M森林組合がスギコンテナ苗1.70ha(1800本/ha)の植栽地において、Phantom4pro(ドローン)やPix4D(ソフトウェア)、AssistZ(ソフトウェア)を活用し、施行地の面積測量、森林整備事業の申請・検査用務におけるデータの取得について、従来方法(コンパス及びレーザー測量)との比較を実施。

実証結果

- ・実施面積測量の差異(ドローン等による測量と従来方法): 0.003ha(同一率: 99.82%)
- ・所要時間における比較

| | ドローン等による測量 〔A〕 | 従来方法 〔B〕 | 増縮減率 〔(A-B)/B〕 |
|----|---------------------|-------------|-------------------|
| 外業 | 撮影 0.75h/人 | 測量 | -75% |
| 内業 | データ解析・整理 3.50h/人 | 製図等 | +75% |
| 合計 | 4.25h/人 | 5.00h/人 | -15% |

※ドローンでの撮影した画像データの破損、気象条件等により再度現地に赴いての撮影や、データの修正を要することを考慮した場合、今回の検証結果の差は容易に縮まると予想される



課題・今後の展開

・技術的課題

ドローンの飛行では不測の事態が生じた際には、知識と操作技術がないと対応できない。また、画像処理では、エラーに対応する知識が求められる。

・施行管理における課題

詳細な境界や除地の設定をオルソ画像だけで判断するには相当な経験を積む必要がある。また、植付状況の確認するためには、苗木に目印を付ける必要があり、加えて、相応の解像度を持つカメラを搭載させる必要であり、導入コストの負担増となる。

・今後の展開

周囲測量は伐採前に見積り・契約を行うため、従来方法により実施している。

伐採後に再度、ドローン等による測量作業を行い、造林検査に使用することは、労務の負担が増加すると考えられるが、本事業の実証結果の優位性を踏まえながら、現場に応じた使い分けをし、効率的に対応していきたい。

コンテナ苗の生産の取組事例 (秋田県秋田市)

取組内容

事業体: A株式会社

導入概要

| | |
|-------------------|-----------------------------------|
| R3補助事業 (既整備施設) | 育苗施設1棟(389m ²)、苗採取機1台 |
| H30補助事業 | 育苗施設1棟、散水装置、 培土圧入機兼穴開機1台 |
| R元自力導入 | 育苗施設1棟 |

- ・大手合板メーカーのA株式会社ではH30年度に補助事業でコンテナ苗生産施設を導入し、翌年度からスギ、カラマツのコンテナ苗生産を開始。
- ・R3年度は34千本の出荷量であったが、規模拡大を図ったことにより、4年度は188千本分を播種。
- ・出荷時の苗抜き取り作業を、人力から補助事業で導入した苗採取機に替えたことで作業時間が半減。

1時間あたり 400本 → 800本
100本あたり 15分 → 7.5分
苗採取機 1台65万円程度

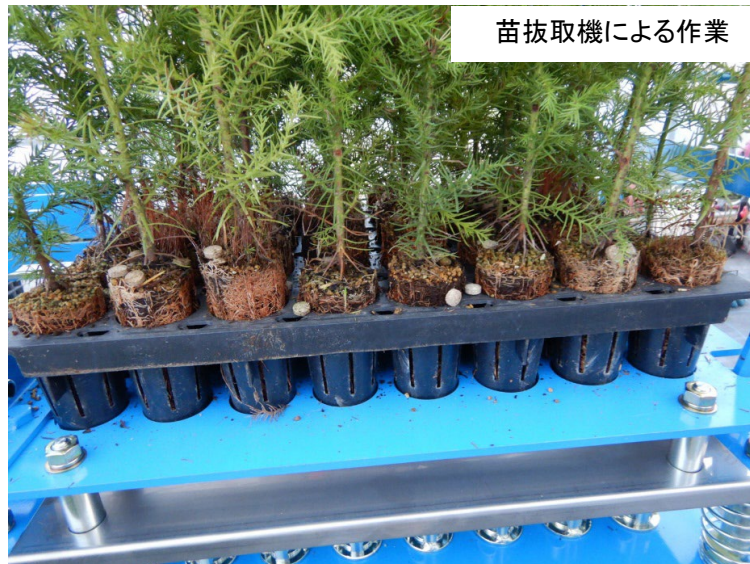
今後の課題・展開

- ・発芽率の向上。
- ・海岸部に生産施設があるため、風への対策が必要。
- ・安定的な供給のための連絡調整、情報収集の実施。

育苗施設全景



苗採取機による作業



閉鎖型採種園の取組事例(静岡県)

取組内容

- ・静岡県西部農林事務所育種場において、特定母樹同士の確実な交配を行うため、平成28年度から平成30年度までに28棟の閉鎖型採種園を造成した。
- ・閉鎖型採種園内で生産する種子はすべて特定母樹の種子である。
- ・閉鎖型採種園内では、根圏制御栽培法[※]を導入し、従来の採種園に比べ短期間で種子生産を可能にした。
 - ※コンテナ等に母樹を植えて、根の広がりを制御し、かん水を調整することで、早期に種子を実らせる技術。
- ・スギ種子は平成30年から生産している。
 - ・母樹を植えた当年から種子の採取が始まり、3年目には従来型採種園の3倍弱の収穫があった。
 - ・発芽率は従来型採種園で2割のところ、閉鎖型採種園では3割程度となっている。
- ・ヒノキ種子の生産も令和3年度から始まっている。

今後の課題・展開

- ・ヒノキ種子生産技術の確立。
- ・系統別の着花特性の解明。
- ・施設の維持管理費の縮減。



閉鎖型採種園と、根圏制御栽培法で使うコンテナ



人工交配の様子。

人工交配など、費用のかかる作業を可能な範囲で省力化予定

育苗施設の取組事例(宮崎県日向市)

取組内容

事業体:M森林組合

整備内容

| | |
|------|-----------------------|
| 育苗施設 | 10棟 (防草シート、排水施設、苗棚含む) |
| 散水装置 | 1式 |

- ・穂木は組合が山から自力で採取し、挿し付けを実施。
- ・その他、認定特定増殖事業者がエアざししてカルス化したスギ穂を森林組合が Mスターコンテナに移植し育苗する取組も実施しており、これらにより年間11万本を生産。

<参考:エアざしのメリット・デメリット>

メリット

- ・安定した高い発根率
- ・発根確認が容易
- ・年間を通じた苗木生産が可能

デメリット

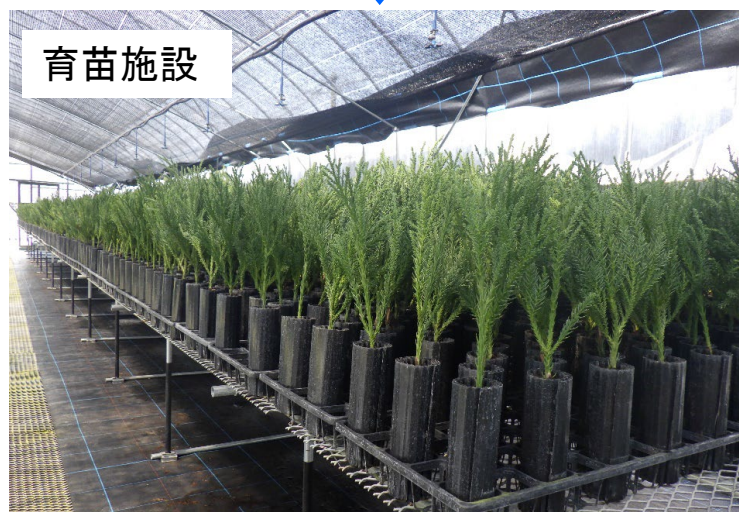
- ・散水施設の整備が必要
- ・カビ・腐敗が発生する可能性

今後の課題・展開

- ・種苗生産及び育苗施設を維持管理するための人材確保。
- ・分業による苗木生産の効率化を図る。
- ・自力での苗木の一貫生産を目指す。
- ・穂木採取から発根させる等の生産技術の伝授により、担い手を育成する。



エアざし



育苗施設

母樹埋雪による無花粉スギの簡易な交配(山形県)

取組内容

事業体: 山形県森林研究研修センター

無花粉スギの種子を生産するためのヘテロ花粉との交配を、ビニールハウスや交配袋を使用せず、雪を利用した簡易な方法で実施。

【概要】

- ・無花粉スギの母樹を果樹用コンテナで育成する。
- ・降雪前にコンテナごと母樹を横伏させる。
- ・春まで雪中に横伏させたまま、**籾殻とブルーシートで被覆し、無花粉スギの雌花の開花を空中花粉飛散が終了するまで遅延させる。**
- ・花粉飛散が終了したら、母樹を直立させ、雌花の開花を確認する。(例年4月中旬に直立させている。)
- ・開花が始まったら人工花粉散布(SMP)を2回以上行う。

【母樹埋雪のメリット】

ビニールハウスなどの閉鎖系方式や袋掛け交配と比較して55~74%のコストダウンが図られる。また、施設周辺の除雪や雪囲いが不要になり、大幅な省労力化につながる。

今後の課題・展開

- ・1コンテナ当たりの採種量の検証、発芽率、受粉率のデータ集積を行い、近年の異常気象に伴う寡雪年の対応を検討する必要がある。
- ・無花粉スギ苗木の生産者を確保し、無花粉スギの普及を促進する必要がある。
- ・外部花粉のコントロールを低コストで行えることから、無花粉スギ種子生産に限らず、特定母樹等への対応も検討していく。



横伏させた無花粉スギの母樹



雌花の開花確認

コンテナ苗生産の省力化の取組事例(埼玉県)

取組内容

全国的に普及するコンテナ苗の生産作業工程を見直し、コンテナに直接播種することで省力化した。

実施者 : 埼玉県

事業名 : 地方単独事業

取組内容 : 全国的に普及する生産工程を次のとおり見直したほか、マルチキャビティコンテナを、より安価で単木毎分離可能なロングポット・トレーに変更した。

【普及型】 播種→除草→コンテナへ移植→出荷

【省力化】 ポットへ播種※→間引き→出荷

※1ポット当たり発芽率30%のスギの種子10粒を播種し、発芽した約3本の幼苗から素性の良い1本を選抜

効果と今後の展開

【効果】

- ・コンテナ苗への移植手間を省略できた。
- ・コンテナを見直したことにより欠損ポット数を削減できた。

【今後の展開】

- ・培養土の調合を機械化して苗床調製の省力化を図り、その効果を検証する。



播種後約3か月の苗の状況



現在主流のJFAマルチキャビティコンテナ(左)
本県で使用しているロングポット・トレー(右)

