

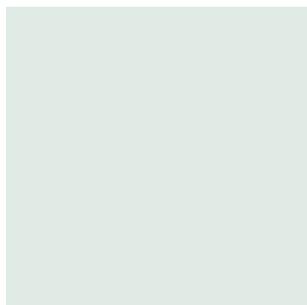
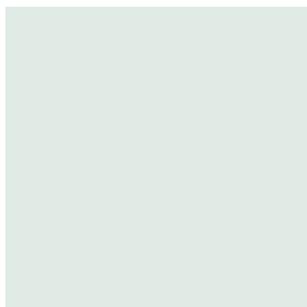
とりくみやすい 再造林

— 紀伊半島3県における再造林事例集 —

低コスト化
工期短縮
省力化
安全性向上

令和7年3月

紀伊半島3県共同研究実行委員会



もくじ

はじめに	1
事例集で紹介する再造林技術	
掲載事例の位置	2
掲載事例一覧	3
事例1 広葉樹の低密度植栽による将来の維持管理の低コスト化 (かつらぎ町森林組合)	4
事例2 獣害対策に「くくり罠」による捕獲圧も活用 (マルカ林業株式会社)	5
事例3 ドローンの活用による苗木・資材運搬の省力化・効率化 (竹上木材株式会社)	6
事例4 トラック走行可能な基幹道により効率的な再造林を実施 (紀中森林組合)	7
事例5 架線集材とドローン運搬による作業の省力化・効率化 (株式会社橋本林業)	8
事例6 一貫作業で「伐ってすぐ植える」ことで植栽当初の下刈を省力化 (株式会社中川)	9
事例7 下刈回数の省略と安価な獣害防護ネットの採用による低コスト化 (和歌山森林管理署)	10
事例8 低密度植栽と下刈回数の省略による低コスト化 (十津川村森林組合)	11
事例9 「結果としての」下刈省略による低コスト再造林 (山天生産森林組合)	12
事例10 下刈の要否判定と冬季下刈による労働負荷軽減 (奈良森林管理事務所)	13
事例11 全木集材による無地拵えと作業道を使った再造林資材運搬 (黒滝村森林組合)	14
事例12 トラック走行できる路網の補修・開設による低コスト化 (木原造林株式会社美杉事業所)	15
事例13 コンテナ苗の採用による植栽作業のピークの平準化 (野呂林業株式会社)	16
事例14 低密度植栽・単木ガードの採用と下刈回数省略による広葉樹の造林 (松阪飯南森林組合)	17
事例15 一貫作業による効率的で合理的な再造林の実施 (住友林業株式会社)	18
事例16 地形に応じた獣害防護方法(獣害防護柵・単木ガード)の選択 (大紀森林組合)	19
事例17 地拵えの省略と低密度植栽による省力化 (株式会社山一本店)	20
現場からの声	21
コスト計画からみた主伐・再造林の低コスト化	22
作業計画からみた主伐・再造林の低コスト化	24
専門家からのアドバイス	
参考資料	25

はじめに

日本の人工林の約6割が本格的な利用期を迎えています。カーボンニュートラルや国土保全といった森林の持つ公益的機能の発揮や、次世代への持続的な林業の継承のためには、「伐って、使って、植えて、育てる」という森林資源の循環利用を進めることが重要です。

一方で、近年の主伐面積に対する造林面積は、全国平均で見ると3～4割程度で推移しており、主伐後の確実な再造林の実施が大きな課題となっています。

そのような中、紀伊半島各地でも一貫作業や低密度植栽、下刈回数の省略といった再造林や初期保育に要する経費の低減に向けた様々な取組みが実施されています。

木材の販売収益の増大が期待できない中、低コストな再造林・保育施業を一層普及していく必要がありますが、紀伊半島3県の森林所有者の中には、原木の材質低下に対する懸念等から低コスト施業を敬遠する声も聞かれており、「低コストな再造林・保育」の成果を分かりやすく示していく必要があります。

そこで、当委員会では、紀伊半島3県で実施された低コストな再造林や保育施業の現況を調査し、林業事業者の取組や工夫、効果や課題、コストの試算等を整理した事例集を作成しました。

本事例集が、紀伊半島における低コストな再造林や保育施業への更なる取組推進の一助となることを期待しております。

令和7年3月

紀伊半島3県共同研究実行委員会

会長 小川 泰典

紀伊半島3県共同研究実行委員会は、紀伊半島3県（三重県、奈良県、和歌山県）、近畿中国森林管理局、国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所を構成員とし、紀伊半島3県の森林・林業の発展に寄与する共通課題（人材育成・担い手確保、林業省力化、森林管理等）の解決を目的に設置された機関です。

※本事例集は、令和6年度「紀伊半島3県共同研究事業 紀伊半島3県における低コストな再造林・保育施業の事例調査業務」の成果物として作成されたものです。

事例集で紹介する再造林技術

森林の公益的機能を維持・発揮しつつ、資源の循環利用を進めようと、各地で主伐・再造林の取組が進んでいます。紀伊半島3県においても、再造林や保育コストの縮減や、効率化・省力化・安全性向上など再造林を進めやすくするための様々な技術の活用が求められています。

本事例集では、紀伊半島3県における再造林や保育の現場から、次の再造林技術を活用した実践事例を紹介しています。

低密度植栽



従来の植栽密度よりも少ない本数で植栽する方法です。苗木代や植栽作業の時間・コストを縮減するほか、間伐の回数減によるコスト縮減が期待されています。

一貫作業



伐採から植栽までの一連の作業を、多くは同一の作業者が一貫して行う方法です。

作業効率の向上による工期短縮・コスト縮減が期待されています。

コンテナ苗植栽



コンテナ容器で育苗された根鉢付きの苗木を用いる方法です。

活着率が高く、植栽可能な期間が広がるほか、苗木の植栽作業が効率化されることが期待されています。

獣害対策



野生動物による食害等から苗木を守るための対策です。獣害防護柵や単木ガードを設置する方法のほか、特定の場所での捕獲の継続により動物の活動を抑制する方法があります。

冬季下刈



下刈作業を冬季に行う方法です。

雑草木が繁茂しない時期は苗木を見つけやすく、作業の効率化や誤伐の減少、夏季の作業の負担・危険の軽減が期待されています。

下刈回数省略



適切な要否判定により、苗木の成長に支障が生じない範囲で下刈を減らす方法です。下刈作業にかかる労力とコストを縮減することが期待されています。

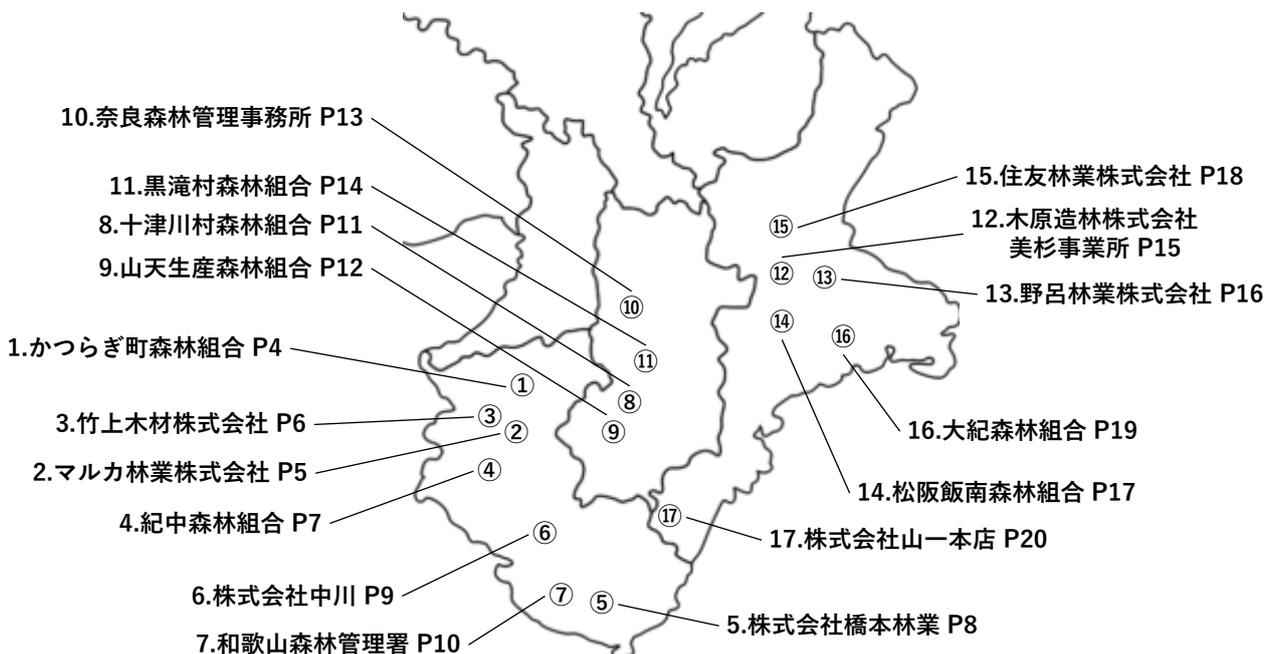
ドローン運搬



ドローンを使用して苗木や資材を運搬する方法です。

急傾斜地など、アクセスが困難な場所での作業効率や安全性の向上、労働強度の軽減が期待されています。

掲載事例の位置



掲載事例 一覧

No.	掲 載 事 例	再造林事業地の位置	再造林技術						掲載頁	
			一貫作業	低密度植栽	コンテナ苗植栽	獣害対策	冬季下刈	下刈回数省略		ドローン運搬
1	広葉樹の低密度植栽による将来の維持管理の低コスト化（かつらぎ町森林組合）	和歌山県 かつらぎ町	●	●	●	●			4	
2	獣害対策に「くくり罫」による捕獲圧も活用（マルカ林業株式会社）	和歌山県 有田川町	●		●	●		●	●	5
3	ドローンの活用による苗木・資材運搬の省力化・効率化（竹上木材株式会社）	和歌山県 有田川町	●	●	●	●			●	6
4	トラック走行可能な基幹道により効率的な再造林を実施（紀中森林組合）	和歌山県 日高川町	●	●	●	●				7
5	架線集材とドローン運搬による作業の省力化・効率化（株式会社橋本林業）	和歌山県 すさみ町	●	●	●	●			●	8
6	一貫作業で「伐ってすぐ植える」ことで植栽当初の下刈を省力化（株式会社中川）	和歌山県 田辺市	●	●	●	●		●		9
7	下刈回数の省略と安価な獣害防護ネットの採用による低コスト化（和歌山森林管理署）	和歌山県 すさみ町	●	●	●	●	●	●		10
8	低密度植栽と下刈回数の省略による低コスト化（十津川村森林組合）	奈良県 十津川村		●		●		●		11
9	「結果としての」下刈省略による低コスト再造林（山天生産森林組合）	奈良県 十津川村	●		●	●		●		12
10	下刈の要否判定と冬季下刈による労働負荷軽減（奈良森林管理事務所）	奈良県 高取町	●	●	●	●	●	●		13
11	全木集材による無地拵えと作業道を使った再造林資材運搬（黒滝村森林組合）	奈良県 黒滝村	●	●	●	●		●		14
12	トラック走行できる路網の補修・開設による低コスト化（木原造林株式会社美杉事業所）	三重県 津市	●		●	●		●		15
13	コンテナ苗の採用による植栽作業のピークの平準化（野呂林業株式会社）	三重県 松阪市	●	●	●	●				16
14	低密度植栽・単木ガードの採用と下刈回数省略による広葉樹の造林（松阪飯南森林組合）	三重県 松阪市		●		●		●		17
15	一貫作業による効率的で合理的な再造林の実施（住友林業株式会社）	三重県 津市	●	●	●	●		●		18
16	地形に応じた獣害防護方法（獣害防護柵・単木ガード）の選択（大紀森林組合）	三重県 大紀町			●	●				19
17	地拵えの省略と低密度植栽による省力化（株式会社山一本店）	三重県 熊野市		●	●	●		●		20

広葉樹の低密度植栽による 将来の維持管理の低コスト化

かつらぎ町森林組合（和歌山県かつらぎ町）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略ドローン
運搬

クヌギを低密度で植栽することで、苗木代と植栽作業費の低コスト化を図りました。シイタケ原木林としてクヌギを植栽し、将来は萌芽更新による維持管理費の低コスト化を見込んで経営管理を進める予定です。



主な実施内容と効果

一貫作業	車両系作業システムにより主伐を行い、再造林までを一貫した作業とすることで、苗木等の資材の運搬を容易にし、全体として作業効率を高め、低コスト化を図りました。
獣害対策	単木ガードにより獣害を防いでいます。獣害防護柵よりも軽量で運びやすく、設置の手間もかからないため、相対的に低コストな獣害対策となっています。
低密度植栽	クヌギの苗木を低密度で植栽することで、苗木代や植栽作業における低コスト化を図りました。

工夫した点

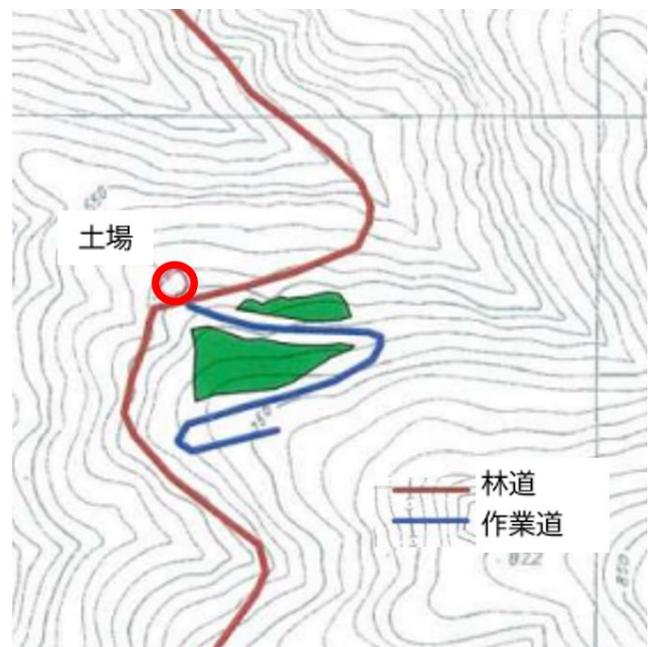
- シカにネットを引っ張られても獣害防護柵が壊れないように、しっかりと杭打ちすることを心がけています。
- 裸苗の植栽作業においてコンテナ苗用の器具を活用することで、作業効率を高めています。
- クヌギの植栽経験が豊富な地域です。萌芽更新による10年周期の輪伐サイクルとすることで、針葉樹より短い周期で安定的な収入を得ることを期待しています。

今後の取組課題

- 単木ガードの内側で雑草が成長し、植栽木を被圧することがあります。こうなると、留杭とネットを外して草を除去する必要があり、作業の手間となっています。
- シカの被害が大きい地域であり、その有効な対策を確立していくことが課題です。

事業地の概要

事業地：和歌山県かつらぎ町花園・0.40ha
主伐：車両系作業システム
植栽：クヌギ・2,250本/ha・単木ガード



町道から既設の作業道が分岐し、再造林地に至ります。町道と作業道の出会い付近に土場を設けることで、主伐の際の木材搬出を効率化できるようにしています。



単木ガードの設置作業



単木ガードの留杭



単木ガード内で雑草が繁茂し植栽木を被圧

担当者の声



クヌギはシイタケ原木用として何度も植栽しているため、森林所有者の理解がありました。苗木や資材の選択によっては森林所有者の負担が生じて主伐・再造林を進めにくいことがあり、課題と感じています。

事例
2

獣害対策に「くくり罠」による捕獲圧も活用

マルカ林業株式会社（和歌山県有田川町）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

社員が狩猟免許を取得し、造林地付近でくくり罠による捕獲を続けることで、獣害防護柵なしでもシカ等による食害を軽減することを実現しています。獣害防護柵を不要とすることで、資材費や設置コスト、設置後の巡視・補修コストを削減しています。



主な実施内容と効果

一貫作業	架線系による主伐の後、可能であれば、期間をおかず雑草木が繁茂する前に植栽をしています。
獣害対策	くくり罠を用いた捕獲圧によりシカの食害を低減する試みを、管理山林において実施しています。平成30年度から独自（造林補助対象外）で実施しています。 ※獣害防護柵を使用する再造林地もあります。
ドローン運搬	コンテナ苗の運搬にドローンを採用することで、急傾斜地等でも安全で労働強度を下げることを実現しています。約30kg/回の荷物を空輸しています。

工夫した点

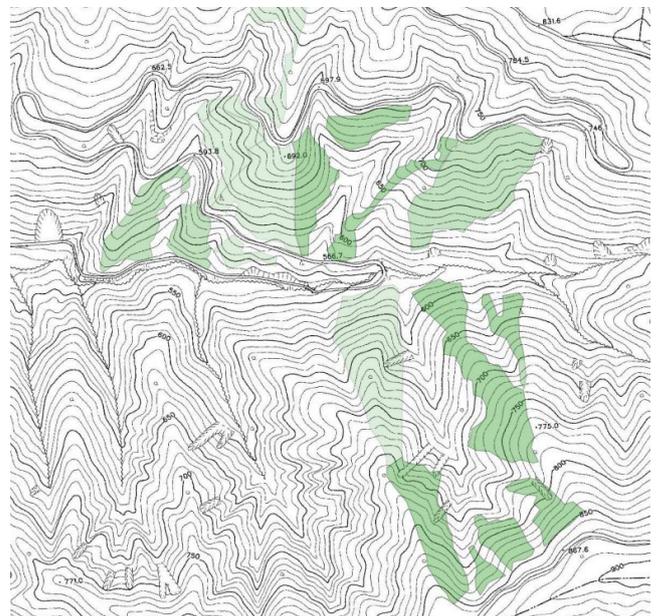
- 決まったエリアを長期的に経営している管理山林では、長期間継続してくくり罠を設置することが可能であり、シカの生息密度を下げられていると考えています。
- くくり罠に連動した通信システムを設置しており、シカ等が罠にかかると、メールで通知が来る仕組みを構築しています。これは、巡視の回数の削減にも貢献しています。
- ドローンを獣害防護柵の点検に活用しています。倒木による破損を早期に発見することができました。

今後の取組課題

- コンテナ苗の肥料の選択など、実験的なことにも取組み、改善につなげたいと考えています。

事業地の概要

事業地：和歌山県有田川町川合・18ha
主伐：架線系作業システム
植栽：スギ・ヒノキ・2,500~3,000本/ha・
くくり罠による捕獲圧



林道から遠く離れた再造林地もあります。請負業者の協力のもと架線系での主伐を行い、再造林の資材はドローンにより運搬しています。



ドローンによる獣害防護柵の点検



通信システム



くくり罠

担当者の声



くくり罠の捕獲圧による獣害対策は効果が出ていると感じています。実際に、植栽木への食害の影響は減っています。くくり罠による獣害防除のみ（獣害防護柵等を設置していない）の区画もありますが、植栽木は順調に成長しています。

ドローンの活用による苗木・資材 運搬の省力化・効率化

竹上木材株式会社（和歌山県有田川町）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

資材運搬用ドローンを自社で保有し、苗木や獣害防護柵の運搬に活用しています。苗木等はすべてドローンで運搬し、運用ノウハウを蓄積しています。資材等の運搬作業における時間短縮や省力化、安全性向上などの成果を挙げています。



主な実施内容と効果

ドローン運搬	苗木や獣害防護柵をドローンで運搬し、運搬作業における時間短縮と省力化、安全性向上を実現しています。
獣害対策	事業地の外周に獣害防護柵を設置することで、造林地の中の苗木をシカ等による食害から保護しています。
コンテナ苗植栽	コンテナ苗を採用することで植栽時期の自由度を高めるとともに、植栽作業の効率化を図りました。

工夫した点

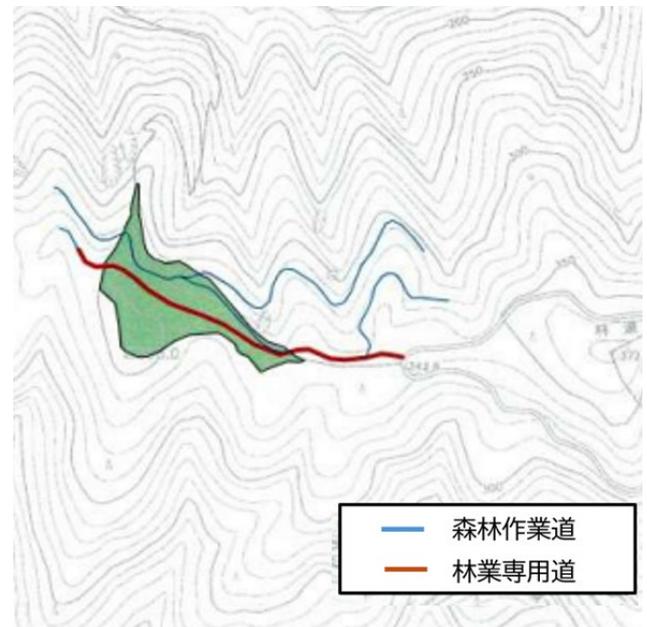
- 再造林地では、10tトラックが進入可能な林業専用道と2tトラックが進入可能な森林作業道を整備しています。路網の整備により、主伐時の木材の搬出および再造林の作業コストの縮減に成功しました。
- 自社作業班はドローンによる資材運搬までを伐採工程とセットで行い、再造林における植栽作業は協力会社に委託することで、全体での作業効率を高めています。

今後の取組課題

- ドローン運行に必要な資材（電池等）の準備、電池の充電と交換作業、急な天候の変化への対応など、段取りや運行ノウハウの蓄積が取組課題です。パイロットの技術を更に向上させる必要性も感じています。
- ドローンは予備電池の準備と現場での充電（稼働量によって充電用の発電機の手配）が必要です。軽量で大容量の電池の開発を期待しています。

事業地の概要

事業地：和歌山県有田川町二川・0.97ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：少花粉ヒノキ・2,000本/ha・獣害防護柵



林道から分岐した林業専用道の奥に立地した事業地です。森林作業道が事業地の谷部を通過して、事業地の奥まで到達しています。



再造林地内の森林作業道



地拵えなしの林地



運搬用ドローン

担当者の声



急斜面で足場が悪い林業現場では、苗木や獣害防護柵の運搬においてドローンを活用することで、作業の時間短縮や省力化、安全性の向上など様々な効果が期待できます。他の事業者向けのドローン体験会を開くなど、地域における林業技術の普及に貢献したいと考えています。

トラック走行可能な基幹道により効率的な再造林を実施

紀中森林組合（和歌山県日高川町）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

既設の道路や作業道を活用し、2tトラックなどの車両を用いて機動的な主伐・再造林を実施しました。主伐時における木材の搬出や再造林の資材の搬入などを効率的に行うことができ、全体としての低コスト化を実現しました。



主な実施内容と効果

一貫作業	チェーンソーで伐採、道からウインチ付きグラップルを使い伐倒木を引き出して造材し、グラップル等のアームが届く範囲で、機械による地拵え、枝条の整理を実施しました。
獣害対策	事業地の外周に獣害防護柵を設置することで、造林地の中の苗木をシカ等による食害から保護しています。
コンテナ苗植栽	コンテナ苗を採用し、事業地への苗木の運搬作業や植栽作業の効率化を図りました。

工夫した点

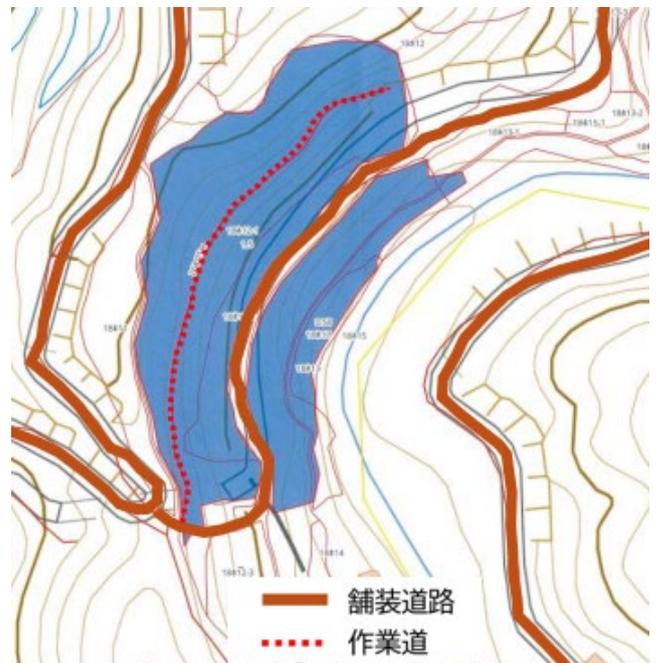
- 事業地に隣接する舗装道路（町道）や既設作業道を効率的に活用し、機動的な木材搬出・資材搬入を実現しました。
- 一貫作業においてグラップルおよびプロセッサによる枝条整理を行い、地拵え作業の労働強度を下げ、作業の効率化を図りました。
- 残材の棚積み整理においては、現地で発生した低質材を留め杭として用いることで、低コストに、かつ植栽地の減少を最小限にする残材整理を実現しました。

今後の取組課題

- 主伐・再造林を一貫して効率化を進めるには、高性能林業機械が使える森林作業道整備や、丸太を現地で仕分けできる土場の整備が必要だと考えています。

事業地の概要

事業地：和歌山県日高川町愛川・1.94ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：スギ・ヒノキ・2,500本/ha・獣害防護柵



舗装道路（町道）に隣接し、林内に2t車が走行可能な作業道が設置されている事業地です。トラック等の車両を用いて、機動的な木材搬出・資材搬入が可能です。



グラップルによる枝条整理作業（主伐時）



棚積み整理された枝条



植栽木（ヒノキ）

担当者の声



主伐・再造林にかかる費用のうち、木材の搬出や資材等の搬入など運搬にかかる費用は小さくありません。現場への毎日の通勤の移動もあります。2t車が通れる道があることで、機動的な対応ができます。

架線集材とドローン運搬による 作業の省力化・効率化

株式会社橋本林業（和歌山県田辺市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

急峻な地形にあり、作業道から離れた奥地の事業地において、架線集材とドローン運搬の技術を用いて主伐・再生林を安全・効率的に進めました。急峻な斜面の人肩運搬を避けることができ、労働強度の軽減と労働安全性の向上で成果を挙げました。



主な実施内容と効果

一貫作業	架線を使って全木集材し、土場で高性能林業機械を使って造材しました。全木集材により林地には枝条は残らず、引き続き地拵えなしで植栽を実施しました。
ドローン運搬	苗木と獣害防護柵をドローンで運搬しました。急峻な斜面の人肩運搬を避け、労働強度の軽減と労働安全性の向上を図ることができ、大きな成果が得られました。
獣害対策	事業地の外周を、獣害防護柵により囲い、シカ等による食害から苗木を保護しています。

工夫した点

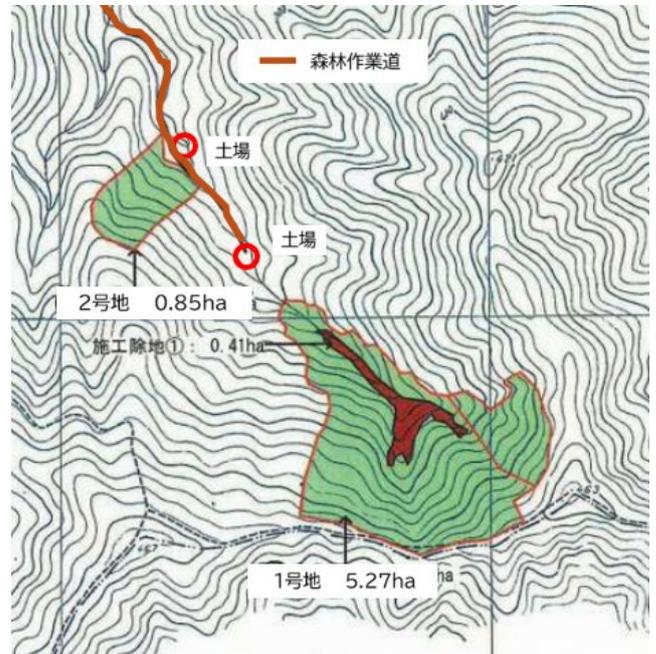
- 架線集材用の土場まで、4t車が走行可能な作業道を作設し、木材の搬出を効率化しました。
- 造材で発生した枝条は土場に集積しておけば、バイオマス燃料として持ち出してくれる連携体制があります。
- 架線の撤収に支障が生じないように、獣害防護柵の設置計画において作業順序を検討しました。その結果、全体として円滑な作業進行となりました。
- 獣害防護柵の支柱は、点検時に視認性が高いオレンジ色を採用しています。

今後の取組課題

- 低密度植栽（2,000本植え）に関しては、将来の木材の材質がどうなるかについて、追跡調査や評価の必要性を感じています。

事業地の概要

事業地：和歌山県すさみ町佐本中・5.67ha
主伐：架線系作業システム
植栽：スギ・2,000本/ha・獣害防護柵



事業地は尾根付近の奥地に立地しており、架線系作業システムによる主伐・再生林が必要な箇所です。再生林での資材運搬にはドローンが用いられました。



植栽地の様子



植栽木



獣害防護柵

担当者の声



一貫作業については、伐採と植栽を同じ人がすることで、再生林時の効率的な手順を見通した作業が可能と考えています。新たな技術の挑戦として、ドローンでの種子散布による再生林にトライしたいと考えています。

一貫作業で「伐ってすぐ植える」 ことで植栽当初の下刈を省力化

株式会社中川（和歌山県田辺市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

一貫作業により、伐採してすぐに植栽することで、低コスト化を図っています。資材の搬入などにおいて効率化を図ることができるほか、早期に苗木を植栽することで植栽初年の雑草木の繁茂を抑制し、1回目の下刈の省略を実現しています。



主な実施内容と効果

一貫作業 下刈回数 省略	伐採してすぐに（雑草木が生えてくる前に）植栽することにより、植栽の翌年の雑草木の繁茂を抑制しています。これにより、1回目の下刈を省略して、低コスト化に結びつけています。
コンテナ 苗植栽	自社で生産したコンテナ苗を植栽しています。活着率を高めて、補植にかかる費用を縮減しています。
獣害対策	事業地の外周を獣害防護柵により囲い、シカ等による食害から苗木を保護しています。

工夫した点

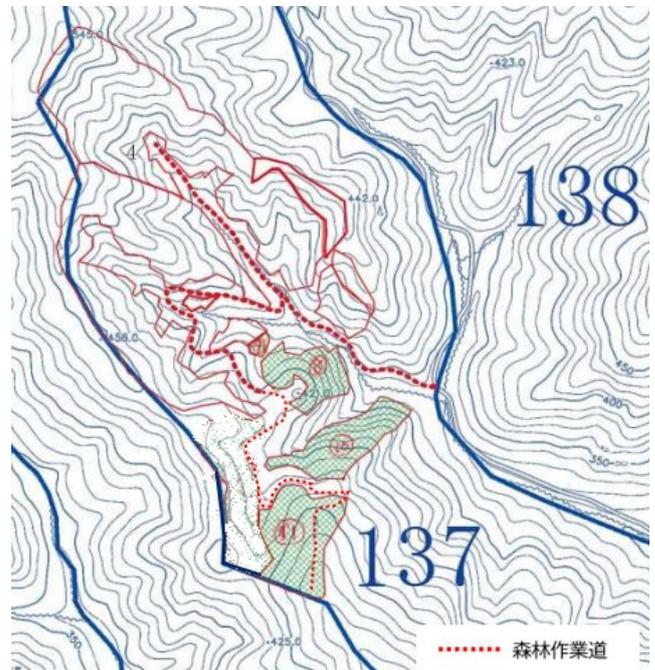
- ウサギが入り出できる目合いのネットを採用しています。網目が細かくウサギを閉じ込めてしまい、かえって被害が大きくなったことがありました。そこで、あえてウサギが通れる目合いのネットに変更しました。
- 獣害防護柵の支柱はオレンジ色を採用し、破損を目視しやすくしています。現場によっては、巡視にドローンを活用しています。

今後の取組課題

- 将来、獣害防護柵のリサイクルの必要性を考え、単一素材のネットの採用を考えています。複数の素材を使ったネットは産廃処理せざるを得ないからです。
- 低コスト化は重要であると同時に、森林所有者や企業等の支援者の意向でもある「いい森を育てる」ことを重視したいと考えています。

事業地の概要

事業地：和歌山県田辺市下川下・1.78ha
主 伐：架線系・車両系作業システム
植 栽：スギ・ヒノキ・クヌギ・2,000本/ha・獣害防護柵



林道から分岐した作業道に接している事業地や、作業道から離れた奥地の事業地があります。前者は車両系、後者は架線系での作業が計画されました。



ウサギがくぐる目合いのネット



林内で視認しやすいオレンジ色支柱



自社でのコンテナ苗生産

担当者の声



当社は、冬季は植栽作業で忙しく、業務平準化のために下刈は従来どおり夏季に実施しています。ただし、熱中症対策のために、夜明けから午前中いっぱいの時間帯で作業を行うよう、工夫しています。

下刈回数の省略と安価な獣害防護 ネットの採用による低コスト化

和歌山森林管理署（和歌山県田辺市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

冬季でも温暖な気候を活かして、下刈回数の省略を積極的に進めています。獣害防護柵のスカートネットには安価な農業用ネットを採用しています。様々な工夫を組み合わせ、低コスト化を実現しています。



※和歌山森林管理署では、6～8月(通常期)以外の下刈を「冬下刈」と呼称しています。

主な実施内容と効果

一貫作業	地拵え作業は省略し、枝条は林内で整理しました。コンテナ苗なので植え付けの場所を取らないことを活かしました。植え付けができる最小限の整理作業は実施しています。
コンテナ苗植栽	2,000本/haの低密度での植栽とすることで、苗木の本数や植栽作業での低コスト化を図っています。
下刈回数省略 冬季下刈	下刈回数の省略による低コスト化、冬季下刈による労働強度の軽減と作業安全性の向上（熱中症・ハチ事故の防止）を図っています。

工夫した点

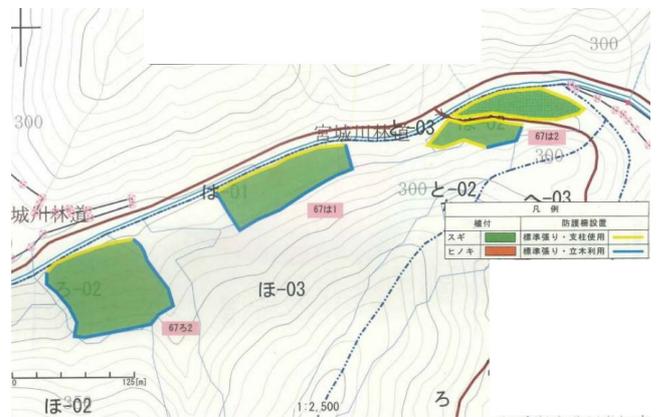
- 下刈の可否を判定する「C区分」による確認を行いつつも、できる限り下刈を省略する方法を採用しています。夏季は苗木がアカメガシワに被圧されますが、スギの苗木は枯れないことを確認しています。
- 獣害防護柵はステンレス無しの本体ネットを採用し、スカートネットに安価な農業用資材を用いたほか、支柱の一部に立木を用いることで材料費を抑えました。小さい目合いのネットは動物の口に入らず、噛み切られにくくなりました。

今後の取組課題

- 獣害防護柵の設置後に、造林地内のウサギの駆除が不十分であったことが分かり、苗木の食害が生じた現場がありました。

事業地の概要

事業地：和歌山県すさみ町（宮城川国有林）・3.74ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：スギ・ヒノキ・2,000本/ha・獣害防護柵



林道に沿って再造林地を設けています。伐採・搬出や再造林のための資材搬入、また巡視がしやすい計画としています。



植栽したスギ苗木



スカートネットに安価な農業用資材を採用



獣害防護柵の支柱の一部を立木で代用

担当者の声



冬季も温暖な気候を活かし、できる限り下刈を省略する方法を採用しています。植栽地の上層にアカメガシワの稚樹が繁茂し、夏季は植栽したスギ苗が被圧されていますが、秋～冬にアカメガシワが落葉している間にもスギ苗が光合成し、枯死せずに成長できているものと考えています。

事例
8

低密度植栽と下刈回数 の省略による低コスト化

十津川村森林組合（奈良県十津川村）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

植栽後は下刈を省略し、4年目の夏季に初めての下刈を実施しました。下刈時、造林地には草本・かん木類が繁茂し植栽木は被圧されていましたが、枯死せずにしっかりと育っていました。下刈後に、植栽木は大きく伸長しました。



主な実施内容と効果

獣害対策	事業地の外周に獣害防護柵を設置することで、造林地の中の苗木をシカ等による食害から保護しています。
下刈回数省略	令和2年1月に植栽後、令和5年の夏季に初めて下刈を実施しました。当時、植栽木は雑草木に覆われていましたが、下刈後に大きく伸長し、平均で3m程度、5m程度に伸長したのもあります。

工夫した点

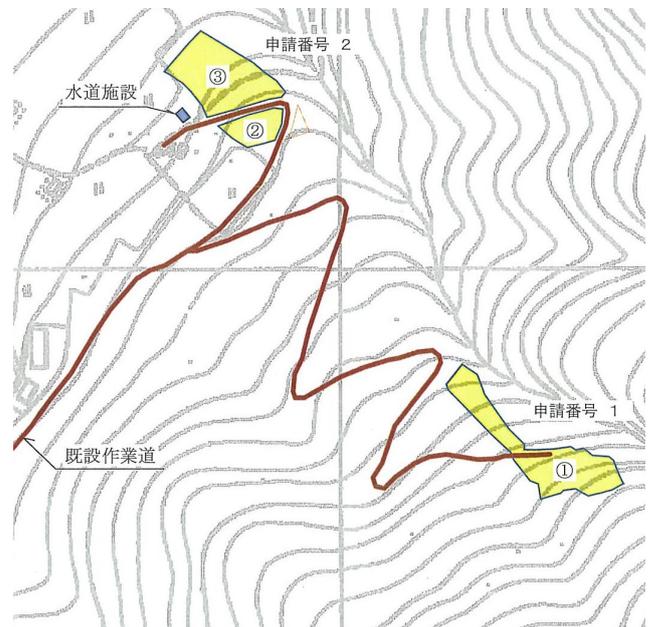
- 事業地は村が開設した森林作業道沿いにあり、造林時の資材運搬はトラックを使用することができました。資材運搬が容易だったほか、下刈作業での通勤や獣害防護柵の点検・巡視を容易に行うことが可能です。

今後の取組課題

- 高齢になり、森林の管理ができなくなり森林組合に管理を任せたい森林所有者が増えています。このようなニーズにいかに対応していくか、組合として検討の必要性を感じています。
- 森林所有者によっては、再造林した森を手入れして品質の良い材に育てたいとの考えの方もあります。この場合は、低密度植栽で期待に応えられるのが今後の検討課題です。

事業地の概要

事業地：奈良県十津川村高津・0.48ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：スギ・2,000本/ha・獣害防護柵



公道から分岐した既設作業道の奥に、事業地が立地しています。



成長した植栽木



獣害防護柵



事業地内の作業道（トラック走行可能）

担当者の声



森林所有者に再造林への意欲をもってもらうために、所有者への還元がより多く期待できる事業地を選んで提案したいと考えています。そのためには、立地を踏まえた事業地の検討・選択が重要だと考えています。

「結果としての」下刈省略による 低コスト再造林

山天生産森林組合（奈良県十津川村）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

植栽後に経過観察をしながら、植栽3年後の夏季に初めての下刈を実施しました。造林地には草本・かん木類が繁茂していますが、植栽した苗木はそれら草本・かん木類の下でしっかりと育っています。結果として、下刈を省略して低コスト化を実現しています。



主な実施内容と効果

コンテナ苗植栽	植栽本数は従来どおりですが、コンテナ苗を採用し、苗木の運搬や植栽作業の効率化による低コスト化を図りました。
獣害対策	事業地の外周に獣害防護柵を設置することで、造林地の中の苗木をシカ等による食害から保護しています。
下刈回数省略	再造林後は、経過観察しつつも、下刈は実施しないまま3年間が経過しました。当初に計画したわけではありませんでしたが、結果として下刈回数の省略による低コスト化（作業費の削減）がなされました。

工夫した点

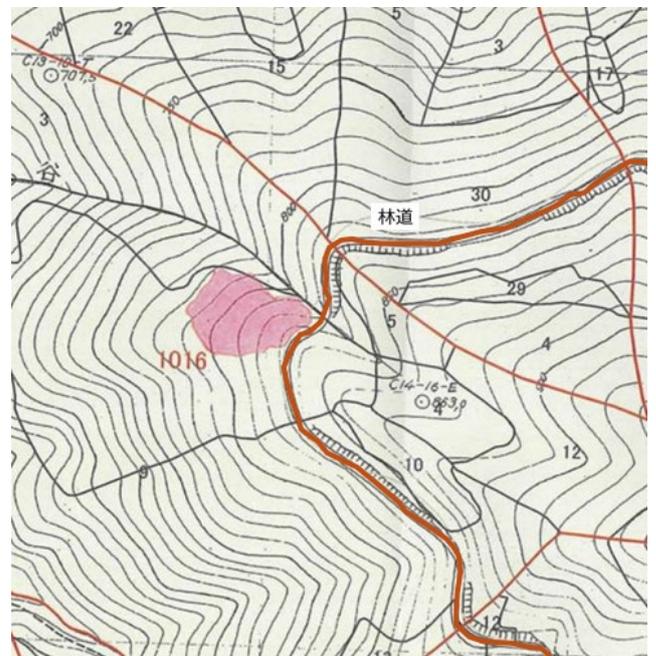
- 雑草木が繁茂し苗木の高さを超えて、従来であれば下刈が必要と判断される状態でも、ただちに作業をせずに、苗木が枯死せず成長していることを確認して下刈をしませんでした。
- 林道に接している立地を活かして、獣害防護柵やコンテナ苗等の再造林のための資材を事業地の傍まで車両で運搬しました。

今後の取組課題

- 今後も下刈は不要か、どこかの時点で下刈を要するのか、判断が必要ですが、現段階では見通しは立っていません。今後も経過観察をしながらの検討を要します。

事業地の概要

事業地：奈良県十津川村川津・0.43ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：スギ・3,000本/ha・獣害防護柵



事業地の斜面上側に、林道が接している立地です。木材の搬出は上げ荷集材により実施でき、獣害防護柵等の資材搬入は林道から荷下ろしが可能です。



植栽時のコンテナ苗



120cmに伸長した植栽木



獣害防護柵

担当者の声



今後も下刈をせずに済ませられるのか、どこかの時点で下刈した方が良いのか、現段階では見通しは立っていません。除伐の時期までの施業について、経過観察しながら検討したいと考えています。

下刈の要否判定と冬季下刈による労働負荷軽減

奈良森林管理事務所（奈良県奈良市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

一貫作業や低密度植栽などを組み合わせて低コスト化を実現しています。植栽木と雑草木との競合状態により下刈の要否を判断するC区分判定を活用し、下刈の省略を進めています。また、冬季下刈により従事者の事故防止と労働環境の改善を図っています。



※奈良森林管理事務所では、6～8月(通常期)以外の下刈を「冬下刈」と呼称しています。

主な実施内容と効果

一貫作業	伐採・搬出から植栽を同じ作業者が実施することで、後工程を見越した作業が行われ、植栽等の造林作業の効率化が図られるようにしています。
下刈回数省略	植栽木と雑草木の競合の状況により下刈の要否を判定するC区分判定を活用し、下刈を省略しています。
冬季下刈	通常は夏季に行われる下刈を冬季に実施することで、苗木の判別がしやすく誤伐が減少するとともに、熱中症やハチなどによる事故の発生を回避しています。

工夫した点

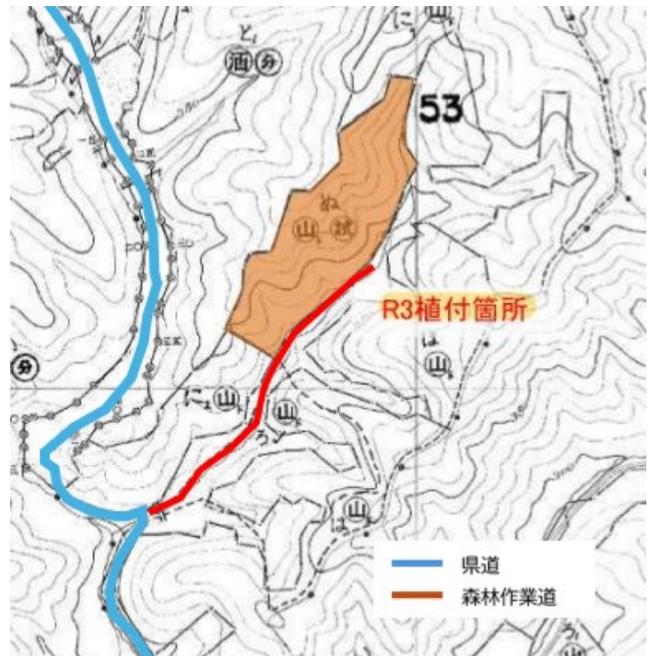
- 主伐により生じる枝条（残材）は、林内で場所を決めて集積するほか、作業終了後の作業道の上に集積することで、豪雨等による作業道の洗掘・崩壊を緩和しています。
- 獣害防護柵のネットはステンレス線入りを採用、シカ以外にもウサギの被害があることから、5cmの目合いのネットを採用しています。スカートネットはステンレス線無しのもので採用することで、資材費の抑制および軽量化（運搬負荷の軽減）を図っています。

今後の取組課題

- 冬季下刈は苗木を見つけやすく誤伐しにくい利点がある一方、かん木の幹が硬くなり刈りにくいとの意見もありました。これらから、作業難易度を総合的に判断して、歩掛かりを設定しています。

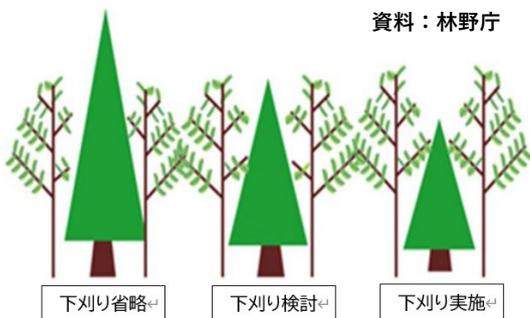
事業地の概要

事業地：奈良県高取町（高取山国有林）・2.14ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：スギ・ヒノキ・2,000本/ha・獣害防護柵



公道から分岐した作業道が再造林地まで到達し、再造林地の奥まで斜面の中段あたりに設置されています。フォワーダと人力を組み合わせた資材搬入が行われました。

資料：林野庁



下刈の要否を判定する「C区分」



雑草木より伸ばした苗木



枝葉を作業道の上に集積し、路面を保護

担当者の声



造林地内に、1年生苗や生分解性コンテナ苗の活着・成長の検証のための試験地を設置しています。再造林地全体を囲う獣害防止ネットの内側に、試験地それぞれを囲う獣害防止ネットを設置しています。追跡調査を行い、近年開発された様々な苗木の評価に結びつけたいと考えています。

全木集材による無地拵えと作業道を使った再造林資材運搬

黒滝村森林組合（奈良県黒滝村）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

主伐の際に全木集材することにより、再造林地に枝条を残さない施業方法を実施。これにより、地拵えなしでの再造林を実現しています。また、搬出作業道を苗木や獣害防護柵の運搬に活用したほか、3月に植栽した直後の夏季は下刈を省略しました。



主な実施内容と効果

一貫作業	主伐の伐採担当者が自ら植栽も担当する仕組みとしています。これにより、伐採から再造林までを見通して、全体として効率的になるよう、作業手順等を工夫しました。
一貫作業 獣害対策	フォワーダを用いて、獣害防護柵などの資材を運搬しています。運搬コストの削減のほか、労働強度の軽減にも役立っています。
獣害対策	ドローンを用いて、2～3ヶ月に1回程度、獣害防護柵の見回りを実施しています。見回り作業の効率化に寄与しています。

工夫した点

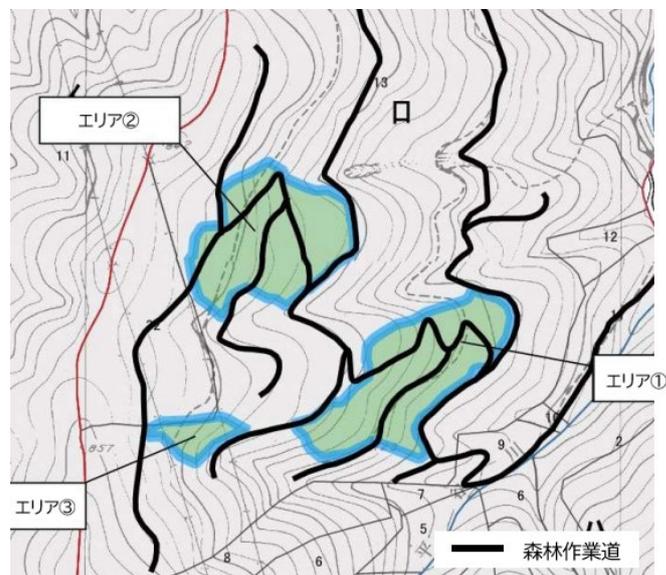
- 作業人員をバランスよく、待ち時間等の無駄が生じない配置を心がけています。手待ち時間などを減らすことが、低コスト化の要点です。
- 全木集材により再造林地に枝条を残さないため、地拵えなしでの作業を実現しています。造材は作業道沿いで行い、発生した残材を整理しやすくしています。
- 獣害防護柵の設置では、強度上の弱点となりやすい地形の凹凸を避けることや、将来の作業の支障にならないような配置を心がけています。作業道をまたぐ箇所では、金属製の柵を採用して開閉可能にしています。

今後の取組課題

- 2千本/haの低密度植栽は吉野林業地域で初めての取組であり、下刈回数や方法などは手探りです。
- 急傾斜地では作業道開設が難しく、架線集材の技術習得の必要性を感じています。

事業地の概要

事業地：奈良県黒滝村中戸・2.95ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：スギ・2,000本/ha・獣害防護柵



再造林地の斜面上部・下部（外周付近）に作業道が配置される計画となっています。木材の搬出や造林資材の搬入のほか、その後の巡視もしやすい計画です。



グラブplerにより作業道沿いで枝条を整理



フォワーダによる資材の運搬



地拵えなしでの植栽

担当者の声



山を大事にする気持ちやシカ等による獣害の影響から、これまでは皆伐に対して慎重でした。この考え方は、今後も大切にしたいです。一方、保育の技術・ノウハウの継承が難しくなる課題もあります。皆伐するなら、災害要因とならないよう再造林を確実に行う必要があると考えています。

トラック走行できる路網の 補修・開設による低コスト化

木原造林株式会社美杉事業所（三重県津市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

2tトラックが走行できる基幹的な路網を整備・維持管理することで、奥山の現場までのアクセスを確保しています。資材運搬は基本的に車両で行い人肩運搬をできる限り削減することで、労働強度の軽減を図り、作業者のモチベーション維持を図っています。



主な実施内容と効果

一貫作業	作業道の補修・開設により、現場までトラックで進入可能とし、獣害対策資材や苗木を車両で運び込めるようにしました。
獣害対策	再造林地の位置、形状、斜度などにより、獣害防護柵と単木ガードを使い分けました。小面積、細長い形状、急斜面などでは単木ガードが有利です。
下刈回数省略	下刈は実施していません。これによる苗木への影響（上方成長や幹の通直性）について、追跡調査しています。

工夫した点

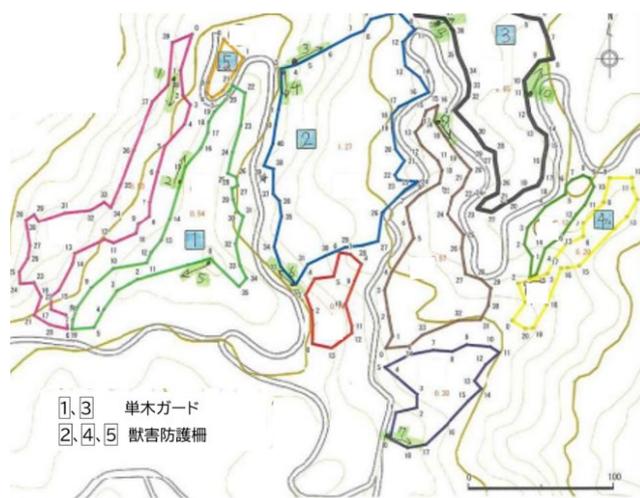
- 資材運搬には、既設路網を活用しました。2tトラックが走行可能な本線（幹線）と、フォワーダの走行を想定し林内に設置した支線が設けられています。資材等の運搬における労働強度を下げることで、作業者のモチベーションの維持に重要です。できる限り人肩での運搬が減るように計画を検討しています。
- 作業道の補修はコストがかかりますが、他の作業が少ない時期の施工とすることで、「作業者の非稼働時間を減らすことによる効率化」と捉えました。

今後の取組課題

- 単木ガードの支柱に安価な農業用資材を採用したものの強度が十分でなく、折れ・曲がり等の破損が生じました。
- 今後、低密度植栽を試し、十分な品質の木材が生産できるかモニタリング調査をしたいと考えています。

事業地の概要

事業地：三重県津市美杉町下之川・4.43ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：ヒノキ・3,000本/ha・獣害防護柵/単木ガード



公道から分岐した路網（2tトラックが走行可能）が尾根まで到達しており、その沿線に再造林地が設けられています。



単木ガード（周辺はシカによる被食）



動物のもぐりこみ防止のためネット設置を工夫



2tトラックが走行可能な路網

担当者の声



現在、当社での主伐再造林は試行段階であり、「低コスト化したい」という意図で取組んでいる訳ではありません。「高価格」であっても費用対効果が良い資材や方法を模索したいと考えています。経験を積んで、不要な費用を削減していくことで、「低コスト化」に結びつけたいと考えています。

コンテナ苗の採用による 植栽作業のピークの平準化

野呂林業株式会社（三重県松阪市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

コンテナ苗を採用することにより、従来の裸苗と比べて植栽時期を柔軟に設定できるようになりました。このことを活かし、植栽作業の時期の分散・平準化を図り、作業者に過度な負担がかからないように年間の作業計画を工夫しています。



主な実施内容と効果

一貫作業	伐採から造林までを一社で行うことで、伐採から再造林までの工程を見据えた効率的な作業を実現しています。
獣害対策	獣害防護柵を設置することで、シカ等の食害から苗木を保護しています。
コンテナ苗植栽	コンテナ苗の採用により、植栽時期が柔軟になり、植栽作業の平準化を図ることができました。森林所有者の希望（造林目的や今後の保育にかけられるコスト等）を踏まえ、この事業地ではクヌギを低密度で植栽することで、低コスト化を図りました。

工夫した点

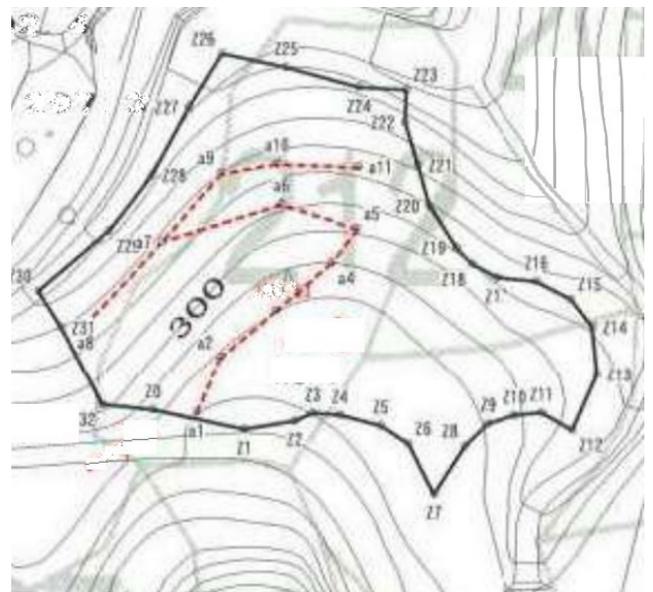
- 森林所有者の意向や事情により造林コストをかけられないことから、刈払機を用いることができ植栽後の下刈等をしやすい低密度植栽としました。

今後の取組課題

- 植栽した苗木が育つには数十年かかります。低コスト化・省力化は大切ですが、今の方法で良い山ができるのか、慎重に検討する必要があるのではないのでしょうか。先代の方が手をかけたから良い山・良い木があると思える時代になってほしいと思います。
- 獣害防護柵の維持管理が課題です。クヌギなどは成長すると被害にあいにくいですが、スギ・ヒノキは成長しても樹皮剥ぎ被害にあいます。そのため、ある程度の成木になっても獣害対策が必要です。

事業地の概要

事業地：三重県松阪市後山町・0.26ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：クヌギ・2,000本/ha・獣害防護柵



公道から分岐した短距離の作業道の奥に、事業地が立地しています。事業地のすぐそばまでトラックでの進入が可能であり、木材搬出や資材搬入が容易です。



植栽木（クヌギ）



植栽木（クヌギ）



獣害防護柵

担当者の声



「良い山に育てる」ことを大切にする再造林を考えると、その重要な工程は下刈です。下刈を必要な時期に必要な手間をかけて行い、苗木の成長を促進できるかどうか重要です。「低コスト化」とは逆の考え方もかもしれませんが、必要なコストをかけなければ、良い山にはなりません。

低密度植栽・単木ガードの採用と 下刈回数省略による広葉樹の造林

松阪飯南森林組合（三重県松阪市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

当地域では、菌床栽培キノコ向けのオガ粉需要を背景に、主伐・再造林によりスギ・ヒノキからクヌギ林に転換する林地が増えています。低密度に植栽し、単木ガードにより獣害から苗木を守るとともに、下刈の省略を実現しています。



主な実施内容と効果

低密度植栽	植栽木にはシイタケ栽培向けを念頭にクヌギを選択。針葉樹ほど材質に厳しい要求はないため低密度植栽を採用し、苗木代・植栽作業費を縮減しました。
獣害対策	単木ガードの設置では、苗木の成長の確実性を優先し、支柱を2本にする、植栽時に防草シートを設置するなどのコストをかけました。
下刈回数省略	単木ガードの外の雑草等をシカが食べることで、結果として下刈の省略（作業費の縮減、作業負荷の軽減）につながりました。

工夫した点

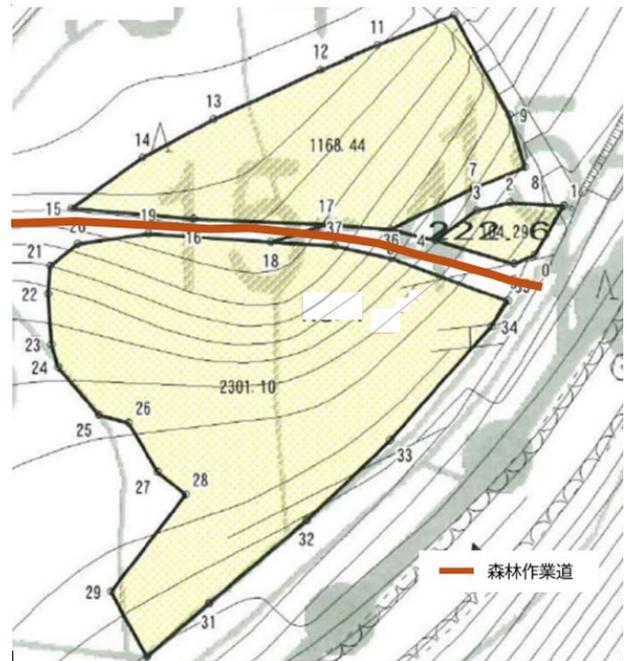
- 当地域では、外周ネットでは十分な成果が得られず、単木ガードに変更し成果を得ました。ガード外の下草をシカが食べることにより下草刈りを省略できる、副次的な効果も得られました。
- 単木ガードの内側に雑草が繁茂し、苗木を覆圧する事例が散見されました。ガードを外して雑草を除去する手間の対策として、当初の設置時に防草シートを取り付ける工夫をすることで、一定の効果をられました。

今後の取組課題

- サルによる苗木の引き抜き被害が生じており、有効な対策がなく困っています。
- 低密度植栽により植栽時の作業コスト低減に効果がありましたが、早期に樹冠閉鎖するか、補植の必要が生じないか、利用間伐による収入の機会が減らないか、などについて慎重な経過観察が必要と考えています。

事業地の概要

事業地：三重県松阪市飯高町田引(2箇所)・0.35ha、1.03ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：クヌギ・2,000本/ha・単木ガード



公道に接した緩斜面に立地し、林内にはトラック等の車両が進可能な作業道を開設。伐採・搬出や再造林のための資材搬入が容易になるようにしている。



支柱を2本立ててネット内の空間を確保



ネット内に繁茂した草本類



防草シートの設置

担当者の声



従来はスギ・ヒノキを4~5千本/ha植栽する地域でしたが、保育コストや管理の手間をかけられないこともあり、オガ粉需要があることを背景に植栽樹種としてクヌギを勧めています。

一貫作業による効率的で合理的な 再生林の実施

住友林業株式会社（大阪府茨木市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

主伐から再生林までの一連の作業を協力会社に一括して委託することで、全体としての作業効率を高め、低コスト化につなげています。一定の規模の事業を長期にわたり計画的に委託することで、経験が蓄積され、高品質な作業が実現しました。



主な実施内容と効果

一貫作業	主伐から再生林までを同一の協力会社に任せ、同じ重機を使用することで効率的かつ高品質な作業を実現しています。
獣害対策	シカに噛み切られないよう、ネットの下半分がステンレス線入りのものを採用。ウサギの侵入を防ぐために目合いは5cmとしました。
コンテナ苗植栽	コンテナ苗を採用して植栽作業の時期を広げ、柔軟な作業計画に対応できるようになりました。低密度植栽や下刈回数省略とあわせて低コスト化を図りました。

工夫した点

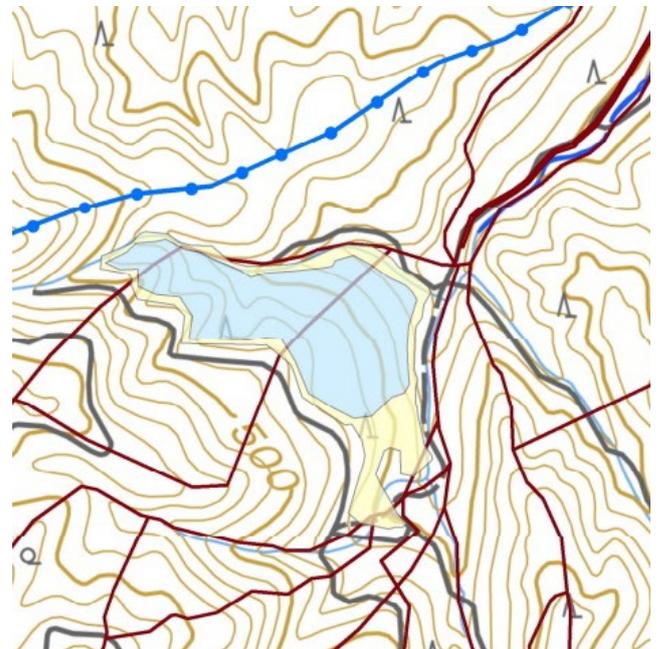
- 再生林地の外周や内部に作業道を配置し、伐採後の木材の搬出や再生林の資材の搬入を容易にしました。獣害防護柵の内側では、作業道部分にも苗木を植栽しています。
- 植栽密度を減らすことや、下刈を省略することで、低コスト化を進めました。これらの適切な判断のためには、樹種の成長特性を十分に理解することが必要です。

今後の取組課題

- 下刈を省略できた年もありましたが、その翌年度の下刈では草丈が大きくなったため、作業に苦労することがありました。
- 谷をまたいで獣害防護柵を設置した箇所では、豪雨時に土砂が流れてネットが破れる問題が生じたことがありました。

事業地の概要

事業地：三重県津市白山町垣内・2.50ha
主 伐：車両系作業システム
植 栽：スギ・2,000本/ha・獣害防護柵



再生林地の周囲を囲むように作業道が配置され、主伐の際の木材の搬出や再生林のための資材の搬入が行いやすいよう計画されています。



植栽木の成長



獣害防護柵のスカートネット



作業道

担当者の声



一貫作業において機械地拵えを行う場合、人工数は減るものの、人力地拵えの場合の人件費より機械代が高くなると聞いたことがあります。計画を立てる上での難しい点として、コストと時間のバランスを取ることが挙げられると感じています。

地形に応じた獣害防護方法（獣害防護柵・単木ガード）の選択

大紀森林組合（三重県大紀町）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

獣害対策の方法を、地形により変えています。再造林地のうち、まとまった面積で囲える箇所は獣害防護柵を選択しています。一方、急峻な地形のために土砂が溜まる被害が予見される箇所や小面積の箇所では、単木ガードを採用しています。



主な実施内容と効果

獣害対策	獣害防護柵と単木ガードを併用しています。地形などの条件により、両者を使い分けています。長期的に維持できる箇所は獣害防護柵を採用、土砂が流れる・溜まるなどの問題が予見される箇所は単木ガードとしています。
コンテナ苗植栽	苗木にはコンテナ苗を採用することで、裸苗に比べて植付作業の効率化を図っています。ただし、活着率を高めるため、丁寧な植栽作業を行い、後の補植コストを削減しています。作業効率を重視するだけなら300~400本/日の植栽が可能です。丁寧さを重視し250本/日を目安としています。

工夫した点

- 獣害防護柵の設置について、森林整備センターの指導を受け、①従来からのシカ道をふさぐとそこを破ってでも通ろうとするのでふさがない、②作業道はシカの通り道として空けておく。以上に配慮して、シカに壊されにくい獣害防護柵の設置を心がけています。
- 再造林地に隣接する林地（主伐しなかった箇所）の林内に枝条を整理して残置することで、再造林の事業地面積を減らさないようにしつつ、地拵え作業の効率化を図っています。

今後の取組課題

- 作業道開設による表土流出や崩壊のリスク、メンテナンスコストを考えると、架線系作業システムによる施業も考えていく必要性を感じています。

事業地の概要

事業地：三重県大紀町滝原・3.92ha
主伐：車両系作業システム
植栽：スギ・ヒノキ・3,000本/ha・獣害防護柵
または単木ガード



事業地の中まで作業道が開設され、フォワーダ等で到達することが可能になるよう計画されています。主伐時の木材の搬出や資材の搬入に便利です。



獣害防護柵（左側）と単木ガード（右側）



獣道は空けておく



隣接する林内に整理・残置した残材

担当者の声



コンテナ苗の植栽作業では専用の植え付け器具を使ってみたものの、活着率が良くなかったため、唐鍬に戻して丁寧に植えることにしました。植栽作業のスピードを抑えてでも丁寧な作業を行い、活着率を高め、後の補植の手間を減らすことでトータルでの低コスト化を図りたいと考えています。

地拵えの省略と低密度植栽による省力化

株式会社山一本店（和歌山県新宮市）

実施
内容

一貫作業

低密度
植栽

コンテナ
苗植栽

獣害対策

冬季下刈

下刈回数
省略

ドローン
運搬

地拵えの省略と低密度植栽を自社の標準的な施業とすることで、再造林における省力化と低コスト化を実現しています。急傾斜地における主伐から再造林の作業の省力化に関して、さまざまな工夫を行い、労働強度の軽減と作業効率の向上を図っています。



主な実施内容と効果

獣害対策	事業地の外周を獣害防護柵により囲い、シカ等による食害から苗木を保護しています。
低密度植栽	2,000本/haの低密度植栽とすることで、苗木にかかる費用を削減しています。自社で生産したコンテナ苗を採用しています。
下刈回数省略	植栽した苗木の高さが周辺の雑草木を超えれば、以降は下刈を省略することで低コスト化を図っています。

工夫した点

- コンテナ苗用の植栽器具は使ってみました。斜面での作業姿勢が不安定になりやすくなので、唐鍬での作業に戻しました。
- 獣害防護柵の支柱は、割高ですがセパレートタイプを採用しています。一本物の支柱は、専用打ち込み器が必要になるので、急斜面では作業しにくく、手間がかかります。セパレート支柱はハンマーで打ち込めるので、急斜面でも設置作業が容易です。

今後の取組課題

- 本事例で紹介した事業地へのアクセスは歩道しかなく、本事業地では資材の搬入は人肩運搬によりました。当社では最近、運搬用ドローンを導入しました。苗木や獣害防護柵などの資材の運搬に、今後活用したいと考えています。そのための操縦技術の習得や運搬計画のノウハウの確立が今後の取組課題です。

事業地の概要

事業地：三重県熊野市紀和町小船・2.04ha
主 伐：架線系作業システム
植 栽：スギ・ヒノキ・2,000本/ha・獣害防護柵



路網では到達できない立地の現場です。主伐の際は、最寄りの公道のそばに土場を設け、斜面上方へと架線を張り、木材の搬出が行われました。



植栽作業（地拵えは省略）



獣害防護柵のセパレートタイプ支柱



周辺の植生より伸ばした苗木

担当者の声



地拵えの省略、低密度植栽（2千本/ha）は当社では標準的な施業方法として定着しています。低密度植栽等による材質の低下を心配する声があるのは承知していますが、将来も、材質への要求は高くないと予見しており、コストのバランスを考えると低密度植栽が合理的と考えています。

現場からの声

紀伊半島3県といっても、その林業をめぐる環境は多様です。地域ごとに気候は異なり、立地・地形などによる作業条件も異なります。また、再生林を阻む獣害の状況も様々です。ある地域で上手くいった方法が、他の地域では効果がない例も多くあるようです。このような中で、**地域ごとの条件に適した方法を見いだそうと試行錯誤**を重ねている現場の方々から、**主伐・再生林に対する向き合い方や様々な技術的工夫に関する声**をまとめました。

「低コスト」 再生林 全般

- ✓ 祖父・父が自分のために植えて育ててくれた木を伐って使い、また植えて次の世代に引き継ぐのが使命。
- ✓ 林業という産業を持続可能にするために、伐採・再生林は必要な行為。
- ✓ 「安くする」ばかりを求めているのではない！ いい森をつくろうという思いが大切。
- ✓ 試験地をつくって、様々な技術を試し、どのような方法が適するのかを模索している。
- ✓ 人材確保が難しい中、**労働強度の軽減、作業安全の向上などの、費用低減以外のメリット**に大きく期待している。
- ✓ 主伐・再生林に限った低コスト化ではなく、**その後の保育コストも含めた全体の低コスト化や収支改善**を考えることが重要だと思う。

一貫作業

- ✓ 伐った人が自ら植えるのがベスト。後工程を考えて作業してくれる。結果として効率も品質も良くなる。
- ✓ 一定の広い面積の事業地を、信頼できる事業者**に長期的に作業委託**している。調査・計画～主伐～再生林まで、しっかりとした作業をしてくれる。
- ✓ 現場までトラックで進入できると、**作業効率が良い**。

低密度 植栽

- ✓ 低密度で植えて、良い木が育つか、その**検証**はこれから。従来の建築用材のような**材質は求められないと見越して低密度植栽**している。
- ✓ 広葉樹に転換する場合、低密度植栽は有効だと思う。
- ✓ いい森をつくろうとすると、**植栽密度は高く維持したい**。後に、**間伐収入**を得ることもつながらる。

コンテナ 苗植栽

- ✓ **コストはかかっても、いい苗を探したい**。少花粉苗、精英樹などの普及に期待したい。
- ✓ **コンテナ苗用の植栽器具も便利だが、結局、唐鍬に戻した**。様々な作業に対応できる。
- ✓ コンテナ苗の採用により裸苗より植栽作業を効率化できるが、**工数を縮減するばかりではなく丁寧に植えることで活着率を高め、補植数を減らし、その結果としてコストを縮減できた**と実感している。

獣害対策

- ✓ 獣害防護柵と単木ガードのどちらを選ぶかは、**地形により判断**している。獣害防護柵は、土砂の流出等を考慮して柵を維持できる場所を選んでいる。
- ✓ 網や支柱について、**農業用の安価な資材を試すなど、コスト縮減の工夫**をしている。

冬季下刈

- ✓ シカが単木ガードの外の雑草木を食べることで、**結果として下刈が不要**になった。この組み合わせは有効だろうと思う。
- ✓ 植栽後、3年間は下刈しなかった。**結果としての下刈省力化**だったが、苗はしっかり育っている。

下刈回数 省略

- ✓ 暖かい気候ゆえに、雑草木が繁茂しない冬季に十分苗木が育つようだ。**下刈しなくても十分に苗が育つと手応えを得た**。ただし、どこでも同じ結果となるかは分からない。
- ✓ **よい木・よい森をつくるための最も重要な作業工程が下刈**であり、**費用がかかっても下刈は省略したくない**。

ドローン 運搬

- ✓ ドローンでの苗木運搬を試したい。**コストはかかっても、労働強度軽減に期待したい**。人が消耗しない**作業に転換**していくことが重要。
- ✓ 急斜面で足場が悪い林業現場では、苗木や獣害防護柵の運搬においてドローンを活用することで、**作業の時間短縮や省力化、安全性の向上**など様々な効果が期待できる。

コスト計画からみた主伐・再造林の低コスト化

(1) コストの検討ポイント

主伐・再造林を進めるための技術それぞれについて、低コスト化を考えるためのポイント、コスト増を見込んでおくべき事項、試算の考え方などについてまとめました。

一貫作業

主伐から再造林までを一貫作業することによる工期短縮・省力化による効率化を狙います。一方で、機械作業の増による機械経費の増などを織り込んでおく必要があります。

施業の特徴	主なコスト縮減項目	主なコストアップ項目	コスト以外の主なメリット
●重機の回送削減・活用	●運搬作業にかかる労務費	●機械費用の増	●労働強度の低減
●植栽しやすい伐採・地拵え作業	●工期の短縮による総労務費		●全体の作業品質の向上

低密度植栽

従来の植栽密度より少なく植栽することで、苗木代や作業費の縮減を狙います。一方で、下刈での誤伐や獣害により、補植の要否やそのコストを考慮しておく必要があります。

施業の特徴	主なコスト縮減項目	主なコストアップ項目	コスト以外の主なメリット
●苗木本数の削減	●苗木代・植栽の労務費	●補植が必要な際の植栽コスト	●伐採可能径級への早期到達
●除伐回数の削減	●除伐にかかる労務費	●下刈りにかかる労務費	
●資材(単木ガード)の必要数減	●獣害対策資材費	●利用間伐の収入減や材質の低下	

コンテナ苗植栽

コンテナ苗の採用により、作業時期の平準化や運搬効率の向上によるコスト縮減を狙います。一方で、苗木代だけを比べるとコンテナ苗は裸苗よりも高くなるのが一般的です。

施業の特徴	主なコスト縮減項目	主なコストアップ項目	コスト以外の主なメリット
●運搬しやすく活着率が高い	●苗木運搬にかかる労務費	●1本あたり苗木代(裸苗と比べ)	●苗木成長の確実性向上
●植栽可能時期の自由度の増			●作業繁閑の平準化

獣害対策

野生生物による食害から苗木を守る獣害防護柵や単木ガードの設置等を行います。対策をしない場合に比べコスト増となることが一般的ですが、再造林の確実性を高めます。

施業の特徴	主なコスト縮減項目	主なコストアップ項目	コスト以外の主なメリット
●苗木の被食率の低下	●補植用の苗木代	●防除ネット等の資材費 ●設置・巡視・補修等の労務費	●成林の確実性の向上

冬季下刈

夏季が一般的だった下刈作業を冬季に行い、作業効率の向上によるコスト縮減を狙います。一方で、一日あたりの作業可能時間減等による労務費の増について検討が必要です。

施業の特徴	主なコスト縮減項目	主なコストアップ項目	コスト以外の主なメリット
●苗木の発見が容易(雑草木が少)	●誤伐の減少	●日照時間が短く、1日の実作業時間の減(労務費の増)	●作業安全性の向上
●虫刺症や熱中症リスクが低い	●作業効率向上による労務費縮減		

下刈回数省略

下刈回数の省略による作業コストの縮減を狙います。一方で、下刈の要否を適切に判定するための巡視等にかかる費用を織り込んでおく必要があります。

施業の特徴	主なコスト縮減項目	主なコストアップ項目	コスト以外の主なメリット
●炎天下での作業回数の削減	●下刈り作業の労務費	●要否判定のための巡視費用	●労働強度の低減

ドローン運搬

ドローンの導入による運搬効率の向上によるコスト減を狙います。一方で、ドローンの導入や操縦士の人件費等に関するコストを織り込んでおく必要があります。

施業の特徴	主なコスト縮減項目	主なコストアップ項目	コスト以外の主なメリット
●人力運搬作業の削減	●資材運搬作業費	●購入・保守費(自社機の場合) ●操縦士の人件費又は委託費	●労働強度の低減 ●作業安全性の向上

(2) コストの試算（従来方式と一貫作業の比較）

再造林について3つの作業パターンを想定して試算し、それらのコストを比較しました。

従来方式では、地拵えや運搬などの人力作業に多くの工数がかかり、コストが高くなりました。一方、一貫作業では、地拵え作業が不要となることや運搬等に機械を使用するため、作業工数が圧縮され、トータルでのコストが安くなる試算結果となりました。

なお、ここに示した試算は、あくまで仮定を置いてモデル的に算出したものです。個別の事業地におけるコストを考える上では、事業地の立地、傾斜や路網等の作業環境、事業地の計上などを考慮して作業工数や資材の量を検討し、費用を積算する必要があります。

① 従来方式 ※再造林地1haあたりの試算

- 従来型の地拵えを実施、資材・苗木等の運搬は人力による
- 植栽本数は3千本/ha、裸苗を植栽
- 植栽後5年間を通じ、毎年1回の下刈りを実施

工程	項目	数量・工数	単価	費用
地拵え	地拵え作業	14.8 人日 ×	23 千円/人日	340.4 千円
獣害対策	獣害防護柵※1	400 m ×	1.8 千円/m	720.0 千円
	運搬労務費	4 人日 ×	23 千円/人日	92.0 千円
植栽	苗木代(裸苗)	3 千本 ×	100 円/本	300.0 千円
	運搬労務費	1.65 人日 ×	23 千円/人日	38.0 千円
	植付労務費	12.3 人日 ×	23 千円/人日	282.9 千円
下刈	下刈労務費(5年)	5 回 ×	156 千円/回	780.0 千円
合計				2,553.3 千円

② 一貫作業A（フォワーダ運搬） ※再造林地1haあたりの試算

- 一貫作業により地拵えを省略、資材・苗木等の運搬はフォワーダによる
- 植栽本数は2千本/ha、コンテナ苗を植栽
- 植栽後5年間を通じ、2年に1回（5年間で3回）の下刈りを実施

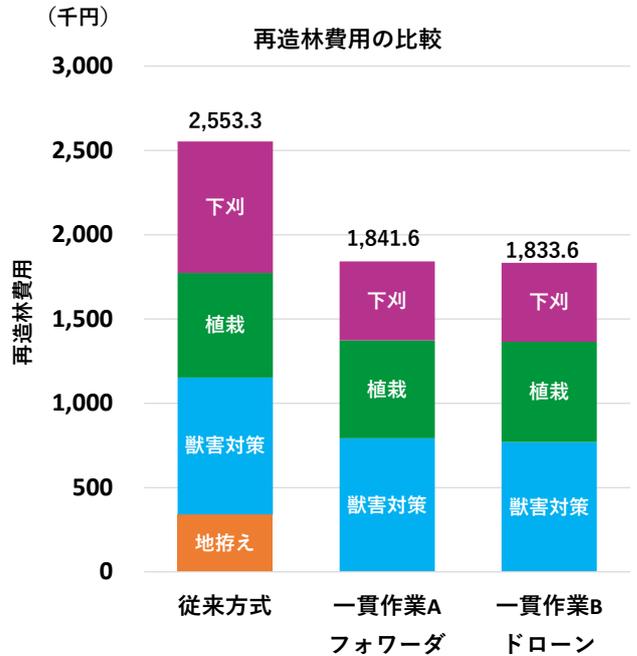
工程	項目	数量・工数	単価	費用
地拵え	（一貫作業のため、地拵え作業は不要として計上しない）			
獣害対策	獣害防護柵※1	400 m ×	1.8 千円/m	720.0 千円
	オペレータ・運搬労務費	2 人日 ×	25 千円/日	50.0 千円
	機械費(フォワーダ)	1 日 ×	22 千円/日	22.0 千円
植栽	苗木代(コンテナ苗)	2 千本 ×	190 円/本	380.0 千円
	オペレータ・運搬労務費	1 人日 ×	25 千円/日	25.0 千円
	機械費(フォワーダ)	0.5 日 ×	22 千円/日	11.0 千円
	植付労務費	7.2 人日 ×	23 千円/人日	165.6 千円
下刈	下刈労務費(5年)	3 回 ×	156 千円/回	468.0 千円
合計				1,841.6 千円

③ 一貫作業B（ドローン運搬） ※再造林地1haあたりの試算

- 一貫作業により地拵えを省略、資材・苗木等の運搬はドローンによる
- 植栽本数は2千本/ha、コンテナ苗を植栽
- 植栽後5年間を通じ、2年に1回（5年間で3回）の下刈りを実施

工程	項目	数量・工数	単価	費用
地拵え	（一貫作業のため、地拵え作業は不要として計上しない）			
獣害対策	獣害防護柵※1	400 m ×	1.8 千円/m	720.0 千円
	運搬費(ドローン)	0.25 日 ×	200 千円/日	50.0 千円
植栽	苗木代(コンテナ苗)	2 千本 ×	190 円/本	380.0 千円
	運搬費(ドローン)	0.25 日 ×	200 千円/日	50.0 千円
	植付労務費	7.2 人日 ×	23 千円/人日	165.6 千円
下刈	下刈労務費(5年)	3 回 ×	156 千円/回	468.0 千円
合計				1,833.6 千円

※1 資材費+設置労務費



工程	従来方式	一貫作業A フォワーダ	一貫作業B ドローン
地拵え	340.4	[一貫作業のため地拵え作業は不要]	
獣害対策	812.0	792.0	770.0
植栽	620.9	581.6	595.6
下刈	780.0	468.0	468.0
合計	2,553.3	1,841.6	1,833.6

※各試算は、3県および林野庁の標準工程表・標準単価表を参考に作成。千円以下は四捨五入して表記。

【参考】 選択肢が増えた苗木 ~林業用の優良種苗~

造林では、使用する種苗の選択が非常に重要です。近年、さまざまな特徴を持つ種苗が開発されており、目的に応じて最適な苗木を選ぶことが求められます。以下に、代表的な種苗とその特徴を紹介します。

裸苗
(従来からある苗)

特徴: 根が露出した状態で流通する苗木。軽量で運搬コストが低い。
利点: 価格が安く、軽量で運搬しやすい。

コンテナ苗

特徴: コンテナ容器で育てた苗木。根鉢があり乾燥に強い。
利点: 活着率が高く、植え付け可能期間が長く、作業の標準化を期待。

大苗

特徴: 大容量コンテナを用いて60~100cm程度まで大きく成長させたコンテナ苗。
利点: 下刈の省略を期待。

精英樹、エリートツリー

特徴: 成長が良く、通直性に優れた個体を選抜した苗木。
利点: 早期に再造林を実現し高品質な木材生産を期待。

少花粉の苗

特徴: 花粉の生産量が少ない品種を選抜した苗木。
利点: 花粉症の原因とされる花粉の飛散を抑えることを期待。



左：裸苗（ヒノキ）
右：コンテナ苗（スギ）

作業計画からみた主伐・再造林の低コスト化

主伐・再造林の作業計画を検討するにあたっては、事業地の立地、地形等を十分に吟味する必要があります。そのために、微地形表現図（赤色立体地図等）の活用が有効です。以下に、検討ポイントの例を示します。

再造林地の外周近くへの路網の配置

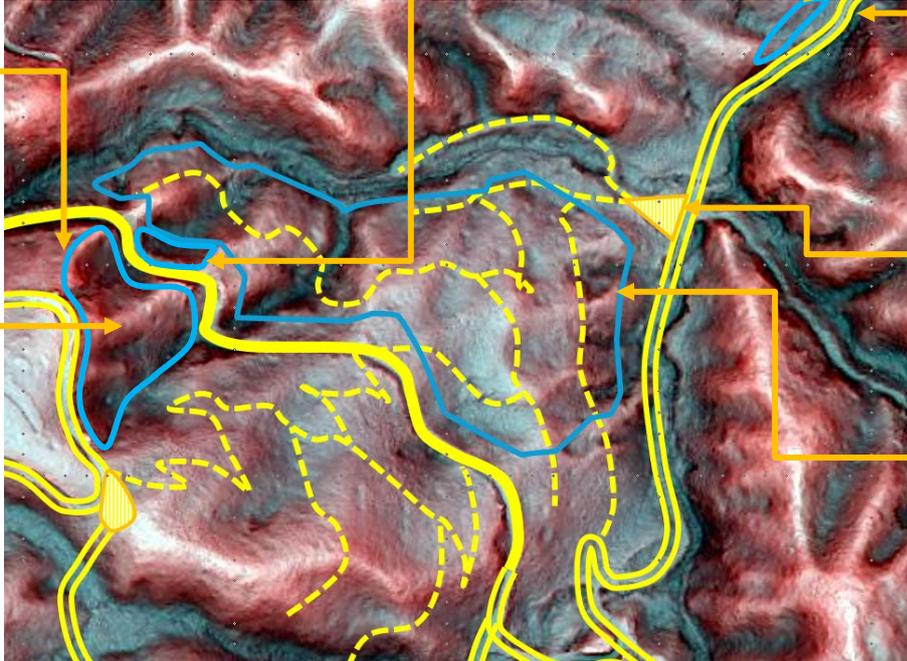
獣害防護柵や苗木などの**資材運搬**に有効です。造林後は**巡視道**として活用できます。

単木ガードの選択

谷部や急峻地形は獣害防護柵が破損しやすく、**単木ガード**を採用することも有効です。

単木ガードの選択

一般に、**囲う面積が小さい**場合は、獣害防護柵よりも**単木ガード**を採用の方が低コストです。



搬出経路の計画

主伐時は、多量の木材を搬出します。大型トラックが進入できる**公道・林道**に接している、または**アクセスが確保**できることが望ましいです。

土場の計画

主伐時に多量の木材を集積・仕分けする作業スペースが必要です。**大型トラックが進入**できる箇所に土場を計画できると、効率的です。

(外周) 獣害防護柵の選択

一般に、**囲う面積が大きい**場合は、獣害防護柵を採用します。シカの進入による**被害を限定**するため、**中仕切りのネット**を設置し、造林地を複数の区画に区切ることも有効です。なお、谷をまたいでの設置は破損リスクが高いため避けることが理想です。

(急峻地) ドローン運搬の検討

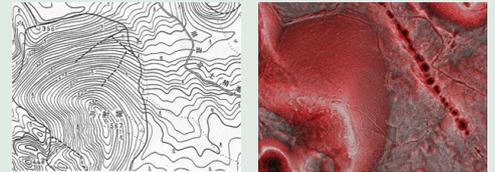
急峻地形は作業道の開設が難しく、また人力での資材運搬は労働負荷や作業安全上の課題があります。**ドローン**での資材・苗木運搬を検討することも一案です。

【凡例】

- 基幹的路網（舗装あり）
- 事業地外周
- 基幹的路網（舗装なし・トラック走行可能）
- 土場
- 作業道（フォワーダ走行）

※実際の現地の状況とは異なる部分があります。

航空レーザ計測により得られた数値標高データ（DEM）を用いて、微地形を表現する手法が複数開発されています。上に示した微地形表現図（赤色立体地図）は、傾斜が急な面が赤く、尾根は明るく谷が暗くなるよう表現することで、地形の細かな凹凸を可視化し、地形の状況を直感的に認識しやすく表現した図面です。



【参考】 獣害対策資材の選択

～防護柵か単木ガードか～

獣害対策資材は、事業地の外周などを支柱とネットで囲う「獣害防護柵」と、苗木1本1本を保護する「単木ガード」に大別されます。どちらが適しているかは、地域の獣害の状況を踏まえた防護効果や、地形等を踏まえた設置・維持管理の容易さ、設置にかかる総コスト等により選択します。このうち設置コストは、設置箇所の面積や形状にも左右されます。一般に、広い面積で外周延長が短い形状の事業地では、獣害防護柵が割安になります。一方、小面積で細長い形状など外周延長が長くなる事業地では、単木ガードが割安になります。

獣害対策資材のコスト比較（2,000本/ha植栽する場合）

事業地の形状	①10m×100m 細長い事業地	②33m×33m 正方形の事業地	③100m×100m 正方形の事業地	
	面積	0.1ha	0.1ha	1ha
植栽本数	200本	218本	2,000本	
外周延長	220m	132m	400m	
設置費用	単木ガード	200千円	218千円	2,000千円
	獣害防護柵	440千円	264千円	800千円

※単木ガードは1,000円/本、獣害防護柵は2,000円/m(ともに資材費・設置費用込み)として試算

育林目標に合わせた合理化を

再造林の改善策については、育林目標に関することと、合理化につながることとの大きく2つに分けて考える必要があります。育林目標は広葉樹か針葉樹かで異なり、針葉樹については和風建築で使われる高級材を生産するかどうかで変わってきます。現時点での育林目標は、健全な森林を育成し、将来世代のために選択枝を残しておくことでしょう。合理化につながることは、一貫作業、コンテナ苗植栽、ドローン運搬などです。ドローン運搬は必ずしも低コスト化にはつながらないかもしれませんが、労働強度軽減や安全性向上につながるとともに、カメラ付きドローンは巡視や経過観察に使えます。下刈回数の削減については、初期成長が早いエリートツリーを用いることとセットで考えるのがよいでしょう。下刈りのC区分をドローンで判定し、地形や生育状況に応じて場所毎に実施不実施あるいは冬期下刈りを決めるのが適切です。獣害対策の選択については、面積が広い場合はゾーン型またはパッチ型になりますが、シカの侵入リスクの大小によります。合理化につながる事例を共有して、更なる改善を進めていただきたいと期待しています。なお、低コスト化は林道の有無による影響が大きいことを考慮する必要があります。



京都府立大学 名誉教授
田中 和博 氏

再造林の地域性と協働

紀伊半島は日本の中でも特に急峻で降水量が多い地域で、無計画な皆伐は造林未済地の増加、造林後の手入れ不足、無理な搬出路の作設、山地災害の増加を招く危険があり、また担い手の確保の面では労働強度を下げる工夫も必要です。本事例集は、これらの課題に各事業体の皆さんが試行錯誤しながら取り組まれている、いわば知恵と努力の結晶といえるでしょう。



京都大学 准教授
長谷川 尚史 氏

紀伊半島といっても標高や積雪・降水量などは多様です。事例の中では、様々なシカ対策や下刈り省力化などの工夫が行われていますが、適切な方法はひとつではなく、各地域の特性に合った目標林型や生産目標を設定し、持続できる林業サイクルを構築する必要があります。一方で、皆伐では間伐よりも多様な質の材が生産されますので、搬出した木材をいかに高く販売するか、どのように路網を整備しサプライチェーンを構築するか、という面での工夫が重要です。これは採算面で低コスト化よりも効果が高い可能性があり、紀伊半島全体で取り組まなければならない課題です。本事例集やこの後に続く取り組みが、紀伊半島の各地域に合った新たな森づくりや持続的森林管理、さらには未来の地域づくりにつながることを期待しています。

参考資料

林野庁ウェブサイト

「森林づくりの新たな技術－造林関係（植栽）－

低コスト再造林に関する手引き、事例集、パンフレット、調査報告書など多くの資料が公表されています。

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/kanbatu/houkokusho/syokusai.html>



調査協力、写真・資料提供協力

かつらぎ町森林組合
マルカ林業株式会社
竹上木材株式会社
紀中森林組合
株式会社橋本林業
株式会社中川
和歌山森林管理署
十津川村森林組合
山天生産森林組合
奈良森林管理事務所
黒滝村森林組合
木原造林株式会社 美杉事業所
野呂林業株式会社
松阪飯南森林組合
住友林業株式会社 山林部大阪事業所
大紀森林組合
株式会社山一本店
(事例掲載順)

とりくみやすい再造林

－紀伊半島3県における再造林事例集－

令和7年3月 発行

発行者 紀伊半島3県共同研究実行委員会

事務局：和歌山県農林水産部森林林業局
林業振興課

〒640-8585 和歌山市小松原通一丁目1番地

TEL. 073-441-2960 FAX. 073-433-1037

制作 アジア航測株式会社

本事例集は、令和6年度「紀伊半島3県共同研究事業 紀伊半島3県における低コストな再造林・保育施業の事例調査業務」の成果物として作成されたものです。