

# 造林作業の省力化等を促進するガイドライン

令和4年3月

北海道水産林務部森林整備課

## 【目次】

1 背景・目的	1
(1) 背景	1
(2) 目的	1
参考 本道の将来の人口推計と林業労働者数の推移	2
参考 ふるさとの山づくり総合計画	3
2 取組方針	4
3 伐採・搬出時の留意事項	5
(1) 伐採の方法・区域の設定	6
①保護樹帯の設定等	6
②野生生物の営巣等への配慮	9
③保残伐施業の事例（道有林）	10
(2) 集材路・土場の計画及び施工	11
①林地保全に配慮した集材路・土場の配置・作設	11
②生物多様性への配慮	12
4 植栽・下刈時の省力化・低コスト化の手法	13
(1) 低密度植栽	14
①メリット・デメリット	14
②材の径級と収支	15
③植栽木の配置	17
④保育との関係	18
(2) コンテナ苗植栽	19
①コンテナ苗の概要	19
②メリット・デメリット	20
③植栽方法	21
④省力化・低コスト化効果	23
⑤裸苗との生存率等の比較	24
(3) 機械地拵え・下刈り	25
①メリット・デメリット（機械地拵え）	25
②事例と生産性、実施条件（機械地拵え）	26
③事例と生産性、実施条件（下刈り機械）	27
④先進的造林技術の実証事例	28
参考資料	29

## 1 背景・目的

### (1) 背景

本道の人工林資源は利用期を迎え、今後主伐の増加が見込まれています。森林の有する多面的機能を持続的に発揮しながら、森林づくりと産出される木材の利用を循環的に行う、「森林資源の循環利用」を着実に進めるためには、伐採時において、土砂の流出の防止や生物多様性など、森林の持つ公益的機能への配慮が、これまで以上に必要となっています。また、本道は全国より早く人口減少の局面に入っており、特に人力作業が多い植林や下刈りなどの造林分野の林業従事者数は減少傾向にあることから、造林作業の省力化や低コスト化が、着実な再造林を進める上で急務となっています。

このような中、国では、伐採区域の設定や集材路の作設などの際の遵守事項を示した「主伐時における伐採・搬出指針」を制定し、令和4年度より市町村森林整備計画に位置付けられたところであり、市町村や事業者などの関係者が、その目的や効果を十分に理解する必要があります。

また、道では、「北海道森林づくり基本計画」を改定し、森林資源の循環利用等の一層の推進に向けた重点的な取組の一つとして、「ゼロカーボン北海道の実現に向けた活力ある森林づくり」を進めることとしており、植林・下刈り作業の省力化・低コスト化に向けて先進的な造林技術の実証に対する支援や、「ふるさとの山づくり総合計画」で造林作業の省力化等の目標を掲げた市町村と協調した植林への支援などの施策を展開しています。

主伐時における森林の公益的機能への配慮のほか、植栽本数の低減や地拵え作業への機械の活用など造林作業の省力化等の取組は、その具体的な手法について各地域に適した標準的な基準を検討する必要があります。

このため、道では、これまで国や道、試験研究機関等が取りまとめてきた適正な伐採や造林作業の省力化等に係る技術的知見を整理し、具体的に提示することで、地域の関係者が共有するルールづくりと各市町村が掲げる造林作業の省力化等の目標達成に資することとしました。

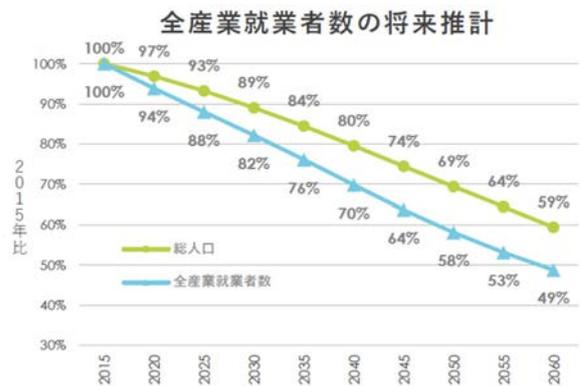
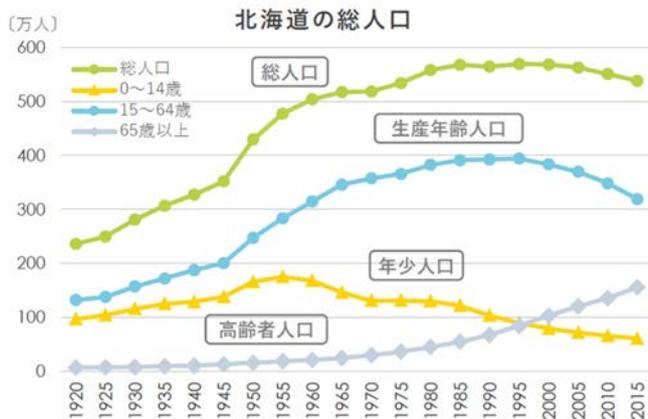
### (2) 目的

本ガイドラインは、皆伐再造林における公益的機能の発揮への配慮と省力化・低コスト化の推進を図るため、林業事業者をはじめ、森林所有者や道、市町村の担当職員が皆伐時に配慮すべき事項、再造林やその後の保育を進める上で考慮すべき省力化・低コスト化に繋がる標準的な手法について提案するものです。

## 参考 本道の将来の人口推計と林業労働者数の推移

### ○本道の将来の人口推計

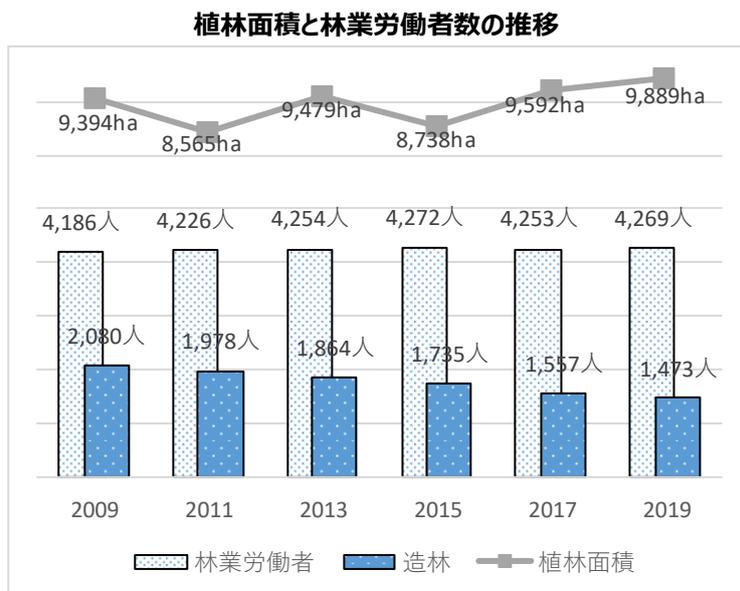
- ・本道の人口は、1997年の約570万人をピークに、全国より約10年早く人口減少局面に入り、2015年の人口はピーク時よりも約32万人少ない538.2万人となっている。
- ・近年女性や高齢者の就業率が高まっているものの、生産年齢人口の減少と高齢化の進展による非就業者の増加により、将来の就業者数は総人口を上回るスピードで減少する。



出典：北海道人口ビジョン（改訂版）（北海道 令和3年）

### ○林業労働者数の推移

- ・過去10年の造林面積と素材生産主体に従事する労働者数は増加傾向にあるが、造林主体の労働者数は減少傾向にある。



北海道林業統計（北海道）、林業労働実態調査報告書（北海道）より作成

## 参考 ふるさとの山づくり総合計画

### ○ 概要

- ・「ふるさとの山づくり総合計画」は、道が策定した要領に基づき、市町村が長期的な視点に立って植林や間伐等の森林整備を計画的に実施するため、令和3年度から令和12年度までの10カ年計画として作成している計画。
- ・本計画では、森林経営管理法や森林環境譲与税を活用した森林整備の状況などを踏まえ、市町村における一般民有林の森林整備を推進する上での目標とする事業量や、市町村ごとに植林作業の省力化に関する目標（植栽本数、機械地拵え作業割合、コンテナ苗植栽）が設定されている。
- ・なお、道では一般民有林における植林に支援する「豊かな森づくり推進事業」を本計画の達成のための事業の一つとして位置づけており、「豊かな森づくり推進事業」を活用する市町村は、本計画の作成が必要。

### ○ 策定状況

- ・令和4年1月末現在、全道で158市町村が計画を策定済み

### ○ 省力化の目標（道の指標）

区分	実績(R1)	目標(R12)	備考
①平均植栽本数	2,000本/ha	1,800本/ha	平均植栽本数を200本/ha減少
②機械地拵え割合	45%	70%	機械地拵えの比率を25%向上
③コンテナ苗植栽	247ha	900ha	植栽面積の9%

### ○ 振興局別目標値の集計

振興局	植栽面積(ha)			省力化目標								
	前期	後期	合計	平均植栽本数(本/ha)			機械地拵え割合			コンテナ苗植栽		
	R3-R7年度	R8-R12年度		実績	目標	差	実績	目標	差	実績	目標	差
渡島	2,330	2,826	5,156	2,283	1,999	-285	46%	67%	20%	0%	6%	6%
檜山	852	992	1,844	2,320	1,957	-363	6%	37%	32%	0%	11%	11%
後志	1,236	1,307	2,543	2,248	2,057	-191	41%	67%	25%	0%	6%	6%
胆振	2,257	2,324	4,581	2,083	1,862	-221	8%	33%	25%	0%	8%	8%
日高	2,107	2,426	4,533	2,069	1,893	-176	2%	18%	16%	0%	3%	3%
石狩	481	543	1,024	2,008	1,809	-199	36%	75%	39%	0%	13%	13%
空知	2,099	2,400	4,499	2,083	1,892	-191	85%	91%	6%	2%	10%	8%
上川	5,026	5,765	10,791	2,013	1,832	-181	90%	94%	4%	1%	10%	10%
留萌	1,049	1,211	2,260	1,821	1,770	-51	1%	10%	9%	0%	9%	9%
宗谷	2,665	2,724	5,389	1,888	1,831	-57	92%	95%	3%	0%	14%	14%
オホーツク	9,613	11,047	20,660	1,858	1,776	-82	47%	60%	13%	6%	11%	4%
根室	1,207	1,324	2,531	2,463	1,794	-670	34%	77%	43%	0%	11%	11%
釧路	2,941	3,377	6,318	1,936	1,734	-202	41%	54%	13%	9%	35%	26%
十勝	9,177	9,909	19,085	2,001	1,818	-183	17%	44%	27%	1%	10%	9%
合計	43,040	48,175	91,214	2,009	1,832	-177	43%	60%	17%	2%	11%	9%

※数値は振興局ごとの平均値（植栽面積を重みづけとした加重平均）

※「実績」はR1時点での実績値、「目標」は市町村が設定したR12時点の目標値

## 2 取組方針

人工林の皆伐再造林の実施にあたり、各主体は次のとおり、取り組むよう努めることとする。

### (1) 公益的機能の維持増進への配慮

事業者及び森林所有者は、適正な伐採・搬出に向け、市町村森林整備計画をはじめとする森林計画制度の規定を遵守し、土砂災害防止や生物多様性保全等の公益的機能の維持増進を図る。

### (2) 造林・保育作業の省力化・低コスト化

事業者は森林所有者の再造林意欲の喚起と事業の継続に向け、ふるさとの山づくり総合計画で定めた地域の目標を達成するため、低密度植栽や造林作業の機械化、コンテナ苗の使用の推進など、造林・保育作業の省力化・低コスト化に取り組む。

#### 参考 特に効率的な施業が可能な森林の設定について

森林資源の持続的な利用を図るためには、林木の生育に適しており、路網が整備されているなど、効率的な施業が可能な森林において、再造林を促進していく必要があります。令和3年6月に閣議決定された森林・林業基本計画では、市町村森林整備計画におけるゾーニングに際して、木材生産機能維持増進森林の区域の中に、林地生産力が高く、林道等からの距離が近い森林などを「特に効率的な施業が可能な森林」に設定することとされました。当該森林では、皆伐後に原則植栽することを森林経営計画の認定要件とするほか、伐造届が提出された場合には、植栽による更新を促すこととされています。

主伐後の再造林を確保し、育成単層林を維持していくためには、造林作業の省力化等に加え、地域における造林適地の選定も重要となっています。

### 3 伐採・搬出時の留意事項

#### (1) 伐採の方法及び区域の設定

- ①保護樹帯の設定等
- ②野生生物の営巣等への配慮
- ③保残伐施業の事例（道有林）

#### (2) 集材路・土場の計画及び施工

- ①林地保全に配慮した集材路・土場の配置・作設
- ②生物多様性と景観への配慮

本項では、「主伐時における伐採・搬出指針の制定について（令和3年3月16日付け2林整整第1157号林野庁長官通知）（以下、「林野庁指針」という。）」の主な事項を補足し、公益的機能の発揮に配慮した伐採について解説しています。

### 3 - (1) - ①. 伐採の方法・区域の設定 - 保護樹帯の設定等

#### 林野庁指針3の②

林地の崩壊の危険のある箇所、溪流沿い、尾根筋等については、森林所有者等と話し合い、林地の保全及び生物多様性の保全に支障が生じないよう、伐採の適否、択伐、分散伐採その他の伐採方法及び更新の方法を決定する。

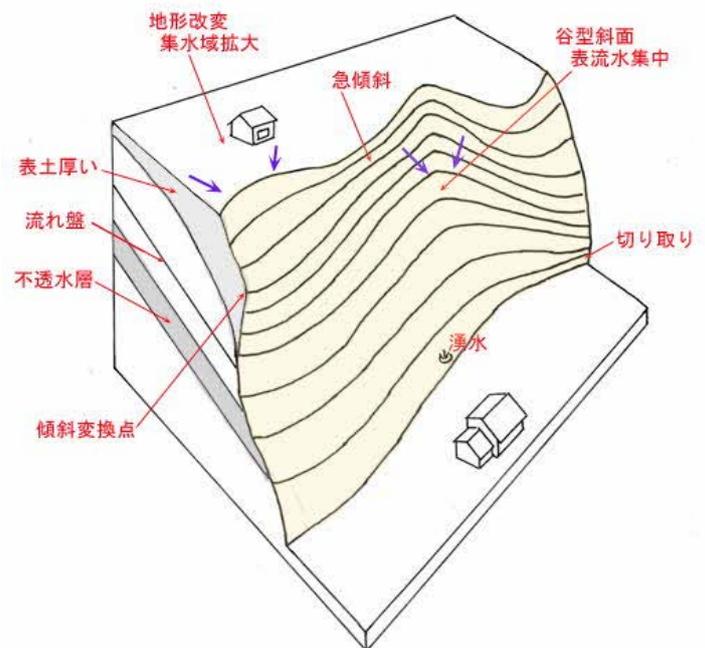
#### 林野庁指針3の④

林地の保全及び生物多様性の保全のため、保残する箇所・樹木を森林所有者等と話し合い、必要に応じて溪流沿い、尾根筋での保護樹帯の設定、野生生物の営巣に重要な空洞木の保残等を行う。

- 林地崩壊の危険のある個所では伐採の適否や伐採方法などの検討が必要です。崩壊発生源は谷地形の頭部や谷壁斜面など水が多く集まる地形に多く、このような個所では間伐による適正な密度管理により、根系の発達を促すことも選択枝になります。発生源を特定するには、地形の凹凸を詳細かつ容易に把握できる立体可視化図を用いるのが理想的です。このような図が無い場合は、地形図でも可能ですが、できる限り縮尺の大きいものを使用してください。

- 大雨による斜面崩壊が発生しやすい箇所には、次のようなところが挙げられます。
  - 急傾斜地（傾斜角 30 度以上）
  - 斜面の途中で傾斜が突然急になるところ（遷急点）
  - 谷型（凹型）斜面
  - 上方に広い緩傾斜地を持つ斜面

図 崩壊危険斜面

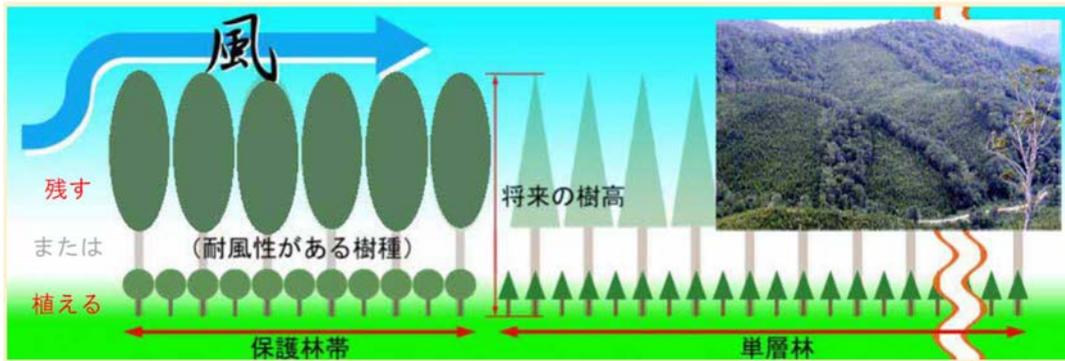


出典：国立研究開発法人 防災科学技術研究所 自然災害情報室  
([https://dil.bosai.go.jp/workshop/03kouza\\_yosoku/06houkai.html](https://dil.bosai.go.jp/workshop/03kouza_yosoku/06houkai.html))



土砂流出防止機能の高い森林づくり指針（林野庁 平成 27 年）  
→崩壊の発生しやすい地形の見分け方や、崩壊発生域、土砂移動域、土砂堆積域に区分した森林整備の考え方を解説しています。

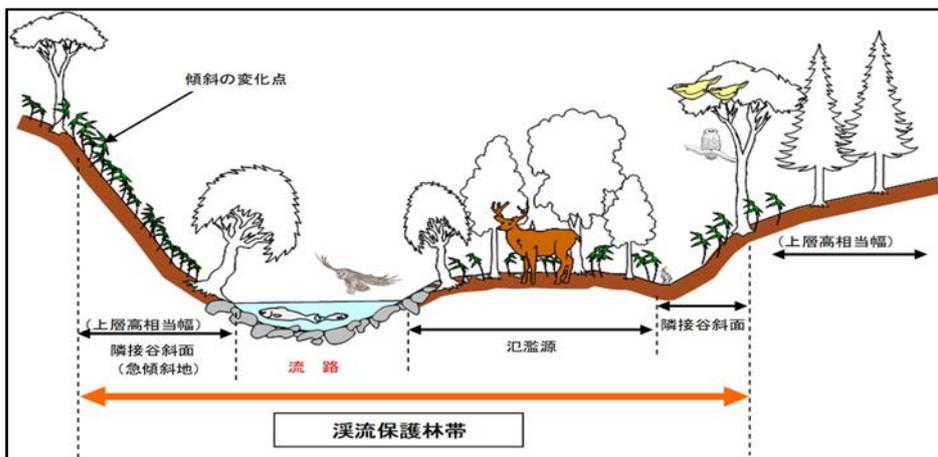
- 尾根筋は台風などにより強い風が発生しやすく、風倒木被害のリスクがあることから、保護樹帯を設定するよう努めます。樹高の2倍程度の幅の保護樹帯を設けると、隣接する単層林は風の被害を受けにくくなります。



出典：「風倒木被害のリスクを軽減する森林づくり」（北海道 平成 30 年）

- 溪流沿いの林地は斜面上部で発生した崩壊土砂の捕捉のほか、溪流への餌となる有機物の供給、日射遮断、隠れ場形成など生物の生息場の保全、水質浄化といった多機能をもっています。生態学的には最低限必要な幅は最大樹高程度（20～30m）といわれており、川沿いに連続した林地を確保する視点で、溪流沿いに樹高程度の幅の保護樹帯を設定するよう努めましょう。

図 保護樹帯のイメージ（横断面図）



出典：「道有林の森林施業指針」（北海道 平成 30 年）

表 必要な河畔林の幅

生態学的機能	河畔林帯の必要幅				
1. 日射遮断	[Red bar from 0 to 50]				
2. 有機物供給(落葉、落下昆虫)	[Red bar from 0 to 50]				
3. 倒流木供給	[Red bar from 0 to 50]				
4. 細粒土砂の捕捉	[Red bar from 0 to 100]				
5. 栄養塩の除去(水質浄化) 窒素・リン	[Red bar from 0 to 50]				
6. 水生生物の生息場 (魚、水生昆虫)	[Red bar from 0 to 100]				
7. 陸生動物の生息場 (鳥類、爬虫類、両生類、哺乳類)	[Red bar from 0 to 200]				
(高橋ほか、2003より)	0	50	100	150	200(m)

出典：「河畔林の働きとつくり方」（北海道立林業試験場 平成 17 年）

## 林野庁指針3の⑤

気候、地形、土壌等の自然条件を踏まえ、森林の有する公益的機能の発揮を確保するため、伐採の規模、周辺の伐採地との連担等を十分考慮し、伐採区域を複数に分割して一つの区域で植栽を実施した後に別の区域で伐採したり、帯状又は群状に伐採することにより複層林を造成したりするなど、伐採を空間的、時間的に分散させる。

- 「豊かな森づくり推進事業」では、伐採時に土砂流出防止や生物多様性保全等の公益的機能に配慮している場合に、1カ所当たり10ha以内の範囲で、森林経営計画に基づく伐採跡地への植栽を支援の対象としています。

豊かな森づくり推進事業実施要領の運用（令和3年4月1日森整第1306号）抜粋

### 第1 事業の内容

#### 3 要領第2の小面積伐採跡地とは、次のとおりとする。

- (1) 原則一箇所（一小班内又は複数の小班を一つのまとまりとして伐採するときの伐採区域とする。以下同じ。）当たり3ha以内とする。
- (2) 森林経営計画に基づいて伐採された森林は、一箇所当たり5ha以内とする。
- (3) (2)に該当するものであって、次の条件を全て満たす場合は一箇所当たり10ha以内とする。

① 伐採前の現況が人工林であること

② 伐採時に、次に示す森林等の保残に努めることにより、土砂流出防止や生物多様性保全等の公益的機能に配慮していること

- ・河畔林及び溪畔林
- ・湿地や尾根筋等、植栽木の良好な生育が見込めない森林
- ・急傾斜地等、施業の困難な森林
- ・広葉樹が侵入して混交林化した森林
- ・野生生物の営巣や採餌に重要な空洞木など

- 皆伐施業は、地形や位置などによって、残存森林の風倒や土砂の流出などを生じさせる場合があります。また、景観や生態系を一時的に大きく改変することにもなります。これらのリスクも想定し、状況によって大規模な伐採面を連続させないほか、帯状や群状の伐採により複層林へ誘導させることも必要です。

## 写真 複層林の事例

複層林化の取組①



場所：道有林 十勝管理区 浦幌町  
説明：帯状に伐採することで、皆伐面積を小規模に抑えた事例。

複層林化の取組②



場所：後志森林管理署管内国有林  
説明：侵入広葉樹を残すことで、広葉樹の大径木や枯死木を必要とする生物の保全を図る事例。

出典：「生物多様性の保全に配慮した森林施業の手引き」  
(林野庁経営企画課 令和3年)

### 3 - (1) - ②. 伐採の方法及び区域の設定 - 野生生物の営巣等への配慮

#### 林野庁指針 3 の④

林地の保全及び生物多様性の保全のため、保残する箇所・樹木を森林所有者等と話し合い、必要に応じて溪流沿い、尾根筋での保護樹帯の設定、野生生物の営巣に重要な空洞木の保残等を行う。

- 樹洞のある空洞木は哺乳類や鳥類などの営巣に活用され、立枯れ木は腐朽の進行とともに、利用する昆虫や鳥類などの動物相が変化するなど、生物多様性を保全しています。
- 立枯れ木や倒木、空洞木は、長い年月をかけて形成されており、通常の伐期では作り出すことが困難です。林内作業の安全が確保されることを前提に、主伐時に、侵入した広葉樹など一部の木を保残し、老齢木や立枯れ木になるまで保持する方法を検討しましょう。
- なお、立枯れ木の多くは 10 年程度で半数が倒伏します。配置にあたっては林内作業の安全性を十分考慮する必要があります。



立枯れ木に営巣したアカゲラ



樹洞を利用するゴジュウカラ

#### 樹洞を利用する動物

北海道に分布している陸生の在来哺乳類 30 種のうち 17 種、北海道鳥類目録に記載のある鳥類 434 種（うち森林に関わるのは 113 種）のうち 36 種が樹洞を利用しています。



「森林における立枯れ木の管理」（道総研林業試験場 平成 26 年）  
→立枯れ木の定義や保残する意義、管理を念頭に置いた施業体系を解説しています。

### 3 - (1) - ③. 伐採の方法及び区域の設定 - 保残伐施業の事例 (道有林)

- 主伐時に一部の樹木を残すことにより、皆伐では失われてしまう老齢木、大径木などを確保し、多様な生物の生息地としての機能などを維持する伐採方法のことを「保残伐 (または保持伐)」といいます。
- 北海道、森林総合研究所 北海道支所、北海道大学 農学部森林科学科 及び北海道立総合研究機構 林業試験場 は共同で、北海道有林をフィールドに「トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験 (略称：REFRESH)」を実施しています。
- トドマツ人工林内に伐採方法や樹木の保残方法等を変えた 8 通りの実験区を 3 セットずつ設定し、伐採前後を比較して、生物多様性や生態系サービスにどのような変化が生じるかなどについて調査しています。
- これまでの調査により、森林性種の鳥類のなわばり密度が単木保残の保残量が多いほど増加するなど、広葉樹の単木保残は伐採による森林性種の減少を抑制し、群状保残の保残部分は森林性種の避難場所として機能することが明らかになっています。



図1. トドマツ人工林における保残伐施業の実証実験(REFRESH)の8通りの実験区

1 区画の面積は 5～9 ha。

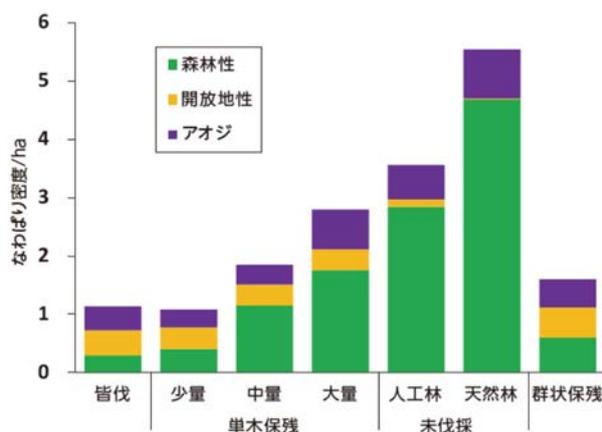


図4. 実験区における伐採1年後の鳥類のなわばり密度

出典：木材生産と生物多様性保全の両立をめざす保残伐施業の実証実験 (尾崎ら 平成 30 年 森林総合研究所研究成果選集 2018)

図2. 単木中量保残区(上)と群状保残区(下)

### 3 - (2) - ①. 集材路・土場の計画及び施工 - 林地保全に配慮した集材路・土場の配置・作設

#### 林野庁指針4の(1)の①

集材路・土場の作設によって土砂の流出・崩壊が発生しないよう、集材方法及び使用機械を選定し、必要最小限の集材路・土場の配置を計画する。

#### 林野庁指針4の(1)の⑦

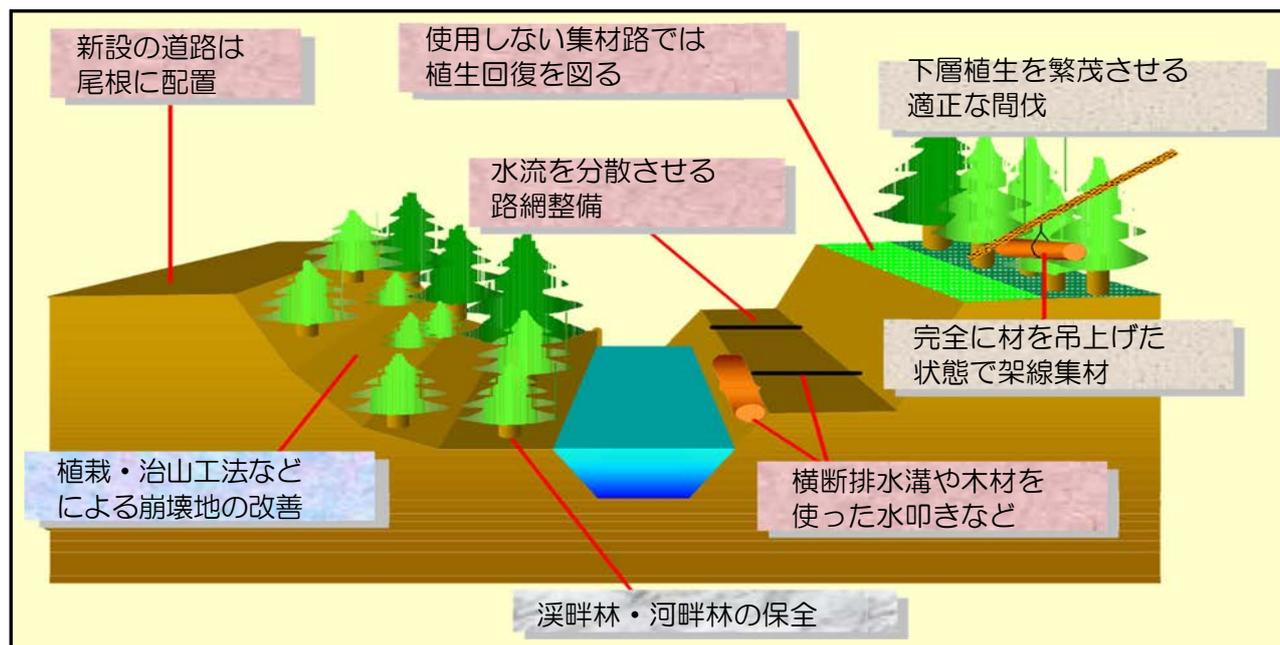
集材路・土場の作設により露出した土壌が溪流へ流入することを防ぐため、一定幅の林地がる過帯の役割を果たすよう、集材路・土場は溪流から距離をおいて配置する。

#### 林野庁指針4の(1)の⑧

集材路は、沢筋を横断する箇所ができるだけ少なくなるように配置する。

- 切り取りのり面からの崩土を抑え、集材路跡地を自然植生で覆うため、のり高を1 m以下にする方法もあります。
- 森林土壌は1時間に1,000mm以上降る雨に相当する水でも吸収できる能力を持っており、その浸透性の高さから川の濁りを防ぐ効果が期待できます。集材路や土場の配置は、できるだけ尾根や緩斜面を中心とし、緩衝林帯を保全することで、流路への土砂の流入を抑える効果があります。
- 溪畔林を保全しなかった皆伐地では、10年後も溪畔林を保全した皆伐地に比べて、溪流内の微細土濃度が高く、大量の土砂を流出し続けた例もあります。下図は、濁水を発生させない配慮についてアイデアをまとめたものです。

#### ○河を濁らせない森づくり



出典：「濁水対策のための森林整備技術マニュアル」（佐藤弘和（2005）北海道立林業試験場）

#### 参照

・濁水対策のための森林整備技術マニュアルクイックガイド（北海道水産林務部 平成17年）  
→伐採後の濁りには集材路が関与していることを簡単に解説しています。北海道水産林務部森林計画課のホームページで公表しています。

### 3 - (2) - ②. 集材路・土場の計画及び施工 - 生物多様性への配慮

#### 林野庁指針4の(2)の①

生物多様性の保全のため、希少な野生生物の生息・生育情報を知った場合には、必要に応じて線形及び作業の時期の変更等の対策を講じる。

- 森林生の希少野生鳥類の事例です。巣を発見した場合には、繁殖への配慮が求められます。

#### ○クマタカ



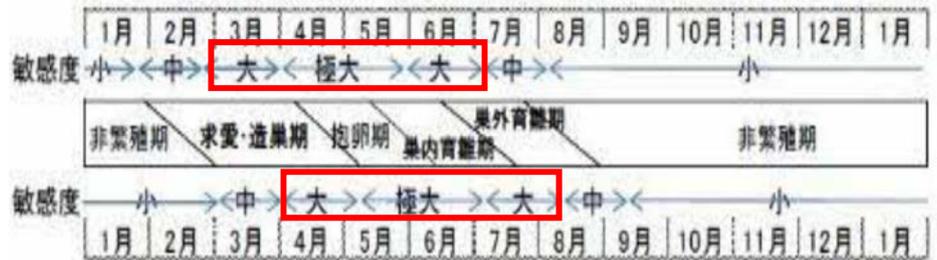
- ・営巣中心域：営巣木から半径 500m 以内
- ・営巣配慮期間：造巣期・抱卵期・巣内育雛における敏感度・大ないし極大の期間



#### ○オオタカ



- ・営巣中心域：営巣木から半径 250m 以内
- ・営巣配慮期間：造巣期・抱卵期・巣内育雛における敏感度・大ないし極大の期間



出典：「生物多様性の保全に配慮した森林施業の手引き」（林野庁経営企画課 令和3年）  
 「クマタカ・オオタカ生息森林の取扱い方針について」（北海道森林管理局 平成30年）  
 「猛禽類保護の進め方（改正版）」（環境省野生生物課 平成24年）

#### ○クマガワ



- ・クマガワ生息森林の保護区域等の設定（北海道森林管理局）
  - （1）**営巣木保護区域**：営巣木を中心とした概ね半径 50m 以内。営巣木の伐採は行わず、周辺においては、間伐または弱度の択伐以外の伐採は行わない  
産卵・抱卵・育雛期間（4～6月）は立ち入りを控えるとともに極力騒音や振動の発生の防止に努める。
  - （2）**緩衝区域**：営巣木を中心とした概ね半径 500m 以内の区域。伐採は択伐及び間伐を原則とする。皆伐の場合、面積は 5ha 以下とし、更新後の平均樹高が 10m に達するまでは隣接した伐区を設定しない
  - （3）**その他の区域**：クマガワの行動圏から営巣木保護区域及び緩衝区域を除いた区域（営巣木から概ね 1,000m 以内）。採餌区域及び営巣候補地であるため、区域内の森林施業に当たっては、営巣候補木及び採餌木（枯損木や倒木も含む）の保存に努める。

出典：「クマガワの生息を確認する方法」（雲野明 平成28年 光珠内季報 No.180）  
 「クマガワ生息森林の取扱い方針」（北海道森林管理局 平成18年）



・生物多様性の保全に配慮した森林施業の手引き（林野庁経営企画課 令和3年）  
 →「生物多様性の保全に配慮する」を具体的に理解し、現場で実践してもらうことを目的に作成された手引きです。

## 4 植栽・下刈時の省力化・低コスト化の手法

### (1) 低密度植栽

- ①メリット・デメリット
- ②材の径級と収支
- ③植栽木の配置
- ④保育との関係

### (2) コンテナ苗植栽

- ①コンテナ苗の概要
- ②メリット・デメリット
- ③植栽方法
- ④省力化・低コスト化効果
- ⑤裸苗との生存率等の比較

### (3) 機械地拵え・下刈り

- ①メリット・デメリット（機械地拵え）
- ②事例と生産性、実施条件（機械地拵え）
- ③事例と生産性、実施条件（下刈り機械）
- ④先進的造林技術の実証事例

本項では、既往の指針や手引き等から、植栽・下刈り時の低コスト化の手法について整理したほか、先進的な取組事例を紹介しています。

#### 4 - (1) - ①. 低密度植栽 - メリット・デメリット

低密度植栽によって、植栽や保育の低コスト化や、風倒害リスクの軽減が図れます。  
ただし、獣害や寒風害の危険性が高い地域では注意が必要です。

- 低密度植栽とは、従来 2,000 本/ha 程度の密度で植栽していたものを、1,000 本/ha から 1,500 本/ha 程度の密度で植栽し、間伐の回数を減らして主伐に至る施業を想定するものです。
- 成林や木材利用に影響が少ないとされる植栽密度は以下のとおりです。ただし、補助事業で採択されるには 1,500 本/ha 以上（グイマツ F1 は 1,000 本/ha 以上）の植栽が必要です。
  - スギ：1,000 本/ha～1,500 本/ha 以上
  - カラマツ、グイマツ F1：1,000 本/ha 以上
  - トドマツ：1,500 本/ha 以上
  - アカエゾマツ：1,500 本/ha 以上
- 低密度植栽により、植栽時の苗木代や植付にかかる労務費の低減、主伐までに必要な間伐回数の削減が可能となります。また、苗木の間隔が広くなることにより下刈りを効率的に行える可能性があるほか、耐風性が向上するため風倒害が発生しにくくなります。
- 低密度植栽により生産される立木は梢殺（うらごけ）の樹幹になりやすく、枝も太くなりやすい一方、肥大成長が促されます。節により集成材ラミナの等級が下がる可能性はありますが、保育間伐を省略することができます。
- 植栽密度は樹高成長や活着率には影響しませんが、獣害や寒風害などによる枯死が発生すると、植栽木による成林が危うくなる可能性があるため地域によっては注意が必要です。

● 表 低密度植栽のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> <li>・苗木代や植付に係る労務費を低減できる</li> <li>・下刈りの作業時間を削減できる可能性がある</li> <li>・間伐（保育間伐）の回数が削減できる</li> <li>・肥大成長が促される</li> <li>・耐風性が向上する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・獣害や寒風害などによる枯死が発生すると、その後の成林が危うくなる可能性がある</li> <li>・梢殺（うらごけ）になりやすい</li> <li>・枝が太くなり、集成材ラミナの等級が下がる等の可能性がある</li> </ul>



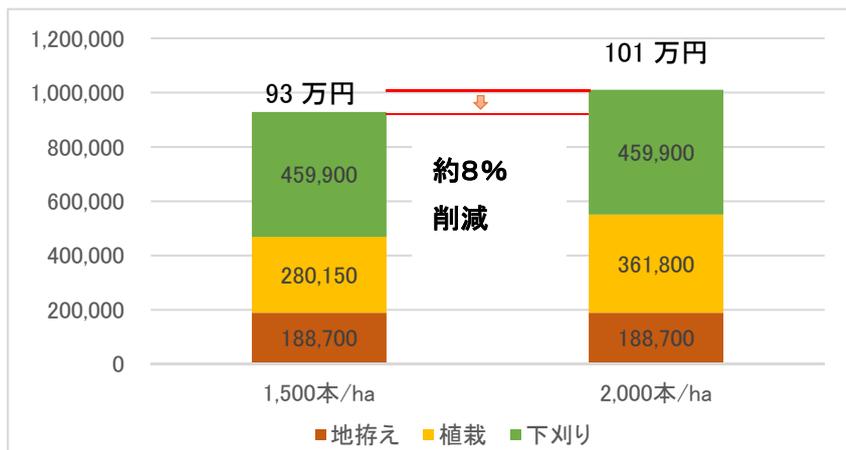
「スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針」（林野庁 令和 2 年）  
→全国の事例及び試験地での調査結果をもとに、スギ、ヒノキ、カラマツの低密度植栽における初期の植栽木の生育状況や初期コストなどについてとりまとめられています。  
「風倒害に強い森づくりのために」（道総研林業試験場 令和 3 年）  
→風倒害が起きやすい地形や風倒害を低減する森林施業についての研究成果をとりまとめています

#### 4 - (1) - ②. 低密度植栽 - 材の径級と収支

植栽本数の違いによる主伐までの出材量にはあまり差がない一方、植栽本数が少ないほど太い径級の材が多くなります。

- カラマツの植栽本数による植栽・保育コストや主伐までの出材量、得られる材の径級の違いを調べるため、複数の条件で収支シミュレーションを行った結果、以下のことが示されました。
  - 植栽本数が少ない場合には苗木代や植付、保育間伐の費用が低減されるため、全体のコストが低く抑えられます。
  - 2,500 本/haと2,000 本/ha 以下とで総収穫量に大きな差がありませんでしたが、材の径級は低密度の方が太い傾向にあります。
- 低密度植栽により枝が太くなる結果、製材に含まれる節の大きさや数が増大すると、集成材ラミナや2×4材における等級の低下や、合板用単板におけるハネ品割合が増加する可能性があります。

図 植栽本数による植栽・保育コストの違い（カラマツ）

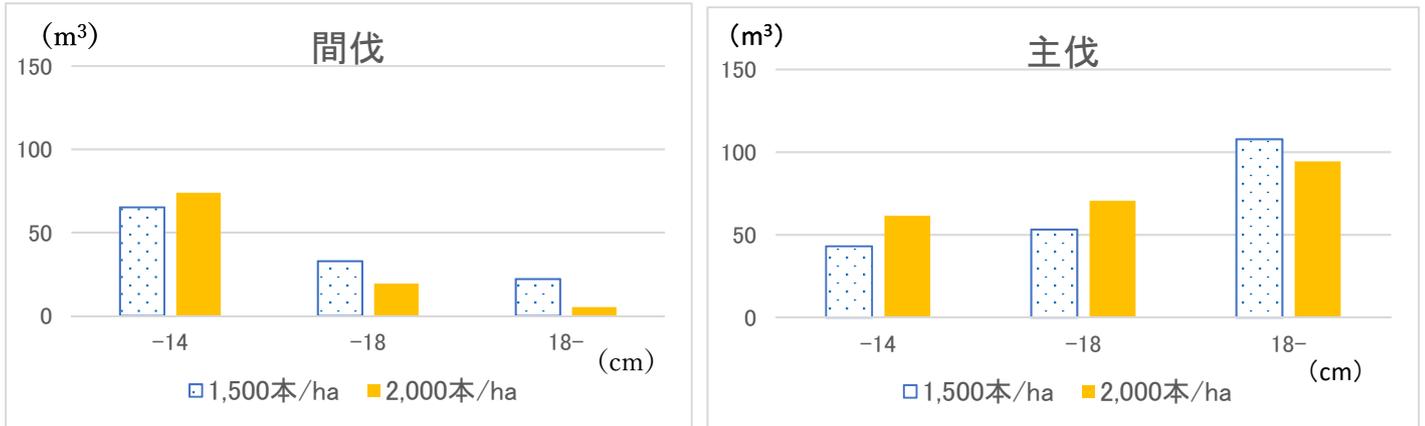


植栽本数を減らすことにより、苗木代と植付費用が軽減され、全体としての造林コストが低く抑えられる。

表 収支シミュレーション結果（カラマツ収穫予測ソフト使用）

植栽本数 (本/ha)	主伐	保育 間伐	利用 間伐	総収穫量 (m <sup>3</sup> )	主伐時 平均直径 (cm)	費用 (千円)	補助金 (千円)	売上 (千円)	利益 (千円)
1,500	40年	なし	3回	342	25.2	3,760	1,859	3,134	1,233
2,000	40年	なし	3回	344	23.2	3,988	1,948	3,033	993
2,500 (参考)	40年	1回	3回	312	23.0	4,017	2,126	2,741	849

図 径級ごと出材量



植栽本数が少ない方が、径級の太い材が多い傾向にある。

※カラマツ、地位指数 24 ( I 等地 )、40 年での主伐における予測 (カラマツ収穫予測ソフト使用)。

シミュレーションの設定条件

樹種	カラマツ
地位	I 等地 (地位指数24)
傾斜	傾斜地 (10度以上)
地拵え	全刈り機械地拵え
苗木	裸苗・1号苗
仕立て方	中庸仕立て
下刈り	3年間 (2年目のみ2回刈り)
枝打ち	初回間伐時に実施
採材方法	材長3.65m、追い上げ0.3m
費用	直接費 (主伐以外: R3標準単価、主伐: 4,500円/m³) + 間接費31%
木材価格	R3年4月時点の値を使用。なお、直径10cm以下及び追い上げ材はバイオマスとしての利用 (バイオマスの価格が不明のため、パルプの価格を使用)
補助率	地拵えと植栽は94% (公共 + 道単独)、それ以外は68% (公共のみ)

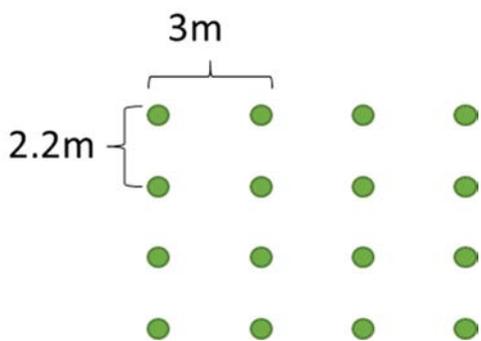
上記試算はカラマツ収穫予測ソフト (道総研林業試験場) を活用しています。

#### 4 - (1) - ③. 低密度植栽 - 植栽木の配置

植栽後の保育作業を想定して、最適な配置となるよう工夫しましょう。

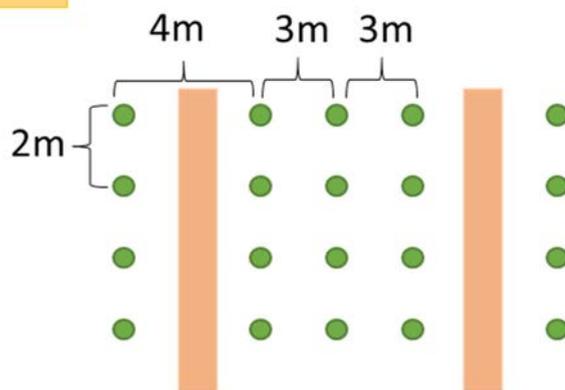
- 低密度植栽をする場合の植栽木の配置例を示します。
- 下刈りや間伐などの保育作業を想定した配置となるよう工夫が必要です。
  - 効率的な下刈りが行えるよう、刈り払い機の刈り幅（1.5～2m）やその倍数に合わせた列間とします。
  - 機械を使用する場合には、機械に合わせた列間にするなど工夫が必要となります（27 ページ参照）。
  - 間伐時に高性能林業機械の使用を想定する場合、走行時の幅は一般的に5m 必要です。

全刈地拵

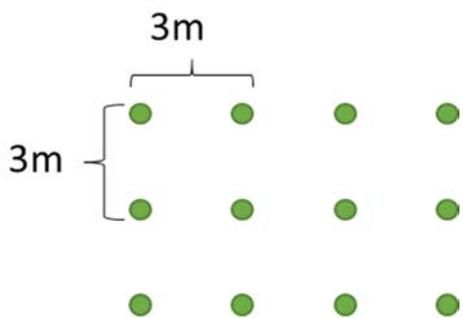


$$3 \times 2.2 \rightarrow 1,515 \text{ 本/ha}$$

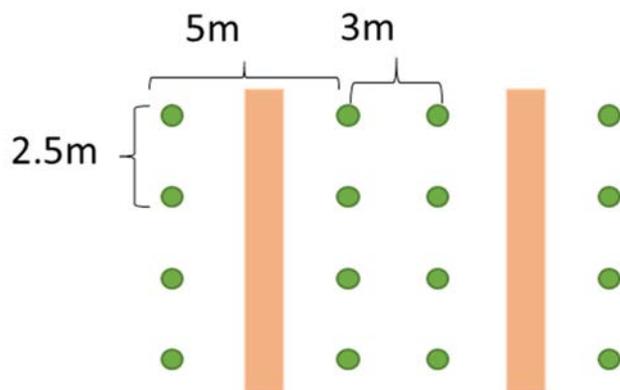
筋刈地拵



$$2.0 \times (4.0 + 3.0 + 3.0) / 3 \rightarrow 1,500 \text{ 本/ha}$$



$$3.0 \times 3.0 \rightarrow 1,111 \text{ 本/ha}(\ast)$$



$$2.5 \times (5.0 + 3.0) / 2 \rightarrow 1,000 \text{ 本/ha}(\ast)$$

※ グイマツ F1 またはクリーンラーチを想定



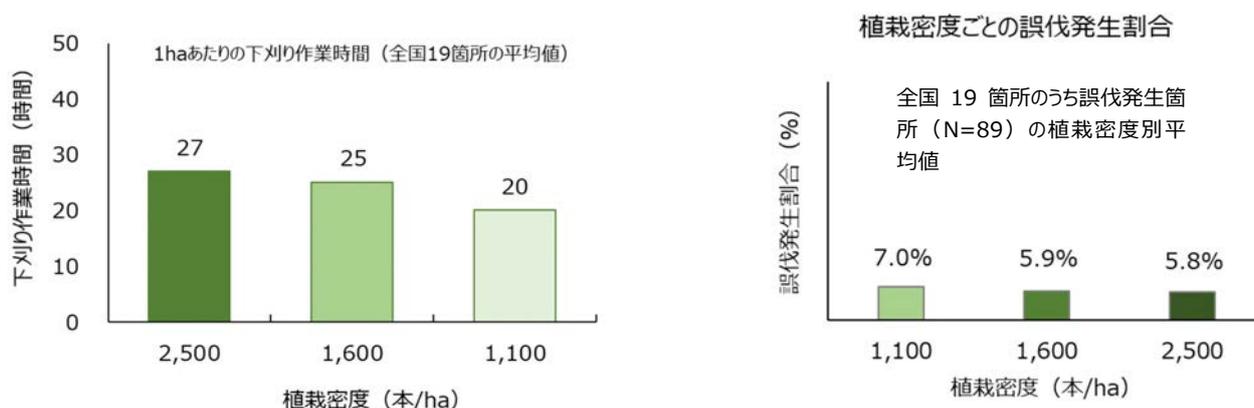
「植える本数を減らしてみませんか」（北海道 平成 18 年）  
 →低コスト林業の実現に向けた、グイマツ F1 の施業体系についての技術情報を解説しています。

#### 4 - (1) - ④. 低密度植栽 - 保育との関係

低密度植栽により下刈り作業時間を短縮できる可能性があります。

誤伐の発生率も高くはありませんが、植えた苗木を減らさないために丁寧な保育を心がけましょう。

- 植栽密度が低い方が植栽木の間隔が広いため、下刈り作業時間が短い傾向がありました。
  - 低密度植栽により、下刈りの作業時間を短くし、下刈り人工を軽減させることが期待できます。
- 植栽密度の違いによる誤伐の発生への影響はほとんどありません。
  - 植栽木の間隔が普段と異なるため、誤伐の可能性が高まるとの懸念がありますが、実際にはほとんど違いがありませんでした。
  - 誤伐の発生は植栽密度ではなく、場所ごとの雑草木の繁茂状況に大きく影響されます。
  - 一方で、もともと少ない苗木を減らさないためにも、誤伐を避けるための工夫（カラーテープの設置など）をしながら丁寧な保育に心がけましょう。



出典：「低密度植栽で低コストで効率的な再造林を目指す！」（林野庁 令和2年）

- 植栽密度の違いによる下刈り年数への影響もありません。
  - 低密度植栽では通常と比べて林冠閉鎖が遅くなりますが、下刈りが必要な年数には違いがありませんでした。
  - 下刈りが必要かどうかは植栽木の成長と雑草木の組成や再生力によって決まります。
- 低密度植栽では初回の切り捨て間伐が不要となり、間伐回数を減らすことも可能です。
- 一方、林冠閉鎖が遅れるためツル類が巻き上がるリスクが高くなる懸念があるほか、通常よりも枝が太くなるので材質低下を防ぐためには枝打ちが必要となります。
- また、食害による本数の減少を防ぐため、野ねずみ被害を受けやすい樹種（カラムツ、スギ等）を植栽する場合は、殺そ剤の使用や、林地に枝条などの隠れ場所を残さないなどにより野ねずみの数を抑える必要があります。

参照

「スギ・ヒノキ・カラムツにおける低密度植栽のための技術指針」（林野庁 令和2年）

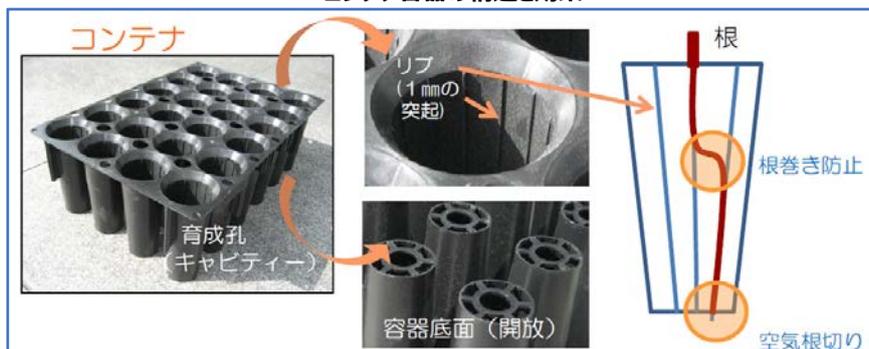
→全国の事例及び試験地での調査結果をもとに、スギ、ヒノキ、カラムツの低密度植栽における初期の植栽木の生育状況や初期コストなどについてとりまとめられています。

#### 4 - (2) - ①. コンテナ苗植栽 - コンテナ苗の概要

コンテナ苗とは、専用の容器で育成された根鉢付きの苗で、植栽適期の拡大等への期待から、年々生産量は増加しており、道内では令和 2 年度には 178 万本が生産されています。

- コンテナ苗とは、マルチキャビティコンテナとよばれる樹脂製の育苗容器（コンテナ容器）を用いて育成した、根鉢付きの苗のことです。
- コンテナ容器には複数の育成孔があり、その内側に設けられた縦筋状の突起（リブ）や細長い隙間（スリット）により根巻きが発生しづらく、底面の開放による根切りの効果があることから、細根が発達した根鉢が形成されます。
- 根鉢により乾燥ストレスを受けにくく、裸苗よりも植栽適期が長い等の特徴があります。
- 日本では、伐採から造林までを一体的に行う「伐採と造林の一貫作業システム」の構築のために導入され、平成 20 年度から生産が開始されました。生産量は年々増加しており、令和元年度には山行苗木全体の 3 割を占めるようになっています。
- 北海道では平成 23 年度から生産が開始され、令和 2 年度には 24 者が生産に取り組み、178 万本が生産されています。道では、令和 2 年 3 月に、「北海道コンテナ苗利用拡大推進方針」を策定し、令和 10 年度までに 300 万本を利用・生産することを目標に掲げ、利用の推進や増産に取り組んでいます。

コンテナ容器の構造と効果



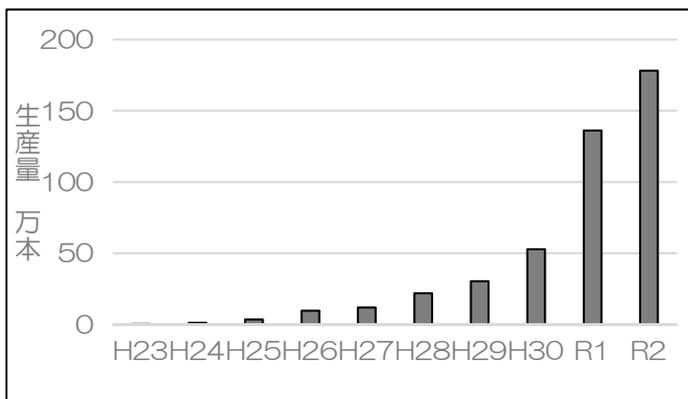
※出典：「コンテナ苗基礎知識」（林野庁 平成 30 年）

全国の苗木生産量



※出典 「令和 2 年度森林・林業白書」（林野庁 令和 2 年）

北海道のコンテナ苗木生産量



※出典 北海道水産林務部森林整備課調べ



「コンテナ苗基礎知識」（林野庁 平成 30 年）

→コンテナ苗の基本的な性質や、生産・植栽技術について解説しています。

#### 4 - (2) - ②. コンテナ苗植栽 - メリット・デメリット

コンテナ苗は、乾燥ストレスに強く、植栽適期が長いことや仮植を要しない等のメリットがあります。一方で、運搬に手間がかかることや、価格が割高であるというデメリットもあります。

- コンテナ苗の根鉢は小さく、裸苗よりも植穴が小さくてすむため、植付の省力化が図れます。
- 根鉢があるため乾燥ストレスに強く、特に条件の悪い土壌における生存率の高さが期待できます。また、裸苗よりも長い期間（積雪期を除く）植栽を行うことができます。ただし、植栽前後に強い乾燥ストレスにさらされた場合には生存率が低下するといった結果も得られているため、植付時の気象・土壌の状況に留意する必要があります。

カラマツ：7月～10月植栽で高い生存率を確認（道有林・林業試験場）

トドマツ：7月～9月植栽で高い生存率を確認（国有林）

- 現地での仮植が不要で、保管等の管理が容易です。
- 根鉢があるため苗木が重く、道路から植栽場所までの運搬（小運搬）に係る負担が裸苗よりも大きくなります。
- 令和3年度現在のコンテナ苗の価格は裸苗の1.2～1.4倍と割高になっています。

表 コンテナ苗植栽のメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> <li>・根鉢が小さく植えやすい</li> <li>・乾燥ストレスに強く、植栽適期が長い</li> <li>・現場での仮植が不要で管理が容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・苗木価格が高い</li> <li>・根鉢付きで運搬に手間がかかる</li> </ul>

カラマツ月別植栽コンテナ苗の生存率（林業試験場\_三笠市）

植栽月	生存率(%)注1
5	81
6	62 注2
7	22 注2
8	97
9	90
10	85

注1 5～8月は植栽当年10月、9～10月は植栽翌年10月の生存率を調査した結果。  
注2 6～7月の生存率が低いのは、7月の降水量がかなり少なかった影響と考えられる。

※出典 「異なる時期に植栽したカラマツコンテナ苗の生存率，成長および整理生態特性」(原山ら 平成28年 日本森林学会誌 98)

樹種別活着率（国有林\_下川町・道有林\_美深町、土別市）

樹種	地区	苗木	植栽時期			
			5月	7月	8月	9月
トドマツ	美深	コンテナ苗	88% (120)	73% (60)	-	-
		普通苗	92% (120)	-	-	-
		下川	コンテナ苗	-	100% (50)	96% (50)
カラマツ	土別	コンテナ苗	78% (120)	90% (60)	-	-
		普通苗	83% (120)	-	-	-

※出典 「検証！コンテナ苗の夏季植栽 ～道北の道有林・国有林の取り組み～」(津田ら 平成26年)  
<https://www.rinya.maff.go.jp/hokkaido/kikaku/pdf/25happvous 11.pdf>



「カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ苗運搬・植栽システム」(道総研林業試験場・林産試験場 平成31年)  
→北海道に適したカラマツコンテナ苗の生産方法、運搬・植栽方法について紹介しています。

#### 4 - (2) - ③. コンテナ苗植栽 - 植栽方法

専用器具を使用することで、コンテナ苗の植栽はより効率的になります。

クワを使用する場合も、一鍬植えをすることで効率的な植栽を行うことができます。

- コンテナ苗の植付作業は、唐クワまたは専用器具で行います。専用器具の使用には熟練を要しません。
- 植付時には、器具で土壌を固めすぎないこと、根鉢と土の間に隙間ができないようにすること、苗が浮き上がらないように適切な深さで植えることに注意する必要があります。

#### 各器具の特徴

器具名	使い方	メリット	デメリット
①アースオーガ (穴掘り機)	動力によりらせん状のドリルが回転し、 地中にねじり込むように穴を開ける	・様々な土壌条件に対応	・重量があり傾斜地での移動が大変 ・電動では充電環境が必要
 <p>エンジンタイプ</p>  <p>電動タイプ</p>		 <p>植え穴</p>	
②ディンプル ・踏み鍬	先端が根鉢の形になっており、土壌に 押し込むことで穴を開ける 中空のタイプとそうでないタイプがある	・土壌に押し込むだけでよいため、 効率的な作業が可能	・堅密な土壌や根茎等の多い土壌には不向き ・中空でないタイプの場合、 重量があり移動が大変 ・中空タイプの場合、火山灰 等の土壌には不向き
  <p>ディンプル (中空でない)</p> 		 <p>中空タイプ</p>	

器具名	使い方	メリット	デメリット
③スペード	先端が尖っており、地面に突き刺して前後左右に動かすことで穴を開ける	・先端で根茎等を切断することができるため、様々な土壌条件で対応可能	・苗木の根系に合った植え穴を作りにくい
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>スペード</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  <p>海外製</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>回すタイプ（先端が半円状）</p>  </div> </div>			
④プランティングチューブ	(ア)先端を閉じた状態で土壤に差し込み、(イ)ペダルを踏んで先端を開けて、(ウ)苗木を落とし込むことで(エ)、植付が可能	・かがみ込んだり腰を曲げる動作が不要なことから労力負担が少ない	・地被物の多いところや堅密な土壌には不向き ・作業工程が多く、他の器具よりも作業能率が低い
<p style="text-align: center;">使用方法</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(ア)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(イ)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(ウ)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(エ)</p> </div> </div>			

●一鍬植え（丁寧植えの対照語）

クワを地面に突き刺して植え穴を開け、苗木を植える

※コンテナ苗は、根鉢と土壌が密着すればよいため、裸苗のように土壌の耕耘、掘取り、土入れの工程は不要



「コンテナ苗基礎知識」（林野庁 平成 30 年）  
「異なる植栽器具使用時のコンテナ苗の植栽能率」（猪俣雄太ら 平成 28 年 日本森林学会誌 98）  
→コンテナ苗植栽に係る各植栽器具の工程ごとの作業能率に係る検証結果についてまとめています。

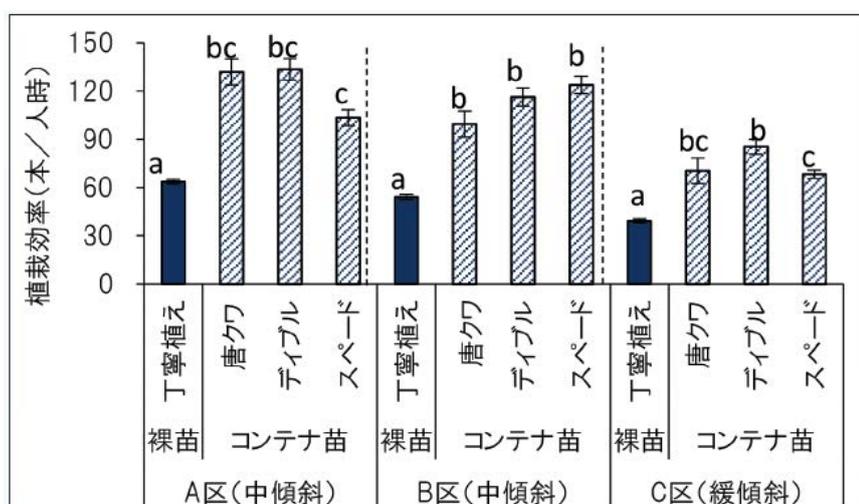
## 4 - (2) - ④. コンテナ苗植栽 - 省力化・低コスト化効果

コンテナ苗は裸苗よりも植付作業の効率が高くなります。

小型運搬機を使用すると、人工数を半分近く低減できる可能性があります。

- コンテナ苗は根鉢が小さく、大きな植穴を開ける必要がないことや、ある程度形が均一なことから、裸苗よりも植付の作業効率が高くなります。また、地形や土壌等の条件にあった器具を用いることで、さらに作業効率を高めることができる可能性があります。
- コンテナ苗は小運搬の負担が大きですが、小型運搬機等を使用することで負担の軽減や効率化を図ることが可能です。

植栽器具の違いによる作業効率の比較



※出典 「コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開 ～実証研究の現場から～」 (北海道 平成 28 年)

### 小運搬に係る工程調査結果 (苗木 1000 本当たり)

既存方法		作業システム4	
器具等	人工数 (人・日)	器具等	人工数 (人・日)
苗木袋	1.06	小型運搬機	0.59

なお、当該調査で使用している小型運搬機は除雪機を改良したもの

※出典 「カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ苗運搬・植栽システム」 (林業試験場・林産試験場 平成 31 年)

### 実際に活用されている小型運搬機の例



【規格 (参考)】  
 機械重量 : 2460kg  
 最大積載量 : 3000kg  
 エンジン出力 :  
 37.4kW (50.8PS)  
 / 3200rpm

### ●ドローンによる苗木運搬 (参考)

林野庁によるドローンを活用した苗木運搬の実証の結果、植栽地までの運搬往復時間・距離等が長い場所では、効率化が図られる傾向が示されています。

一方で、機体の購入費に加え、維持管理費が年間約 200 万円程度かかることから、さらに、操作体制等を踏まえたコスト分析についても検証を進めていく必要があります。

【群馬県東吾妻町におけるカラマツコンテナ苗の運搬例】

機種名	EAGLE15	EAGLE24
機体価格	約300万円	約360万円
販売店	(株)DroneWorkSystem	
運搬可能量	15kg	24kg
最大使用可能時間	20分	
操縦者	2名	
補助者	2~3名	
人工数 (苗木1000本当たり)	1.4人・日	1.0人・日

※出典 「令和 2 年度 ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業」 (林野庁 令和 3 年)

### 参照

「コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開 ～実証研究の現場から～」 (森林総合研究所 平成 28 年)  
 →低コスト再造林を見据えたコンテナ苗の成長特性や植栽適期、植栽方法等に係る検証結果について解説しています。  
 「令和 2 年度 ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業」 (林野庁 令和 3 年)  
 →ドローンを活用した低コスト・省力的な造林技術の活用事例や実証結果等についてまとめています。

#### 4 - (2) - ⑤. コンテナ苗植栽 - 裸苗との生存率等の比較

コンテナ苗は規格が小さいものの、生存率や初期成長は基本的に裸苗と劣らず、特に条件の悪い土壌における生存率は裸苗よりも高い傾向を示します。

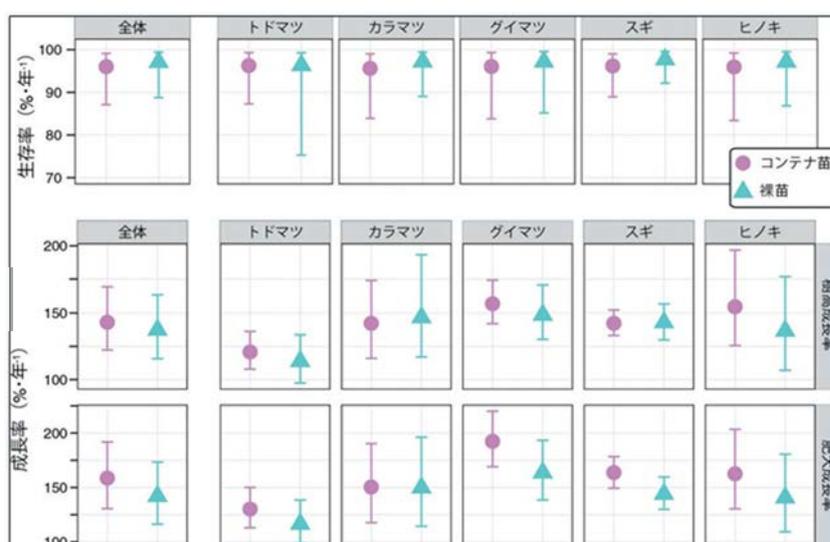
- コンテナ苗は裸苗と比べて規格が小さく設定されていますが、全国的に、生存率及び平均成長率は裸苗に劣らないという結果が出ています。
- 特に条件の悪い土壌（礫が多い土壌など）における生存率は裸苗よりも高い傾向を示しており、植栽本数の低減が期待できます。
- 一方で、規格が小さいため、下刈り時の誤伐には留意が必要です。

カラマツ 1 号の規格の比較

(裸苗・コンテナ苗)			
苗木区分	H/D 以下	根元径 mm上	苗長 cm上
裸苗	70	10	50
コンテナ苗	-	5	30



コンテナ苗と裸苗の生存率と樹高・肥大成長率の比較（全国）



※出典 「コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開 ～実証研究の現場から～」  
(森林総合研究所 平成 28 年)

土壌条件ごとの 1 成長期後の平均生存率（一般民有林）

土壌条件	施行地数	生存率(平均)		調査対象樹種※
		コンテナ苗	裸苗	
礫有り(多)	4	95.3	84.5	アカエゾマツ・トドマツ・グイマツ
礫有り(少)	2	97.0	83.0	アカエゾマツ・クリーンラーチ
粘土	2	99.0	66.0	アカエゾマツ
通常(褐色森林土)	13	90.9	95.1	カラマツ・クリーンラーチ
計	21	93.1	89.1	

#### 4 - (3) - ①. 機械地拵え・下刈り－メリット・デメリット（機械地拵え）

地拵えの低コスト化には機械地拵えを検討してみましょう。

機械化にあたっては、メリット・デメリットの両方を考慮する必要があります。

- 北海道の地拵え経費は、下刈りまでの造林作業経費全体の 40～60%と大きな割合を占めます。この作業を機械化することは、造林作業の大きな省力化・低コスト化につながります。
- 人力地拵えに比べ、機械地拵えは作業員の安全性や快適性も高めることができる事に加え、一人で作業が可能なため、担い手不足の解消にもつながります。
- 機械地拵えは人力地拵えと比べると表土の攪乱が大きいと、雑草木の繁茂の抑制が期待できます。特にクラッシャの場合、地拵え跡地の地表を覆う末木枝条の破砕物が雑草木の再生を抑える効果があります。そのため、地拵えの機械化は下刈り作業の軽減も期待できます。
- デメリットとしては大型機械の導入は原価償却費など固定費が高いため、一定以上の事業面積を確保できないと、低コスト化にはつながりません。
- クラッシャの場合、雑草木の地下部が残ることがありますが、レーキを付加することにより解消可能です。

表 機械地拵えのメリット・デメリット

メリット	デメリット
<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全・快適・楽に地拵え作業</li> <li>・大幅な省力化が可能</li> <li>・雑草木が再生しにくい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機械搬入や導入コストがかかる（特に購入の場合）</li> <li>・クラッシャの場合、雑草木の地下部が残る</li> <li>・急傾斜地では採用できない</li> </ul>



ロータリークラッシャ



グラップルレーキ

#### 参照

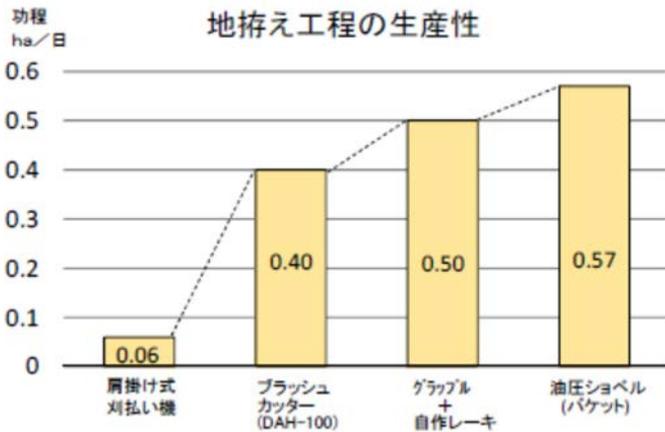
「低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法”アラカルト」（森林総合研究所東北支所 平成 31 年）  
 →機械地拵えによる植生回復の抑制効果や自走式草刈り機による下刈りの効率などの例が示されています。  
 「緩中傾斜地を対象とした伐採造林一貫システムの手引き」（森林総合研究所北海道支所 平成 28 年）  
 →将来の間伐や主伐の機械伐採作業を考慮した植栽方法やコストシミュレーションの例が示されています。

#### 4 - (3) - ②. 機械地拵え・下刈り - 事例と生産性、実施条件 (機械地拵え)

機械地拵えにより大幅に作業効率を上げることができます。

ただし、年間である程度大きな施業量を確保することが低コスト化には必要です。

- 様々な機械を使って地拵え工程の作業効率を調べてみた結果、地拵え専用の機械では、大幅に作業効率が上がることがわかっています。



ブラッシュカッターは美瑛町、登別市で実施した事例

自作レーキは京極町で実施した事例

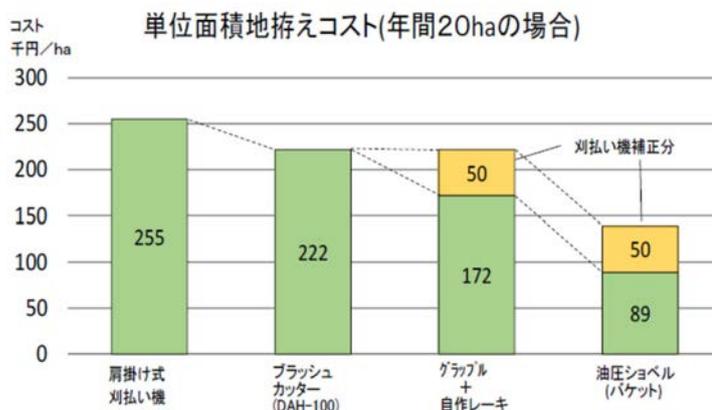
油圧ショベルは美瑛町で実施した事例

※出典 「低コスト施業の手引き～施業方法を見直してみませんか～」

(北海道 平成 26 年)



- 年間事業量 20ha の場合のコストシミュレーションでは、ブラッシュカッター、グラブ + 自作レーキでの作業が肩掛け式刈払い機よりも低コストで作業できる可能性が示されています。
- 一方で、20ha 未満など年間の事業面積が小さいと固定費をカバーできず低コストにはつながりません。



※出典 「低コスト施業の手引き～施業方法を見直してみませんか～」

(北海道 平成 26 年)

#### 参照

「低コスト施業の手引き～施業方法を見直してみませんか～」(北海道 平成 26 年)  
 →生産から育林までのトータルで低コスト化を図るための視点や事例を紹介しています。

#### 4 - (3) - ③. 機械地拵え・下刈り - 事例と生産性、実施条件 (下刈り機械)

下刈りの機械化により作業の省力化が期待されています。  
ただし、伐根や残材のない場所での適用が必要です。

- 育林作業における機械化は地拵えの工程において先行していますが、下刈りにおける機械化はやや遅れている現状にあります。
- 一方で、育林作業の経費において大きな割合を占める下刈りの工程を機械化により低コスト化することができれば、大きなメリットがあります。
- 道有林では、今後増加が見込まれる再生林を着実に進めるため、また担い手対策の面からも機械による下刈りの施行方法の開発・改良にも取り組んでおり、これまでグラップルレーキなどの機械による施行を実施しています。
- グラップルレーキによる下刈りでは、機械が通行する作業線の設置が重要です。また、全刈りの場合、人力による補正刈りが必要です。



出典 「道有林における機械化による造林作業 施工事例集」 (北海道 平成 30 年)

- 下刈りの機械化に向け、下刈り専用の機械の開発も進められています。これまで、下刈り専用機械の課題は、伐根や残材を事前に除去する必要があることでしたが、近年では、アタッチメントの付け替えにより伐根等の粉砕と下刈り両方が実施できる機械も開発・製品化されています。

「自走式下刈り機械の例」

1 台のベースマシンで、伐根の粉砕や下刈りが可能。乗車ステップは自動水平保持機能で、最大 30°まで作業可能。下刈りの場合、列間は 2m 以上の設計。



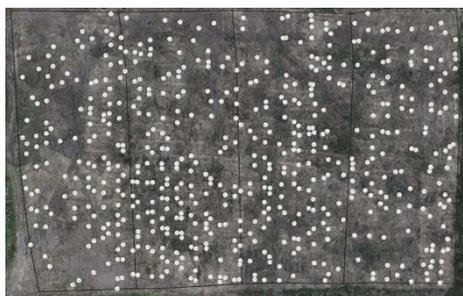
#### 4 - (3) - ④. 先進的造林技術の実証事例

リモコン式下刈りの機械による作業の省力化に向けて実証が実施されています。

- 道内では育林作業の省力化・低コスト化に向けて先進的造林技術の実証的な取り組みが実施されています。その中でここでは、リモコン式下刈り機械による作業の省力化に向けた保育作業システムの実証について紹介します。

##### 【実証内容】

- リモコン式下刈り機械は通常の下刈り機械にとつての作業困難地でも容易に作業可能で、また作業員の負担軽減も期待されます。そこで、別海町森林組合は、リモコン式下刈り機械（agria9600）を活用した下刈り作業に向け、効率的な植栽方法や下刈り方法の検証を行っています。
- これまでの実証ではリモコン式下刈り機械の走行に適した植栽配置を決定するにあたり、事前に UAV による施行地の撮影を行い、下刈り機械走行の支障となる最小限の伐根を地拵え機械（山もつとモット）を活用して除去した後、カラマツコンテナ苗 3.20ha（1,500 本/ha）を植栽しました。



UAV 撮影による伐根位置確認



リモコン式下刈り機械

##### 【実証の中間結果】

- UAV による撮影から植栽までの工程では、従来型施業と比較して約 15%作業量が軽減できるとわかりました。

	従来	実証
地拵え	12.70 人/ha	6.84 人/ha
植栽	5.50 人/ha (裸苗)	3.03 人/ha (コンテナ苗)
UAV		1.56 人/ha
伐採粉砕		4.13 人/ha
合計	18.20 人/ha	15.56 人/ha

##### 【課題・今後の展開】

- 植栽だけでなく、下刈り完了までのトータル人工を把握し、従来型施業との比較検証を行う予定です。
- 従来の刈払い機のみ、リモコン式下刈り機械のみ、下刈り機械と刈払い機との併用など、複数の試験地を設定し、植栽木の生長量調査も併せて実施します。
- リモコン式下刈り機械は特殊な技能を必要としないことから、下刈りの労働力不足を補完できる可能性があり、植栽木の生長に問題がない場合、新たな下刈り手法の一つとして期待されます。

## 参考資料

(公益的機能発揮への配慮関係)

- ・主伐時における伐採・搬出指針 (林野庁 令和 3 年)
- ・土砂流出防止機能の高い森林づくり指針 (林野庁 平成 27 年)
- ・森林における立ち枯れ木の管理 (道総研林業試験場 平成 26 年)
- ・濁水対策のための森林整備技術マニュアルクイックガイド (北海道 平成 17 年)
- ・生物多様性の保全に配慮した森林施業の手引き (林野庁 令和 3 年)
- ・生物多様性の保全に配慮した森林整備事業の手引き (北海道 平成 24 年)
- ・生物多様性ゾーンの設定について (北海道 平成 27 年)
- ・風倒害に強い森づくりのために (道総研森林研究本部 令和 3 年)

(省力化・低コスト化推進関係)

- ・スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針 (令和 2 年度改訂版) (林野庁 令和 3 年)
- ・植える本数を減らしてみませんか (北海道 平成 17 年)
- ・コンテナ苗基礎知識 (林野庁 平成 30 年)
- ・カラマツ播種コンテナ苗の育苗方法とコンテナ苗運搬・植栽システム (道総研林業試験場 平成 31 年)
- ・コンテナ苗基礎知識 (林野庁 平成 30 年)
- ・異なる植栽器具使用時のコンテナ苗の植栽能率 (猪俣雄太ら 平成 28 年 日本森林学会誌 98)
- ・コンテナ苗を活用した主伐・再造林技術の新たな展開 (森林総合研究所 平成 28 年)
- ・令和 2 年度 ドローンを活用した新たな造林技術の実証・調査事業 (林野庁 令和 3 年)
- ・低コスト再造林に役立つ“下刈り省略手法” アラカルト(森林総合研究所東北支所 平成 31 年)
- ・緩中傾斜地を対象とした伐採造林一貫システムの手引き (森林総合研究所北海道支所 平成 28 年)
- ・低コスト施業の手引き (北海道 平成 26 年)
- ・低コスト造林技術の導入に向けて (林野庁 平成 30 年)
- ・伐採作業と造林作業の連携等の促進について (林野庁 平成 30 年)
- ・再造林コストの削減に向けて (森林総合研究所九州支所 平成 24 年)