

# 6

## 第6部

# 路網と作業システム

# 第1章

## 路網整備の推進

### 1 路網整備の状況

戦後造成された人工林が本格的な利用期を迎えた今、森林資源の循環利用を確立し、林業の成長産業化と森林の適切な管理を実現するためには、林道（林道及び林業専用道。以下同じ。）や森林作業道による路網を整備し、造林・保育等の作業や木材生産、木材輸送の効率化を図っていくことで山元の収益力を高めていく必要があります。

森林総合監理士（フォレスター）は、こうした路網整備の必要性を認識し、地方自治体、事業者、森林所有者等の関係者との調整や、路網の配置、伐採・造林、木材輸送等を行う事業者への指導を行う役割を担います。

本章では、林業の成長産業化の鍵を握る路網と作業システムについて、森林総合監理士（フォレスター）が留意すべき点を含めて説明します。

#### 現状

林内路網は、国道、都道府県道などの公道、農道、そして林道、森林作業道で構成されます。我が国の令和5（2023）年度末の林内路網の密度は25.2m/ha、林道及び森林作業道の総延長は約44万kmとなっています。

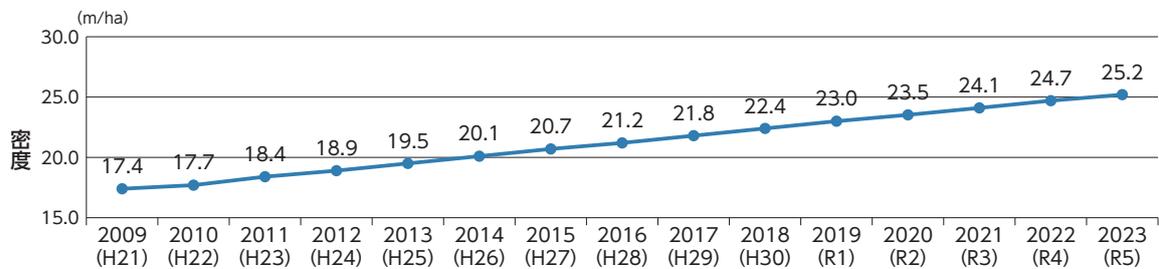


図6-1 林内路網密度の推移

資料：林野庁業務資料

注1：林道等には、「主として木材輸送トラックが走行する作業道」を含む。

2：林内路網密度は、公道、林道等、森林作業道の現況延長を森林面積で除したものだ。



図6-2 林内路網の現状と整備の目安

資料：林野庁業務資料

注：林道等には、「主として木材輸送トラックが走行する作業道」を含む。

## (参考) 諸外国との比較

ドイツ(旧西ドイツ圏)は、1960年代から1970年代にかけて集中的な路網整備が進められたことから、路網密度が約118m/haとなっており、オーストリアも、1990年代半ばの時点で約89m/haとなるなど、森林内の路網整備が進み、生産性の高い作業システムが定着しています。

一方、我が国は、アジアモンスーン地帯に属し、高温多雨な気候で、台風や梅雨前線に伴う豪雨が発生します。また、地質的には、大陸プレートに向かって太平洋プレート、フィリピン海プレートが沈み込む変動帯に位置し、複雑な地形・地質となっているだけでなく、地表には火山噴出物由来する特異な性質をもった土が広く分布し、地形・地質、土質の面から路網整備を進める上で困難な条件があります。

このような立地条件に加え、材価の低迷とともに路網整備に関する取組が消極的になったことや、人工林が利用齢級に達していない林分が多かったことなどの理由から路網の整備が十分には進んでいませんでした。

このため、我が国の気象条件や地形・地質、土質に応じた路網作設技術を普及し、林業の就労環境の改善を図るとともに、高性能な林業機械の積極的な活用による林業生産性の向上、木材等の効率的な輸送のための条件整備を進めていくことが急務となっています。

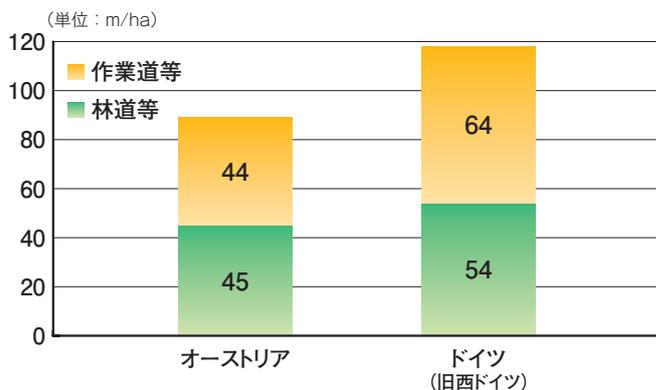


図6-3 林内路網密度の諸外国の状況

資料：BFW「Österreichische Waldinventur」、BMELV「Bundeswaldinventur (BWI)」、林野庁業務資料  
 注：オーストリアは、Österreichische Waldinventur 1992/96による生産林の数値。  
 ドイツ(旧西ドイツ)はBundeswaldinventur 1986/1989による数値。

## 2 今後の路網整備の方向

地域の森林において、造林、保育、伐採等の森林施業を効率的に実施し、産出された木材等の林産物を効率的に市場に輸送するためには、幹線、支線、分線の役割を踏まえた林道と森林作業道を効果的に組み合わせることが重要です。

また、森林施業の効率化には、現地の条件に適した機械・機器の選択と作業システムの構築が必要です。

路網の整備に当たっては、森林施業に携わる者、木材の運搬に携わる者、木材加工に携わる者、地方自治体の職員等の関係者が、林道や森林作業道の役割に関する認識を共有し、地域における林業が、持続的かつ産業として成長可能となるよう整備していく必要があります。

近年、日本の人工林はその半数が利用期を迎え、建築用材や木質バイオマス利用の拡大等と合わせ木材生産が増加することが見込まれ、より大型の自動車による木材の輸送を安全かつ円滑に行う

ことが必要となっています。

一方、集中豪雨等の異常な自然現象が頻発し、被災する林道や森林作業道が増加しており、これまでも増して被災しにくい路網の整備が必要となっています。

このような状況を踏まえ、林道規程及び同運用細則に関して、設計車両、路肩、曲線部の拡幅、縦断勾配、路面、排水施設、林業作業用施設等についての取り扱いを改正し、令和2(2020)年4月から適用しています。主な改正点は、次の通りです。(林道規程と同運用細則は巻末資料に添付

## 林道規程等の主な改正内容

### 第4条(林道の種類及び区分)

自動車道の種類をセミトレーラ等大型自動車の通行を対象とする第1種とセミトレーラ等大型自動車の通行を対象としない第2種に区分した。

自動車道の級別の区分を車道幅員で行うこととした。

### 第9条(設計車両)

設計車両にセミトレーラを追加し、その諸元を明示した。

### 第12条(路肩)

路肩の幅員を縮小する場合の下限値を0.3mとした。

地形、地質や土質等の現地条件から必要な場合に拡幅が行えることとした。

### 第17条(曲線部の拡幅)

第1種自動車道に係る曲線半径ごとの拡幅量を追加した。

自動車道2級において車両の前面から後車輪軸までの距離が6m以下の特殊な車両の通行に限定して取り扱っていた拡幅量の縮減を廃止した。

### 第20条(縦断勾配)

縦断勾配を幹線と支線・分線の自動車道に区分するとともに、幹線の縦断勾配のうち例外値の最急勾配、支線・分線の縦断勾配のうち通常値及び例外値を緩勾配化した。

### 第22条(路面)

幹線とする自動車道は舗装又は砂利、支線・分線とする自動車道は砂利を基本とした。

路面を砂利とする場合の構造は、林道技術基準に定める「路盤工」とすることを明記した。

路面が砂利であって、縦断勾配が7%を超える区間において路面を強化する必要がある場合の工種及び構造は、路床土の強度特性等から交通荷重の支持が可能であることを確認した工種・工法で行うこととした。

### 第27条(排水施設)

雨水流出量や流下水の態様等に応じた規格・構造の横断排水施設、路外からの流入水に対応する側溝及び路面排水施設を適切に設置し、路体やのり面等の決壊、路面侵食等を防止しなければならないことを明記した。

### 第33条(林業作業用施設)

自動車道には、必要な箇所には林業作業用施設を設置しなければならないものとした。

します)。

また、林業専用道作設指針は、令和元年度の林道規程及び同運用細則の改正、令和2年度の林道技術基準及び同解説の改正に併せ、令和2年度に改正し、令和3年4月から適用しています。

林業専用道作設指針については次章で説明します。

## (1) 路網を構成する道の整理

路網を構成する道の区分と役割分担は以下の通りです。

表6-1 路網の区分

林道	森林経営の効率化、林業・木材産業等の育成、適正な森林の整備、維持・管理等を促進し、森林の多面的機能の持続的かつ高度発揮を図り、必要に応じて、前記に併せ山村地域の交通路として不特定多数の者が利用する公共施設
林業専用道	主として特定の者が森林施業のために利用する公共施設であり、幹線又は支線を補完し、森林作業道と組み合わせて、間伐作業、主伐後の再造林その他の森林施業の用に供する支線林道又は分線林道で普通自動車(10t積トラック)や林業用車両(大型ホイールタイプフォワーダ等)の輸送能力に応じた規格・構造を有する
森林作業道	特定の者が森林施業のために継続的に利用する道であり、主として林業機械(2t積み程度のトラックを含む)が走行する道。集材等のために、より高密度な配置が必要であり、作設に当たっては、経済性を確保しつつ丈夫であることが特に求められるもの

なお、林業専用道の規格・構造は、林道規程に定める第2種自動車道2級のうち「支線・分線の自動車道」の設計速度(時速15kmのみ)、縦断勾配等が該当しています。また、林業専用道は、林業専用道でない林道よりも走行性は低位ながら、普通自動車(10t積トラック)により木材等を安全かつ効率的に運搬することが可能な規格・構造や路線形を有しつつ、森林作業道の配置や林業機



写真6-1 幹線林道のイメージ

械の利用を考慮した効率的な作業システムの構築及び木材等の効率的な運搬に資するものとし、地域の地形、地質及び気象条件等を踏まえ安心・安全な通行が可能で、被災しにくい線形、施設機能を確認し、土構造を基本とするなど、コスト面においても十分に検討して作設することとしています。



写真6-2 林業専用道(のり面は低く抑えられ、土工量が小さく、林内へのアクセスが容易)



写真6-3 森林作業道(林業機械が集材作業等のため走行する)



図6-4 林道(林業専用道を含む)、森林作業道の役割分担のイメージ

(2) 路網整備水準

効率的な森林経営の基盤づくりを進める上で、路網を構成するそれぞれの道が、木材の輸送距離や輸送量、森林施業の作業システムを勘案して量的にも空間的にも適切なバランスで配置されることが必要です。(詳細については、「第6部 路網と作業システム」「第3章 路網整備における森林総合監理士(フォレストラー)の役割」175頁～を参照)

最適な作業システムには、理論と法則があります。地域の条件にとらわれない普遍的な因子として林地傾斜があり、傾斜の違いによって想定される作業システムが異なります。このことに着目し、目標とすべき路網整備水準の目安を示します。

路網整備の目的は、間伐・主伐、再造林等の森林施業や木材等の輸送の効率化を図ることであって整備水準を満足させることではありません。作業システムについては、「第4章」以降で説明しますが、最も重要なことは森林所有者、素材生産を行う事業者など地域の関係者の間で、森林経営と調和する最適な作業システム、生産された木材等の効率的な輸送について十分な検討が行われ、必要な林道、森林作業道それぞれの整備に関する認識を共有していくことです。

表6-2 林地生産力が比較的高い林分を対象とした地形傾斜・作業システムに対応する路網整備水準の目安

区分	作業システム	路網密度 (m/ha)	
		基幹路網 (林道等)	森林作業道
緩傾斜地	車両系	30 ~ 40	70 ~ 210
中傾斜地	車両系	23 ~ 34	52 ~ 165
	架線系		2 ~ 41
急傾斜地	車両系	16 ~ 26	35 ~ 124
	架線系		0 ~ 24
急峻地	架線系	5 ~ 15	—

## 第2章

# 作設指針

### 1 作設指針の整備

従来、森林施業に使用される道は、林道規程に基づく「林道」(車道)と、林道規程によらない「作業道」(車道)、主に林業用の機械が走行し、繰り返しの使用を想定しない「作業路」があり、累年の補助制度等の複雑化などにより、路網のイメージや路網が具備すべき要件に関する認識に整序がとれなくなっていました。

このため、路網は長期にわたって使用していくことを前提に整備していくべきであるとし、構成する道の整理を行い、路網を「車道」と、主として林業用の機械が走行する「森林作業道」に区分し、さらに「車道」を、一般の車両の走行を予定して開設する「林道」と森林施業専用の車両の走行を予定して開設する「林業専用道」に区分しました。

林業専用道と森林作業道は、それぞれの役割に応じた規格・構造等で作設できるように林業専用道作設指針と森林作業道作設指針において基本的事項が示されています。

なお、利用期を迎える人工林の増加に伴い、伐採時に一時的に利用される集材路の作設が増加しています。集材路の中には、近年頻発する豪雨により崩壊し、林地荒廃や土砂流出等による下流域の被害が生じているものが確認されています。

このため、林野庁においては、令和2(2020)年度に「主伐時における伐採・搬出指針」を作成し、主伐時の伐採、集材路や土場の適切な作設についての留意事項を示しました(普及資料を巻末資料294頁、295頁に添付しています)。



林業専用道  
作設指針

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romousuisin-20.pdf>



森林作業道  
作設指針

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romousuisin-2.pdf>



森林作業道  
作設指針の解説

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/itakukouhyou-5.pdf>



主伐時における  
伐採・搬出指針

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romousuisin-1.pdf>

#### (1) 林業専用道と森林作業道の機能・性能

林業専用道は、素材等を積載した普通自動車(10t積トラック)が安全に走行可能な性能を有する第2種自動車道2級の林道であるため、規格・構造や具備すべき性能、用いる工種工法等は林道規程、林道技術基準に従って決定され、平面図、縦断図等の図面や数量調書、仕様書等の設計図書により施工管理されます。

森林作業道は、使用する林業機械等が安全に走行できるよう、作業を行うオペレーターが、地形、土質等の状況を判断しながら作設します。

交通荷重等に対する支持力は、走行するものが普通自動車か林業用機械等かによって大きく異なります。

#### (2) 耐久性と経済性の両立

路網は、森林経営の合理化に最も影響を与える施設ですから、実行が予定される作業システム、木材の輸送量、供給先、造林、保育等の森林施業に相応した配置であることが必要であるとともに、

それぞれの道に求められる機能を考慮しなければなりません。

「林業専用道」の路線計画・設計に当たっては、予定箇所の作業システム、造林、保育等の森林施業と森林作業道の配置を考慮するとともに、地形・地質等の条件を把握し、地形に沿い切り盛り高が低く、森林への直接的なアクセスや森林作業道を取り付けやすくすることが重要になります。堅固な土構造を原則とするため、地形・地質、土質などの面から開設の支障となる因子の回避方法を検討し、必要な機能を確保することを前提条件に必要最低限の経費で整備を行うよう留意します。

林業専用道は、森林作業道と組み合わせて森林施業の効率的な実施や木材等の効率的な輸送のために恒久的に使用するものであることから、開設経費の低減のみに囚われず、構造物の設置等が必要な場合には、適切な工種、工法等を選定して当該路線の機能を確保するとともに、維持管理も含めたトータルコストの低減も考慮して整備することが必要です。

森林作業道の作設に当たっては、実行される作業システム、造林、保育等の森林施業に相応した森林作業道の配置や使用する林業機械等の諸元を考慮するとともに、地形・地質、土質などの自然的条件を適切に把握し、継続的に使用できる丈夫な道づくりを行うことが必要です。

森林作業道は、造林、保育、間伐、主伐の各施業に使用するため、いずれかの施業の段階で作設されることから、施主である森林所有者や当該森林施業を行う事業者の経済観念、事業者の指示に従って作業するオペレーターの作業経験や習熟度などによって森林作業道の耐久性や経済性に差が生じやすいですが、効率的な作業システムの構築や施業実施のための丈夫で継続的に使用できる道を必要な機能を確保した上で、低コストで整備することについて、これらの者の中で共通認識を醸成することが重要です。

## 2 林業専用道作設指針

### (1) 林業専用道作設指針制定の趣旨

林業専用道は、第2種自動車道2級の林道であるため、林道規程、林道技術基準などの諸規定に従って調査・設計が行われ、作成された設計図書に従って施工管理される公共施設です。しかし、木材等を運搬する普通自動車の輸送能力に応じた規格・構造を有する道として整備するため、指針は、林業専用道の管理、規格・構造、調査設計、施工等に係る基本的事項を示しています。

また、土構造を基本とする方向性を踏まえ、平均傾斜30度程度以下の斜面にできるだけ地形に沿って計画することを基本としつつ、傾斜が30度を超える斜面を通過させる必要がある場合には、路体や地山の安定、走行の安全を確保した構造となるよう十分検討する必要があります。

### (2) 規格構造

林業専用道の規格構造は次の通りです。

- ①設計車両 車両構造令に定める普通自動車としその諸元に応じたもの

表6-3 設計車両の規格

(単位：m)

諸元	長さ	幅	高さ	前端 オーバーハング	軸距	後端 オーバーハング	最小回転 半径
普通自動車	12	2.5	3.8	1.5	6.5	4	12

- ②幅 員 車道幅員 3.0m
- ③設計速度 設計速度 時速15km
- ④路 肩 側方余裕幅0.30mを基本  
走行上の安全性の確保その他の必要がある場合は、現地条件に応じた必要な幅に拡幅可能
- ⑤屈 曲 部 車道の屈曲部は、曲線形
- ⑥最小曲線半径 12m以上
- ⑦曲線部の片勾配 設けないことを基本
- ⑧曲線部の拡幅

表6-4 曲線部の拡幅

曲線半径 (m) 以上 未満	拡幅量 (m)	曲線半径 (m)	拡幅量 (m)
12 ~ 13	2.25	19 ~ 25	1.25
13 ~ 15	2.00	25 ~ 30	1.00
15 ~ 16	1.75	30 ~ 35	0.75
16 ~ 19	1.50	35 ~ 45	0.50
		45 ~ 50	0.25

- ⑨緩和区間 屈曲部には、緩和接線による緩和区間を設ける  
緩和区間長は、B.C、E.Cを基点として直線方向に8mを標準とする
- ⑩視 距 15m以上
- ⑪縦断勾配 原則として7%以下  
必要な場合12%以下（延長100m以内に限り14%以下。このとき、前後の区間に100m程度の緩勾配区間を設定）
- ⑫縦断曲線 代数差が5%を超える場合、曲線半径100m以上の縦断曲線を設ける。長さは20m以上
- ⑬路 面 路面は砂利とし、構造は「路盤工」、縦断勾配が7%を超える場合は、路面侵食を防止できる構造とすることが可能
- ⑭横断勾配 水平とし、路面水は縦断勾配と横断排水工等の組合せによる分散排水処理  
ただし、湧水等の常水や地形条件等により路外から雨水が流入しやすい場合等は、側溝を設けるものとし、側溝を設置する区間には5%以内の横断勾配を屋根型直線形状で設置
- ⑮林業作業用施設 林業作業用施設は、森林作業道の分岐箇所付近等への設置が必須。待避所及び車廻しとの兼用、森林施業用と防火用の兼用は不可

- ⑩交通安全施設 急カーブ、急勾配等の箇所その他の通行の安全を確保する必要がある場所に、カーブミラー、注意標識等の交通安全施設を設置

### (3) 測量・調査・設計

#### ①路線選定

路線の選定に当たっては、森林施業の対象範囲や森林作業道の取付け箇所等を考慮しながら、地形・地質の安定している箇所を通過するようにします。また、路線の線形は、地形に沿った屈曲線形、波形勾配とし、森林へのアクセス機能の確保、切土、盛土の土工量の最小化及び均衡等の諸条件を十分調査、検討して適切な路線を選定します。

#### ○路線計画に当たり検討すべきポイント

- 予定されている作業システム、造林、保育等の森林施業の対象範囲や森林作業道の配置との連携
- 線形は地形に追従して切土高、盛土高を抑え、森林へのアクセスを確保
- 曲線半径は拡幅量等を踏まえ自動車の安全通行を確保
- 土構造が原則。ただし、構造物を設置する必要がある場合は、必要な機能を備える構造物を主体にコスト比較等により選定
- 伐開幅は必要最小限とするなど、自然環境の保全への配慮
- 希少な野生生物の生息等への配慮、必要な対策を検討
- 排水処理は分散排水



#### ○通過位置のポイント

- 森林作業道の取付箇所
- 地形・地質の安定した箇所（タナ地形）
- できる限り尾根部を通過するよう選定
- 地すべり地形及び跡地、軟弱地盤及び湧水地帯はできるだけ回避



#### ○地形に追従したルート、平面・縦断線形の検討ポイント

- 切土、盛土ののり面高の抑制
- 波形勾配による路面排水



#### (4) 土工の注意点

林業専用道を施工するに当たって注意すべき点は次の通りです。

##### ①切土 切土高は極力低く

のり面勾配は、よく締まった崩れにくい土砂の場合6分、風化の進度や節理の発達が遅い岩等の場合3分を標準とするが、現地の土質条件等により適切な勾配を判断

##### ②盛土 盛土高は極力低く

盛土勾配は、盛土基礎地盤、盛土材料等より適切な勾配を判断

##### ③残土 切土、盛土の土工量は最小化及び均衡

切土・盛土量の最小化に努め、切土で発生した土砂を盛土区間や待避所・車廻し、林業作業用施設等の盛土材料に使用するなどにより均衡を図り、可能な限り残土の発生を抑制

残土が発生した場合は、路線内の最も近い箇所でも小規模に分散させて処理

残土の処理については、宅地造成及び特定盛土等規制法（昭和36年法律第191号。以下「盛土規制法」という。）第13条及び第31条に規定する技術的基準等に従って実施

##### ④のり面保護工 切土及び盛土高を低く抑えることが前提

切土のり面整形・保護工は、切土のり面の勾配及び土質条件等から早期の保護が求められる等の場合、種子吹付工等を実施

盛土のり面保護工は、盛土のり面の勾配及び盛土材料等の条件から早期の保護が求められる等の場合、実播工等による植生工を実施

##### ⑤路盤工

路床土の強度特性、実績等を基に交通荷重に対応する支持力を有する路盤厚を決定

路床構築後に路床を路盤工の厚さに掘削し、路盤工の全てを施工基面以下に設置

1層が20cm程度以下の仕上がりとなるよう十分に締固めて設置

#### (5) 構造物

直線区間の設定により、安全性の向上が図られる場合等には、擁壁等の設置を検討します。

地山の急傾斜箇所や溪流の横断箇所等において土構造のみで安定しない場合は、必要最小限の構造物を計画します。橋梁は可能な限り設けないこととしますが、一定の流下断面を確保する必要がある場合には、橋梁（大型ボックスカルバート含む）の設置を検討します。

#### (6) 排水処理

波形勾配による分散排水を基本としていますが、現地の状況により横断排水工等を設置します。なお、側溝は、湧水による常水のある場合や地形条件から路外からの流入水が生じやすい場合、路面侵食を防止する必要がある区間に採用します。常水のある沢では溝きよ（開きよ、暗きよ、洗越工）を設置することとし、雨水流出量や土石の流下状況を踏まえ、耐久性、施工性、経済性等の観点から検討し、必要に応じて土砂止工等の設置を検討します。

## ○曲線部の片勾配及び横断勾配のポイント

- 曲線部の片勾配は設けないことを基本
- 横断勾配は水平とする
- 湧水や地形等の関係で側溝を設ける場合は、片勾配または横断勾配を設ける

## コラム

## 林道事業における ICT 活用の取組（山梨県）

今後、労働力の減少が見込まれる中で、森林土木技術者等が地域の森林・林業全体を俯瞰して路網の整備に取り組むためには、ICT等の技術を積極的に導入していく必要があります。例えば、リモートセンシング技術や設計ソフトを活用した路網線形の策定、AI建機等を活用した自動施工の導入により土木技術者の業務の大幅な効率化・高度化が期待されます。林道事業においては、立地条件や費用負担、費用対効果などが課題となってICTの導入が進んでいない状況にありますが、一部地域では先進的なICTを活用した取組が行われています。

山梨県では、森林土木分野の担い手不足解消に向けて、ICT活用による省力化に取り組んでいます。県営林業専用道開設工事では、ICT建機を活用した施工の省力化を実証し、丁張り設置等に係る作業時間削減効果を確認しました。

また、県営林道災害復旧工事で3次元測量を試行し、効果の検証を行いました。

## 林業専用道 開設工事（山梨県韭崎市）

ICT建機における  
モニター画面MC（マシンコントロール）  
土工の様子

## 県営林道災害復旧工事（早川町）

使用した地上型  
レーザスキャナー災害復旧工事における  
3次元測量成果

## 3 森林作業道作設指針

## (1) 森林作業道作設指針制定の趣旨

森林作業道作設指針は森林作業道を作設する上で考慮すべき最低限の事項を目安として示しています。ただし、森林作業道の作設に当たり重要な因子となる地形、地質、土質、気象条件等は地域ごとに異なることから、森林作業道は地域ごとの条件を踏まえたきめ細やかな配慮の下に構築されるべきであり、そのための基礎となる情報として定められています。このため、この指針を基本として、各都道府県の森林作業道作設指針が定められています。これらの指針の内容については、作設技術者、森林所有者、施業の発注者、森林施業プランナーその他の森林作業道の作設に関わる関係者が熟知すべきものです。

森林作業道の作設に当たっては、それぞれの地域の地形・地質、土質、気象条件等を十分に踏まえ、指針によるほか、近傍の施工事例を参考とするとともに、地域において作設作業に十分な経験を有する者から技術的な指導を受けることが望ましいです。

森林作業道は、「間伐等による木材の集材及び搬出並びに主伐後の再造林等の森林整備に継続的に用いられる道」です。将来にわたって目標とする森林づくりを行うための基盤であるため、対象区域で行う森林施業を見据え、安全な箇所、作設費用を抑えて経済性を確保しつつ、繰り返しの使用に耐えるよう工夫に作設する必要があります。特に、人工林資源が本格的な利用期を迎える中、主伐時に森林作業道を作設する場合は、造林、保育等の森林施業による次世代の森林づくりのために、継続的に利用できるように考慮する必要があります。

#### ○森林作業道作設の基本的な考え方

- 路体については、堅固に締め固めた土構造によることを基本
- 線形については、土工量の抑制及び分散排水により路面浸食や土砂の流出等を防止するため地形に沿わせた屈曲線形及び波形勾配とし、地形、地質、土質、気象条件、地表水の局所的な流入などの水系、地盤の深さなどの地下構造等について、資料及び現地踏査により確認し、無理のない線形とする
- 林道又は公道との接続地点及び地形を考慮した接続方法を適切に決定
- 作設箇所については、原則として35°未満とし、人家、施設、水源地等の保全対象が周囲にない箇所を基本とし、特に保全対象に直接被害を与える箇所は避け、迂回方法を適切に決定
- 急傾斜地の0次谷を含む谷地形や破碎帯など一般的に崩壊しやすい箇所を通過しなければならない場合は、通過する区間を極力短くする
- 溪流沿いからは離し、濁水や土砂が溪流へ直接流れ込まないようにする
- 作設箇所について、やむを得ず傾斜35°以上の箇所、保全対象が周囲に存在する箇所、一般的に崩壊しやすい箇所又は溪流沿いの箇所を通過する場合は、地形、地質、土質、気象条件、保全対象等との位置関係等の条件から適切な構造物を設置。ただし、当該構造物の設置により経済性を失う場合又は環境面及び安全面での対応が困難な場合は、林道とタワーヤード等の組合せによる架線集材を行う
- 幅員の拡大、ヘアピンカーブの設置等により、潰れ地の規模が拡大するため、森林施業の効率化だけではなく小規模森林所有者への影響にも配慮
- 路線については、伐木造材、集材、造林、保育等の作業に使用する林業機械等の種類、組合せ等に適合し、森林内での作業の効率性を高めるとともに、環境への影響に配慮した必要最低限の路網密度となるよう配置
- 造材、積込み、造林資材の荷下ろし、待避、駐車のためのスペース等の作業を安全かつ効率的に行うための土場等の平地や空間を適切に配置
- 希少な野生生物の生息・生育が確認された場合は、路線計画や作設作業時期の変更等の対策を検討
- 事業実施者は、あらかじめ都道府県や市町村の林務担当部局等に森林作業道の作設に当たって必要な許可や届出等の手続について確認

## (2) 傾斜に応じた幅員と作業システム

森林作業道は、土工量の縮減を通じて作設費用を抑制するとともに、土壌のかく乱を極力避けるため、地形に合わせた作業システムに対応する必要最小限の規格とします。ただし、林業機械等を用いた伐採、集材、造材等の作業の安全性及び作業性の確保の観点から、当該作業を行う区間に限って、必要最小限の余裕を付加することができることとし、付加する幅は9～13tクラスの機械（標準バケット容量0.45m<sup>3</sup>クラス）にあっては、0.5m程度としています。

作業システムに最も影響を与えるのは林地の傾斜であることから、おおよその傾斜区分ごとに、主に想定される作業システムを現行の林業機械等のベースマシンのクラス別に示し、これに対応する森林作業道の幅員を示しています。

なお、森林作業道の幅員については、必要最小限の規格で設定するものであることを踏まえ、走行する林業機械やトラックの規格に応じて安全性に配慮しつつ、林地保護等のため必要な場合には2.0m程度の幅員設定も含め、検討することも必要です。

### ○傾斜別林業機械等別の幅員

#### 傾斜25°以下

6～8tクラス（バケット容量0.2m<sup>3</sup>～0.25m<sup>3</sup>クラス）及び9～13tクラス（バケット容量0.45m<sup>3</sup>クラス）の幅員は3.0m

#### 傾斜25～35°

6～8tクラス（バケット容量0.2m<sup>3</sup>～0.25m<sup>3</sup>クラス）の幅員は3.0m

3～4tクラス（バケット容量0.2m<sup>3</sup>クラス以下）及び2t積トラックが走行する場合の幅員は2.5m

#### 傾斜35°以上

急峻地であるため、丸太組等の構造物を計画しないと作設が困難であり、構造物を多用すると経済性を失う場合又は環境面及び安全面での対応が困難な場合は、林道とタワーヤード等の組合せによる架線集材を行う

森林作業道の作設を選択する場合には、3～4tクラス（バケット容量0.2m<sup>3</sup>クラス以下）及び2t積みトラックの走行に限られるものと想定され、幅員は2.5m

注：バケット容量は旧JIS表示

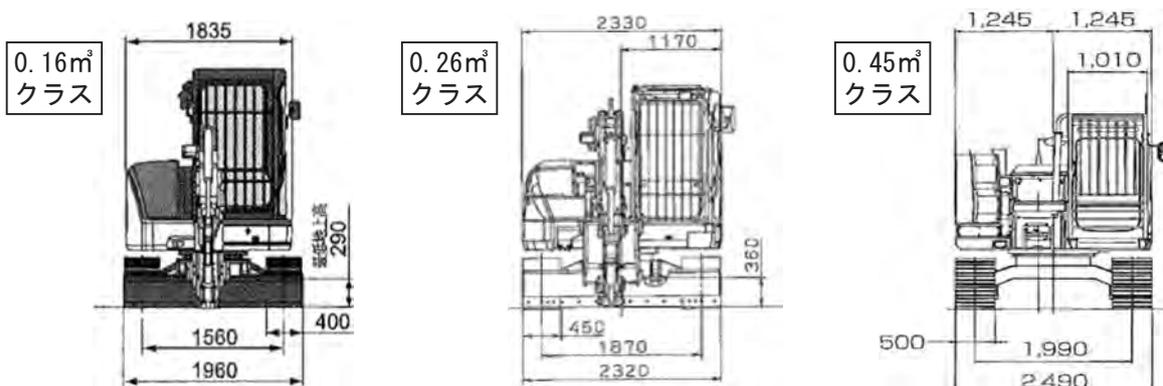


図6-6 重機的車幅(例)

### (3) 縦断勾配

#### ① 縦断勾配の基本

縦断勾配については、集材、苗木等の運搬作業を行う林業機械等が木材等を積載し、安全に上り走行及び下り走行ができるとともに、波形勾配による分散排水が行えることを基本として計画します。

このため、集材又は苗木等の運搬作業を行う林業機械等の自重、木材等積載時の荷重バランス、エンジン出力等のほか、路面の固さ、土質による滑りやすさ、勾配が急になるほど波形勾配を設けにくく路面侵食も起きやすくなること等を考慮して計画する必要があります。

縦断勾配、地形、地質、土質、気象条件等から、路面侵食の発生、林業機械等の走行に危険が予想される場合は、コンクリート路面工等を施すとともに、周辺が水分を含むと滑りやすい粘土質の赤土等である場合又はコケ等の付着、積雪寒冷地における路面の凍結等が予想される場合は、コンクリート路面工等の表面に箒掃きによる滑止めを施すなどの工夫をする必要があります。

#### ② 縦断勾配設定における留意事項

縦断勾配については、岩やよく締まった礫質土であるなど現地条件が良い場合にあっては概ね10°(18%)以下とし、土地の制約等からやむを得ない場合にあっては短区間に限り概ね14°(25%)程度とし、敷砂利等の簡易な路盤工により侵食を抑える必要があります。

他方、火山灰、軽石、スコリア、マサ土、粘性土の土質、崖すい地帯など現地条件が悪い場合には、路面等の侵食、路体崩壊の発生防止及び走行の安全性を考慮して、縦断勾配を上記よりも緩勾配とします。

また、2t積トラックの走行を想定する森林作業道においても、自動車は林業機械に比べて走行速度が速いこと、制動距離が長いこと等を考慮し、走行の安全性の観点から縦断勾配を緩勾配とします。

なお、森林施業を行う区域内のみでは、路面侵食の防止措置を要する区間が長くなる、2t積トラックの安全な走行が確保できなくなる等の場合には、縦断勾配を緩勾配とするため、当該地域に隣接する森林の所有者等との調整を行った上で経由区間を設けるよう努める必要があります。

#### ③ 曲線部及び曲線部の前後の区間の縦断勾配

急勾配区間と曲線部の組合せは避け、やむを得ない場合は、曲線部を拡幅するなど通行の安全を確保する必要があります。また、木材等を積載した林業機械等の下り走行時の走行の安全を確保する観点から、S字カーブを連続して設けないようにし、カーブ間に直線部を設ける必要があります。

ただし、地形、地質、土質、気象条件からそのような組合せを確保できない場合は、当該箇所での減速を義務付けるなど、運転者の注意を喚起する必要があります。

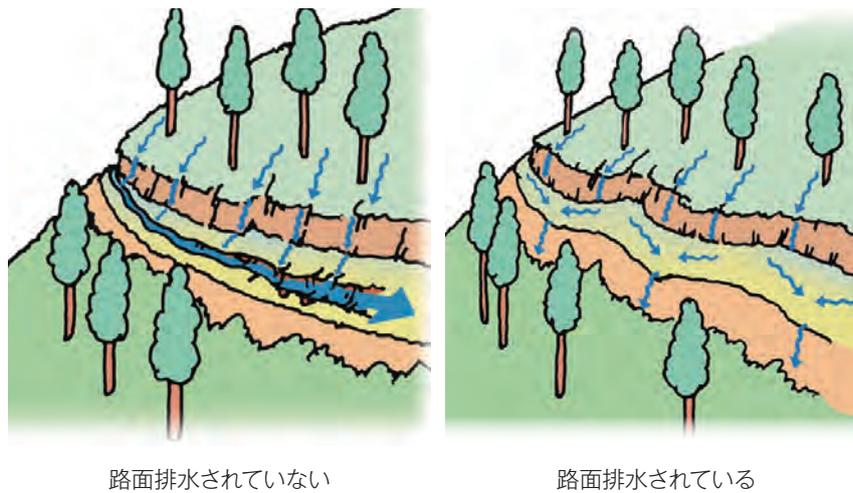
### (4) 排水施設

森林作業道を安定した状態で維持し、継続的に利用できるようにするためには、適切に排水処理を行うことが重要です。

森林作業道では、原則として路面の横断勾配を水平にした上で、縦断勾配を可能な限り緩やかにして、かつ、波形勾配を利用することにより、こまめな分散排水を行う必要があります。ただし、これによることが困難な場合又は地下水の湧出、地形的な条件による地表水の局所的な流入若しくは滞水がある場合は、状況に適した排水施設を設置する必要があります。

#### ○排水施設のポイント

- 路面の縦断勾配、当該区間の延長及び区間に係る集水域の広がり、溪流横断の有無等を考慮して、路面水がまとまった流量とならない間隔で設置
- 横断排水施設やカーブを利用して分散排水
- 排水が集中するような場合は、安全に排水できる箇所（安定した尾根部や常水のある沢等）をあらかじめ決めておく
- 排水先に適した箇所がない場合では、側溝等により導水
- 小溪流の横断については、原則として洗い越し施工とし、丸太や岩石、コンクリートを用いる
- 洗い越しについては、路面に比べ低い通水面を設けることで、流水の路面への流出を避ける
- 通水面については、一箇所に流水が集中して流速が高まることのないよう水が薄く流れるように設計し、洗い越しの侵食を防止
- 洗い越しの上流部及び下流部に流速を抑えるための水溜を設けるダム工については、渦や落差による侵食を引き起こさないように留意しながら、現場の状況、施工地の降雨量及び降雨特性等を勘案の上、設置
- 丸太を利用した開きょやゴム板などを利用した横断排水施設を設置する場合は、走行する林業機械等の重量や足回りを考慮
- 曲線部に雨水が流入しないよう曲線部上部入口手前で排水
- 地下水の湧出、地形的な条件による地表水の局所的な流入又は滞水がある場合は、大雨時の状況も想定した上で、適切な形状及び間隔で側溝や横断排水施設を設置し排水
- コンクリート路面工等を設ける場合は、地山とコンクリート路面工等の境界における侵食と路面水の長い区間の流下を避けるため、横断排水施設を設置
- 横断排水施設の排水先には、路体の決壊を防止するため、岩や石で水たたきを設置する、植生マットで覆う等の処理を行う
- 水平区間など危険のない場所で、横断勾配の谷側をわずかに低くする排水方法を採用する場合は、必要に応じて丸太等による路肩侵食保護工や、植生マット等による盛土のり面の保護措置をとる
- 木材等の積載時の下り走行におけるブレーキの故障及び雨天又は凍結時のスリップによる転落事故を防止するため、カーブの谷側を低くすることは避ける



路面排水されていない

路面排水されている

図6-7 路面の排水

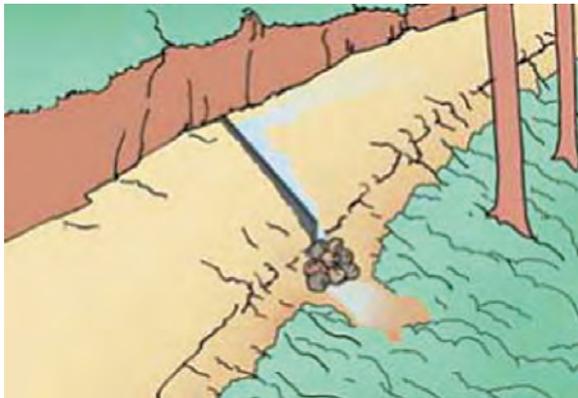


図6-8 簡易な横断排水施設の例

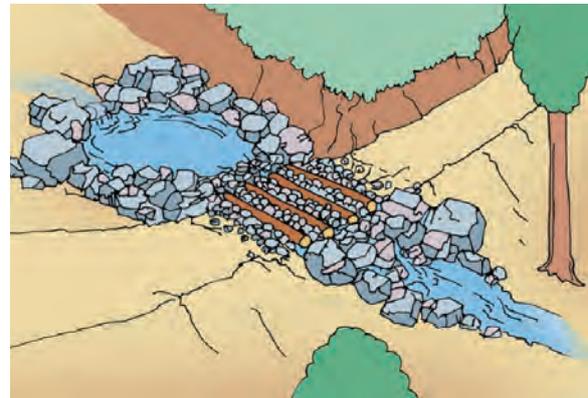


図6-9 洗い越しの例

※排水先には岩や石で水たたきを設置したり、植生マットで覆うなどの処理を施す。

## (5) 切土・盛土

森林作業道は、締固めを十分に行った堅固な土構造による路体とすることを基本としています。締固めの効果は、

- ・荷重が載ったときの沈下を少なくすること
- ・雨水の浸透を防ぎ土地の軟化や膨張を防ぐこと
- ・土粒子のかみ合わせを高め、土構造物に強さを与えること

などがあることを十分理解し、林業機械等が安全に通行できる路体支持力が得られるように施工することが必要です。

また、切土又は盛土の量を抑えるために、幅員や土場等の広さは作業の安全を確保できる必要最小限のものとし、切土又は盛土の量を調整するなど原則として残土処理が発生しないようにする必要があります。やむを得ず残土が発生しそれを処理する場合には、盛土規制法をはじめとする各種法令に則して適切に処分する必要があります。

### ①切土

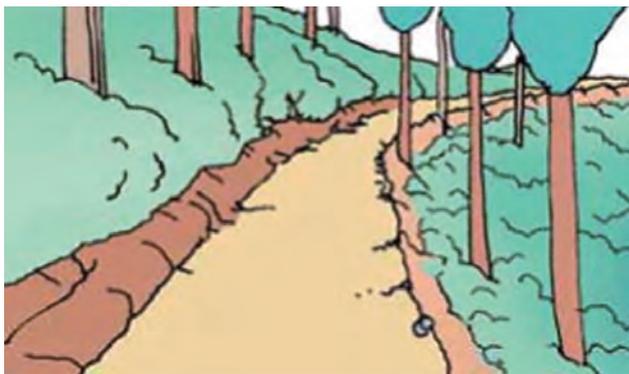
切土については、事業現場の地山の地形・地質、土質、気象条件や林業機械等の作業に必要な空間などを考慮しつつ、発生土量の抑制と切土のり面の安定が図られるよう適切に行わなければなりません。

切土高は、傾斜が急になるほど高くなりますが、ヘアピンカーブの入口など局所的に1.5mを超えざるを得ない場合を除き、切土のり面の安定や機械の旋回を考慮して1.5m程度以内とし、高い切土が連続しないよう注意する必要があります。

切土のり面の勾配については、よく締まった崩れにくい土砂の場合は6分、風化の進度又は節理の発達遅い岩石の場合は3分を標準とし、地形、地質、土質、気象条件等の条件に応じて切土のり面勾配を調整する必要があります。

なお、土質が、岩石であるときや土砂であっても切土高が1.2m程度以内であるときは、直切が可能な場合があり、土質を踏まえて検討する必要があります。

崖すいでは切土高が1mでも崩れる一方、シラスでは直切が安定するなどの例もあり、直切の可否は土質、近傍の現場の状況などを基に判断する必要があります。



※のり面高は低く抑えている。1.2m程度以内であれば直切も可能な場合もある。

図6-10 のり面高

### ②盛土

盛土については、事業現場の地山の地形、地質、土質、気象条件、森林作業道の幅員、林業機械等の重量などを考慮し、路体が支持力を有し安定するよう適切に行う必要があります。

堅固な路体を作るため、盛土は複数層に区分し、各層ごとに30cm程度の厚さとなるよう十分に締固めて仕上げ、地山の土質に応じて次のように行う必要があります。

- ・よく締まった緊結度の高い土砂の場合

施工中に建設機械のクローラ等が沈みにくいような緊結度の高い土砂では、盛土部分の地山を段切りして基盤を作った上で、盛土を行う。

- ・緊結度の低い土砂の場合

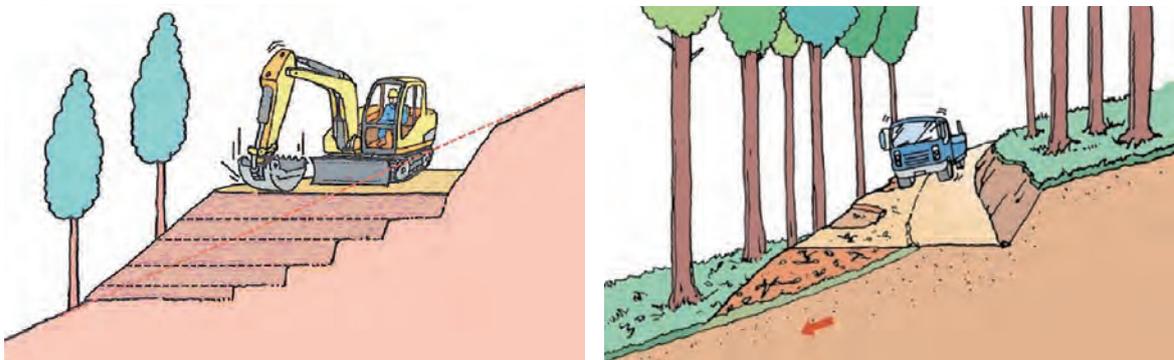
施工中に建設機械のクローラ等が沈下し、ぬかるみ（泥濘化）やすい緊結度の低い土砂では、盛土部分と地山を区分せず、路体全体に盛土を行い締め固めること等により路体の安定を図る。

盛土のり面勾配については、盛土高や土質等によりますが、概ね1割より緩い勾配で計画します。やむを得ず盛土高が2mを超える場合は、1割2分より緩い勾配とします。なお、急傾斜地では、堅固な地盤の上のり止めとして丸太組工、ふとんかごや2次製品を設置すること、石積み工法等を採用すること等を行い、盛土高を抑えながら、堅固な路体を構築する必要があります。

ヘアピンカーブにおいては、路面高と路線配置を精査し、盛土箇所を谷側に張り出す場合には、締固めを繰り返し行うこと、構造物を設置すること等を行い、路体に十分な強度を持たせるようにする必要があります。

小溪流や沢、湧水等が見られる箇所、地形的な条件による地表水の局地的な流入がある箇所では、盛土を避け、土場は設置しない。やむを得ずそのような場所に盛土する場合には、「(4) 排水施設」に留意して排水施設を設置するものとする。

盛土の土量が不足する場合は、安易に切土を高くして山側から谷側への横方向での土量調整を行って補うのではなく、当該盛土の前後の路床高の調整など縦方向での土量調整を行う必要があります。



※丈夫な路体を作るためには段切りを行い、各層ごとに30cm程度の厚さとなるよう締固めを行う。

※盛土材料を直接地山に載せた場合は、締固め効果が得られず、崩壊する可能性がある。

図6-11 盛土

## (6) 曲線部

林業機械等が安全に走行できるよう、内輪差や下り旋回時のふくらみ等に対する余裕を考慮して曲線部の拡幅を行う必要があります。

## (7) 構造物等

森林作業道は、土構造を基本としていますが、地形、地質、土質、気象条件等の条件、幅員の制約等から、林業機械等の走行における安全の確保や路体を維持するために構造物を設置する場合は、丸太組工、ふとんかご等の簡易な構造物、コンクリート構造物、鋼製構造物等の中から、以下を参考に必要な機能を有する工種及び工法を選定する必要があります。なお、構造物については、現地条件に応じた規格又は構造の施設を設置する必要があります。

- ・ 流入水や地下水の影響による軟弱地盤の箇所を通過する必要がある場合は、水抜き処理、側溝の設置等を実施します。
- ・ 森林作業道の作設に不向きな黒ぼくや粘性土質のロームなどの場合は、必要な路面支持力を確保し路面侵食等を防止するため、路面に碎石を施すなどの対策を行う必要があります。

火山灰など、一度掘り起こすと締固めが効かない土質の箇所で掘削を行う場合は、火山灰土などの深さに応じて、表土の剥ぎ取り、深層との混ぜ合わせ等の工夫を施す必要があります。

- ・ 2 t積トラックなどの接地圧の高い車両が走行する場合には、路面支持力が得られるよう特に強固に締固めを行うとともに、必要に応じて荷重を分散させるため丸太組による路肩補強工を実施する必要があります。

## (8) 伐開

立木の伐開幅は、開設区間の箇所ごとにおける斜面の方向、風衝等を考慮し、必要最小限となるようにします。

### ○伐開のポイント

#### ●斜面の方向や気象条件等の考慮

路面の乾燥又は植生の繁茂を促す必要がある箇所では、伐開幅を広めにする

植生が繁茂しやすく除草作業を頻繁に行う必要のある箇所、立木に風害、乾燥害を招くおそれがある箇所では、伐開幅を狭めにする

林縁木の枝から滴下する雨滴により、路面又はのり面の侵食が発生しやすい箇所は、伐開幅を広めにする

#### ●土質条件や風衝の考慮

締まった土砂又は粘着性の高い土質の箇所は崩れにくいことから、切土高が低い場合には、伐開幅を狭めにする

崖すい等の粘着性の低い土質の箇所は、切土高にかかわらず崩れやすいことから、立木が切土のり頭に残らないよう伐開幅を広めにする

風衝の影響を受ける箇所は、切土のり頭の立木が風で揺れることにより土質条件にかかわらず切土のり頭部の地盤を緩める原因となりやすいことから、立木が残らないよう伐開幅を広めにする

#### ●運転者の支線誘導等の考慮

路線谷側に沿った立木については、路肩部分を保護するとともに、林業機械等運転者の視線を誘導し、走行上の安心感を与える効果が期待できることから、林業機械等の走行の支障とならない範囲で残存する

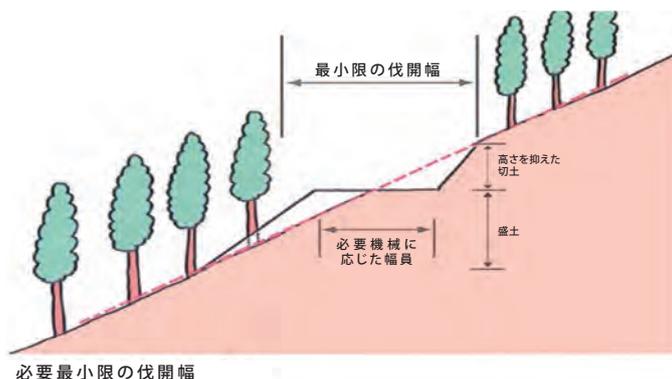


図6-12 伐開幅

## (9) 周辺環境への配慮

森林作業道は、人家、道路、鉄道、その他の重要な保全対象又は水道の取水口が周囲に存在する場合には、作設しないようにします。ただし、やむを得ず作設する場合は、人家、道路、鉄道その他の重要な保全対象に対し土砂、転石、伐倒木等が流出又は落下しないよう、必要に応じて保全対象の上方に丸太柵等を設置する等の対策を講じることが必要です。

また、事業実施中に希少な野生生物の生育又は生息情報を知ったときは、必要な対策を検討し実施する必要があります。

## (10) 管理

森林作業道は、特定の林業者等が利用する森林施業専用の施設であるため、施設管理者はゲートの設置、施錠等により、一般の車両の進入を禁止するなど適正な管理を行う必要があります。

また、間伐や主伐の作業期間のほか、造林や保育等の作業期間においても、利用頻度及び車両の走行性を勘案しつつ、定期的な巡視を行うとともに、崩土除去、路肩の強化、横断排水施設の設置、路面整正、枝条散布等による路面の養生等の維持管理を行う必要があります。特に、マサ土や火山灰土では他の土質と比べて降雨による土砂流出量が多く、横断溝や側溝が埋まりやすいと考えられることから、その機能が維持されるよう早めに状況を確認し、維持管理を行う必要があります。

なお、森林作業道の管理主体を明確にするとともに、適切に維持修繕等を行えるよう、管理主体は森林作業道台帳等を作成する必要があります。

## (11) 参考

### ○森林作業道作設指針の解説

本指針の補足資料として、具体的事例や科学的分析に基づき「森林作業道作設指針の解説」を作成しているので参考にしてください(156頁、二次元コード参照)。

### ○森林作業道作設の研修指導者のための研修ガイド

令和6年3月に作成した主に森林作業道作設オペレーターの指導者向けのガイドで、話す内容、伝え方のポイント、技術的留意点等が記載されているので参考にしてください。



森林作業道作設の  
研修指導者のための  
研修ガイド  
<https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sagyoudo/attach/pdf/romou-25.pdf>

### ○丸太組工について

丸太組工は、丸太組により路体支持力を維持するものであり、現地資材を有効に活用できるほか、施工から数十年経過した事例もある。

この工法を採用する場合には、作設時の強固な締固めが必要なことに加え、路体支持力を維持していくため、丸太が腐朽した場合には、丸太を補強すること、砂利を補給すること等により、丸太の腐朽を補う維持管理が必要である。

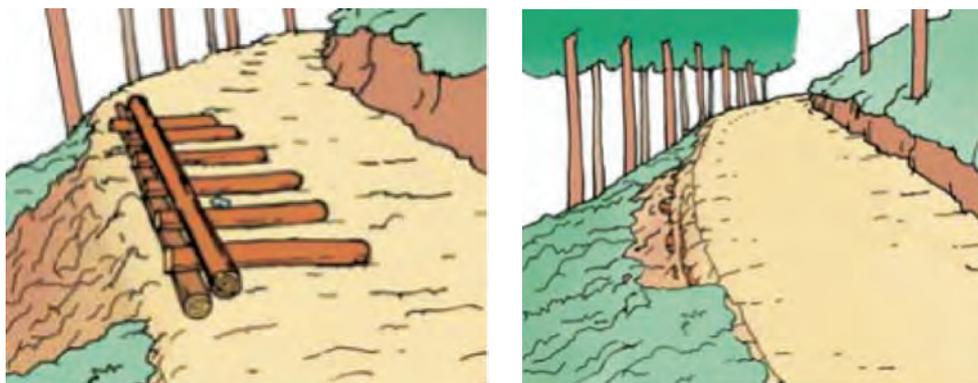


図6-13 丸太組工

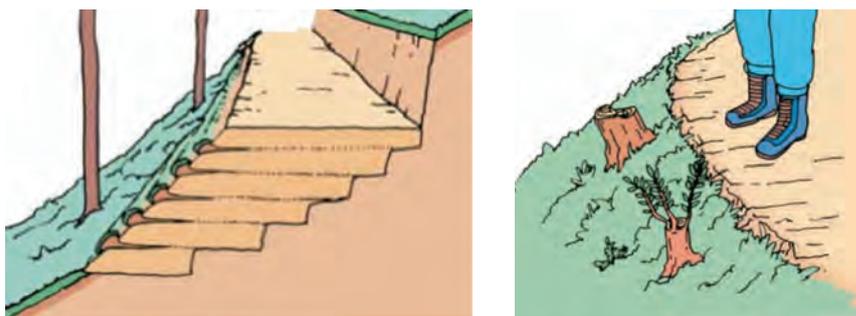
※土構造で路体が作設できない場合、丸太等の簡易な構造物も有効である。

○表土、根株を用いる盛土のり面保護工について

根株やはぎ取り表土については、あくまで土羽工の一部と位置づけられるものであるが、路体構造として林業機械等の加重を支えるといった工法本来の趣旨を誤解、逸脱した施工は行わないものとする。

また、根株や枝条残材などの有機物を盛土路体に完全に埋設して路体を構築すると、将来的に路体支持力を損ない、盛土崩壊を引き起こすおそれがあるため行わないものとする。

なお、根株やはぎ取り表土を盛土のり面保護として利用する場合には、土質、根株の大きさや支持根の伸び、萌芽更新の容易性などを考慮する必要がある。この工法を採用する場合は、路肩上部の根株が集材又は運材作業の支障とならないよう留意するものとする。



根株等を土羽工の一部として利用する方法もある。

図6-14 表土をのり面緑化に利用した例

## 4 PDCAサイクル

### (P：計画、D：実行、C：チェック、A：改善の取組)の確立

路網は、森林経営の合理化に最も影響を与える施設であり、その整備を促進し、後世へ伝えていくことが重要です。そのような観点から、林業専用道と森林作業道の性質に応じた問題点を次に述べます。

林業専用道は、幹線林道又は支線林道を補完し、森林作業道と組み合わせて、間伐作業や主伐後の再造林その他の森林施業の用に供する支線林道又は分線林道として、普通自動車(10t積トラック)等の輸送能力に応じた規格・構造を有するように整備していく必要があります。このため、林道規程及び林道技術基準に基づき、地形・地質及び気象条件等を踏まえ、安心・安全な通行が可能で、被災しにくい線形・施設機能を確保しつつ、森林作業道の配置や林業機械の利用を考慮した効率的な作業システムの構築及び木材等を安全かつ効率的に運搬することが可能な規格・構造や路線形としますが、作設経費、利用状況、維持管理の手間や経費の面からの評価が欠かせませんし、評価によって得られた知見を次の現場に活かしていく必要があります。

森林作業道は、作設オペレーターが、作設箇所の自然条件、地形・地質、土質をその場その場で判断しながら作設作業を進めますが、森林作業道の作設目的が間伐、主伐、造林保育などの森林施業に利用するものである以上、その成否は、森林施業全体の中で評価されなければなりません。いかに立派な道がつけられていても、森林施業実施の面では役に立たないものであれば、それは有用な道とは言えないのです。

また、「あんな道ではすぐ壊れてしまう」といった評価を聞く場合がありますが、単に「壊れてしまう」という抽象的な評価では問題の所在が把握されていないため学ぶべき教訓が得られないだけでなく、不良工事を防いでいくこともできません。客観的な評価が必要であることがわかりただけだと思います。

PDCAサイクルの確立に向けた取組は、以上のような問題意識を事業に取り入れていく上で重要な活動であるといえます。

### (1) 林業専用道におけるPDCAサイクル

林業専用道は、林道規程、林道技術基準、仕様書等に基づいて計画や設計、施工管理が行われます。このため、設計、施工については、それぞれの品質管理のためPDCAサイクルが取り入れられています。

その上で、造林、保育、間伐、主伐の各施業を通じた利用や、被災しにくく維持管理しやすい道とすることなどの観点をPDCAの各段階に取り入れ、次の行動に反映させていく仕組みをつくっていく必要があります。

このため、林野庁は、平成23年4月6日付け23林整整第5号整備課長通知により「林業専用道の作設に関するチェックリスト例の送付について」を作成し、都道府県宛に通知しています。

チェックリストは、調査設計発注者と受託者との設計協議、設計図書の完了検査、工事の施工中及び完了検査時、並びに既設林道等を事例とした現地検討会等の場で活用することを通じ、都道府県職員、市町村職員等事業に関係する者の技術の向上や共通認識の醸成に役立てていただければと考えています。【林業専用道チェックリスト(例)巻末参考】

### ○林業専用道の整備に関する留意点

- 森林施業の実施、木材等の効率的な輸送のための基盤が目的であることを踏まえた計画、測量・調査・設計
  - 普通自動車（10t 積トラック）等の輸送能力に応じた規格・構造
  - 林業作業用施設（森林作業道の取付口、作業場所、土場）の確保
  - 切土高、盛土高、のり面勾配、のり面保護工
  - 波形勾配と横断排水工の組み合わせによる分散排水処理
- 設計図書に基づく施工が基本
  - 起工測量が施工管理の第一歩

## (2) 森林作業道におけるPDCAサイクル

森林作業道は、造林、保育、間伐、主伐を行うためのインフラとして作設されるものです。林野庁整備課は、森林作業道に係わるPDCAサイクルを進めていくため、平成25年4月（令和5年5月改正）に森林作業道チェックリスト（例）を通知しました。【森林作業道チェックリスト巻末参考】

## 第3章

# 路網整備における 森林総合監理士（フォレスター）の役割

路網は、森林の多面的機能を持続的に発揮していくための森林施業に必要な不可欠な基盤であり、持続的な森林経営を実現するためには、安心・安全な利用、効率的な輸送、被災しにくい（維持管理しやすい）ものとして、林道や森林作業道を効果的に組み合わせて整備していく必要があります。

また、林業の収益性向上のためには、路網と林業機械の合理的な組み合わせによる生産性の高い作業システムの構築と林道を通じた木材等の効率的な輸送体制の整備が必要です。

令和12（2030）年の木材供給量42百万m<sup>3</sup>の目標達成に向け間伐、主伐、再造林等を効率的に進め、木材の輸送コスト縮減等に資する林道と森林作業道を一体的、かつ有機的に整備して合理的な路網を構築し、森林を適正に管理して、林業・木材産業の持続性を高めながら成長発展させ、2050年カーボンニュートラルを見すえた豊かな社会経済を実現（グリーン成長）させることが必要です。

戦後、営々と造成されてきた人工林を中心に森林資源が成熟、充実する状況にあります。路網が森林の多面的機能の発揮、持続的な森林経営実現のために不可欠な基盤であることを踏まえた路網計画のプラン（構想計画）を示し、関係者の意識づけをしていく役割が森林総合監理士（フォレスター）に求められています。

## 1 林道整備における森林総合監理士（フォレスター）の役割

森林総合監理士（フォレスター）の役割は、①広域的・長期的な視点に立った地域の森林・林業の構想を作成し、②公平・公正・中立的な立場から関係者の合意形成を図り、③地域の森林・林業の構想の実現に向けた取組を進めていくことにあります。地域の森林・林業の構想には、木材生産や森林施業を行う川上から木材加工あるいは木材利用の川中・川下まで含めた幹線、支線、分線の林道と、森林施業地に展開する森林作業道との路網の構築が不可欠です。森林総合監理士（フォレスター）は、地域の森林資源、作業システム、木材産業の状況等を踏まえ、地域の森林・林業・木材産業に適した路網の整備に関する指導・助言を行う役割があります。

### （1）地域の森林・林業の構想（ビジョン）

地域の森林・林業の構想（ビジョン、以下「ビジョン」という）は「第3部第1章」で説明した通りですが、林道はこのビジョンを実現するツールとしての役割を担います。

特に、地域において効率的な木材生産、造林・保育等の森林施業を実現するためには、地形等に対応した作業システムの選択と、そのシステム等に応じた路網の基幹となり、木材等が効率的に広範囲に輸送可能となる林道の整備が必要です。地域内の森林現況や集約化の進展状況等を念頭において施業を集中して行う団地を設定し、その団地内の優先度や作業システム、自然的・社会的条件を踏まえて林道の整備にかかる戦略を立てます。

林道の施工主体は主として自治体であり、国の補助はありますが自治体の経費を投入する必要があります。また、自ら事業を発注・監督するとともに管理責任も負います。

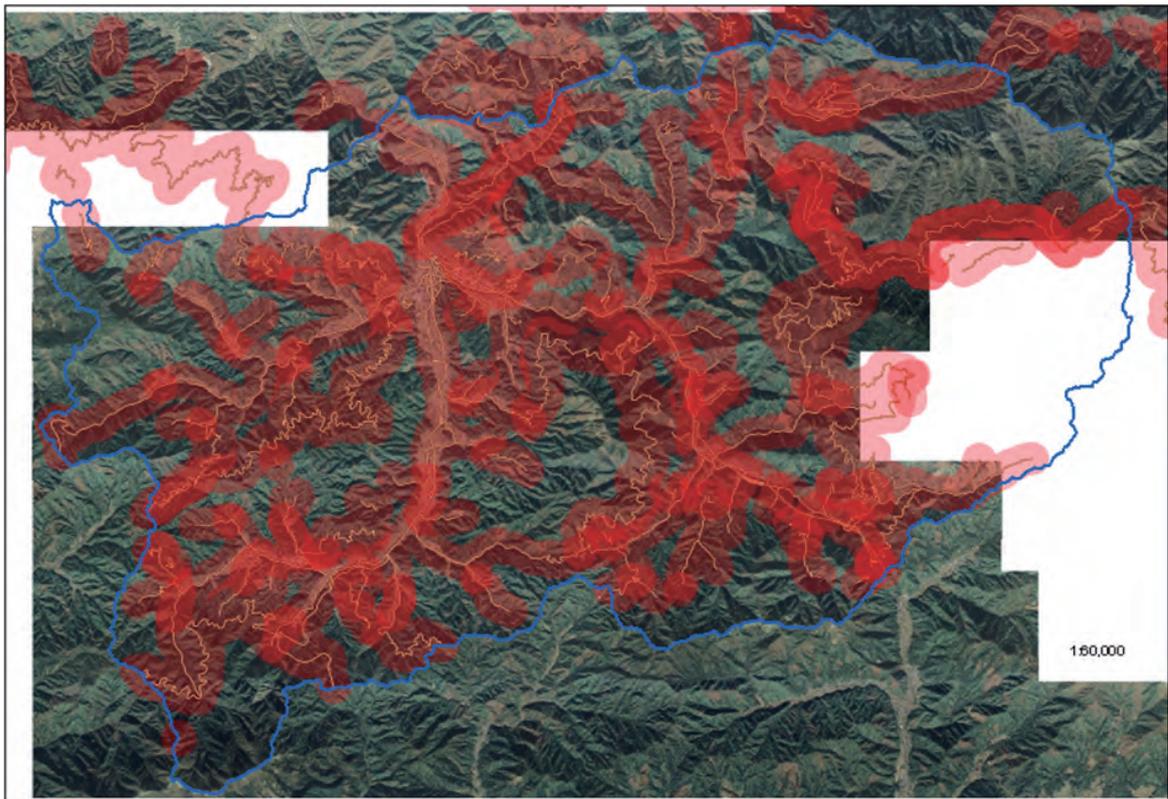


図6-15 路網配置の検討事例(鳥取県智頭町)

公道、林道等をマッピングし、フォワーダによる効率的な搬出作業を可能とする水平距離を350mとしてゾーン(赤い部分)を表示した事例。フォワーダによる搬出が不可能な林分があるため、既存の林道網を踏まえ、更に支線林道又は分線林道の配置と作業路網の配置、あるいは架線集材の検討が必要

ビジョンの作成に当たっては、自治体首長や関係職員、地域のさまざまな関係者の意識を変え、合意形成を図りつつ、森林施業や林道整備への投資と、地域への効果をトータルで示していくことが重要です。特に効果については森林の多面的機能の発揮、木材販売による山元利益、造林・保育等の森林施業のコスト縮減、地元事業者の育成や雇用の確保、これらに関連する地域振興効果など幅広く、短期的な視点と長期的な視点から示すと良いでしょう。

## (2) 市町村森林整備計画の策定・変更

ビジョンは、市町村森林整備計画に具体的に表現する必要があります。ビジョンを踏まえて市町村森林整備計画に木材生産機能維持増進森林、路網整備等推進区域、幹線、支線、分線による林道の予定線形等を定めるとともに、地域森林計画にも林道の路線を記載することになります。

森林総合監理士(フォレスター)は、ビジョンの検討段階から、これらの策定に関わる都道府県・市町村の担当者との連携・調整を行うことも必要です。

### (3) 設計・施工に当たってのアドバイス等

林道のうち林業専用道のように主として森林施業に利用する支線・分線の林道は、森林へのアクセス性を高める必要があります。低いのり高に抑えられているなど林内への直接的な進入や森林作業道の取付けが容易な状況にあるか、作業場所、土場等の林業作業用施設の設置に配慮がなされているか等の森林施業や木材等の輸送にとっての使い勝手のほか、のり面や路体の損傷等の発生抑制及び損傷等が生じた場合の補修等が軽微となる作設方法のアドバイスをを行う必要があります。

このため、森林総合監理士（フォレスター）は地形、地質や土質、切土・盛土、平面的・縦断的な線形、排水対策、施工等に関する知識も有していることが重要です。

設計・施工業者の意識の切り替えも含め、市町村の担当者や都道府県森林土木担当者と連携して取り組んでいくことを期待します。

### (4) 完成・供用

林道を活用した効率的な森林整備や木材等の輸送に関する事業者及び森林施業プランナーへのアドバイスをするとともに、完成後の状況や活用実態等を把握し、関係者と連携して今後の林道の改善につなげていくことも、森林総合監理士（フォレスター）として心がけるようにしてください。

## 2 森林作業道整備における森林総合監理士（フォレスター）の役割

森林作業道は、造林、保育、間伐、主伐等の森林施業を実施する事業者が作設する道です。森林総合監理士（フォレスター）の任務としては、市町村森林整備計画や民有林林道整備計画等の策定時点における林道と森林作業道を組合せた路網整備に関する森林施業プランナーへの指導、事業実施時点の森林作業道作設オペレーターへの指導が主体となります。

また、森林施業プランナーやオペレーターの森林作業道による路網整備に関する知識・技能を高めていくため、研修や現地検討会への参加を促していくことも重要です。

表6-5 路網整備を行う地域において留意する事項

路網計画をチェックする				
地形・地質、気象、経済的、技術的条件				留意点
地形	地形分類	形態	傾斜、谷、斜面型、流れ盤等	地層の走向や谷の深さ、地盤の安定した場所か
		成因	地すべり、崖すい等	崩積土、湧水の可能性
地質	岩石成因	火成岩	風化を受けていないものは硬い	伏流水 (湧出部に転石、滝などが見られる場合がある) 角礫の抜け落ち、巨塊の存在、節理の崩壊の可能性
		変成岩	火成岩や堆積岩が高温や高圧により変質	変成帯によって性質が異なる (地すべりの原因になることがある)
		堆積岩	侵食、運搬、堆積した土が固結化	砂岩、泥岩などが積み重なっているか (層理面に沿った割れ目が生じやすい場合がある)
	年代と特徴	時間	固結化の程度に影響	特に第四期以降の地質は軟弱
		土層の特徴	プレートの移動に伴って生成された付加体、断層、変性、火山活動等	流れ盤地形、褶曲作用や火山岩の冷却に伴って形作られる節理、雨水等による風化作用など地盤の生成過程による問題の有無 断層付近の固結度
	土	基岩の影響	粒度組成、密度、粘性、含水比等	安定した盛土ができる性質の土質か (含水比が高い場合は締固め困難)
特異な土		ローム、まさ、しらす等	作設作業や水処理法の影響	
気象	降雨特性	降雨強度、総雨量等	排水方法、沢の横断、集水区域の広がり 濁水の発生	
	気温	凍結、融解の影響	のり面への影響、作業上の注意 (南側斜面は凍結融解の影響受けやすい、滑落の危険)	

### 3 林道整備計画の考え方

森林総合監理士（フォレストラー）は、地域の森林・林業の牽引者として、①地域の森林・林業に関する情報や要望を踏まえた構想（マスタープラン）の作成、②構想（マスタープラン）に係る地域の森林・林業関係者や地域住民の合意形成、③構想（マスタープラン）の実現に向けて、伐採・造林等の施業方法、森林の適正利用等に関する指導・助言を行い市町村を支援する役割があります。

森林を活用した地域経済、産業の振興を図るためには、間伐や主伐、生産された木材等の輸送、再造林や保育による次世代の森林づくりの基盤となる林道が不可欠です。

林道整備計画は、森林所有者、伐採・輸送・造林等の事業関係者、木材加工業者等の要望を踏まえ、木材生産における生産性の向上、木材等輸送コストの低減、安定的な木材供給、再造林や保育等森林施業のコスト低減を図って、地域の林業・林産業を恒常的に成長させるように考慮しなければなりません。

林道整備計画は、利用しようとする森林の範囲、森林資源、地形・地質、地域の林業・木材産業の状況等に応じて作成することとなりますが、考え方、順序等を示すと次の通りです。

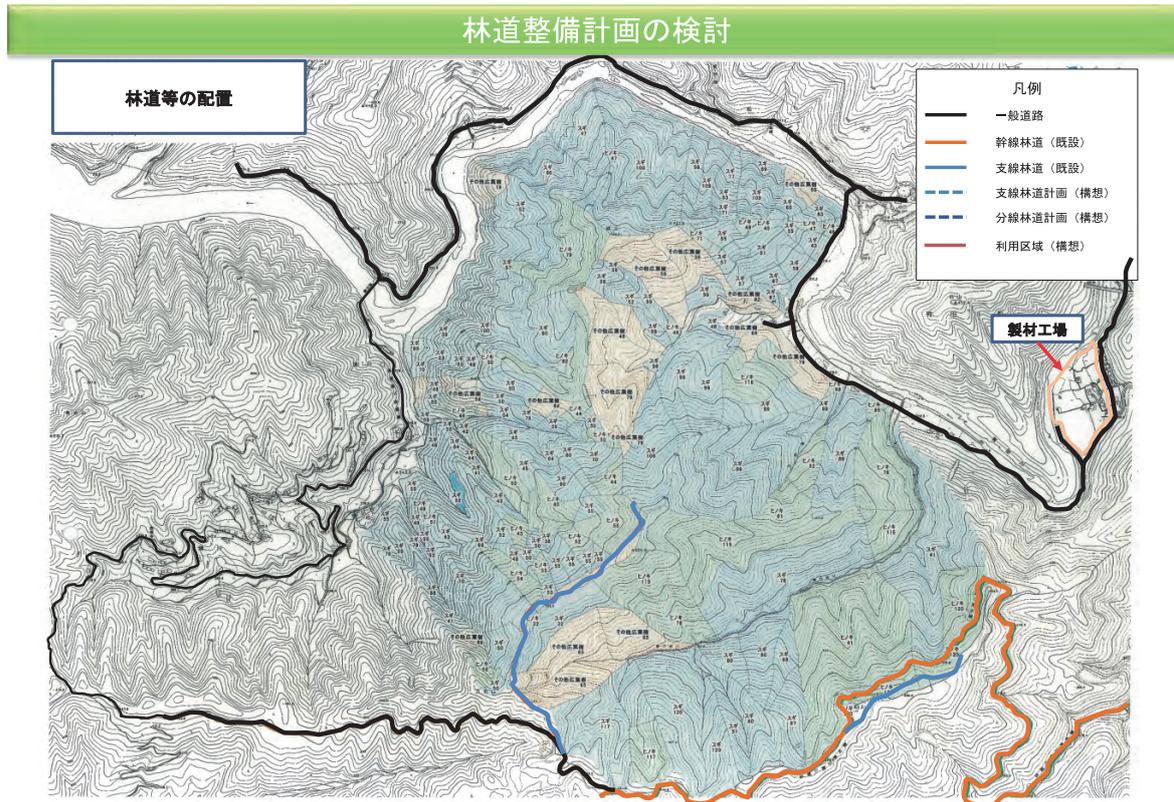
#### ①利用区域の設定

林道整備計画を作成する場合は、最初に利用区域（利用する森林の範囲）を決定します。

利用区域の決定に当たっては、地域の森林の林種（人工林、天然林）配置、森林資源、地形・地質、

製材工場や合板工場等の位置その他木材以外の林産物生産や森林レクリエーション利用等の状況を把握するとともに、森林所有者、伐採・造林等林業関係者、木材加工場等の関係者からの要望等を踏まえることが重要です。

次に示す図は、スギ・ヒノキを主体とし、一部に天然林を含む森林の地域で、北側に国道、西側から南側に一般道があり、東側には既設林道が所在して木材市場に連絡しています。また、東側には地元の製材工場も所在しており、西側には林業従事者の居住地が所在しています。

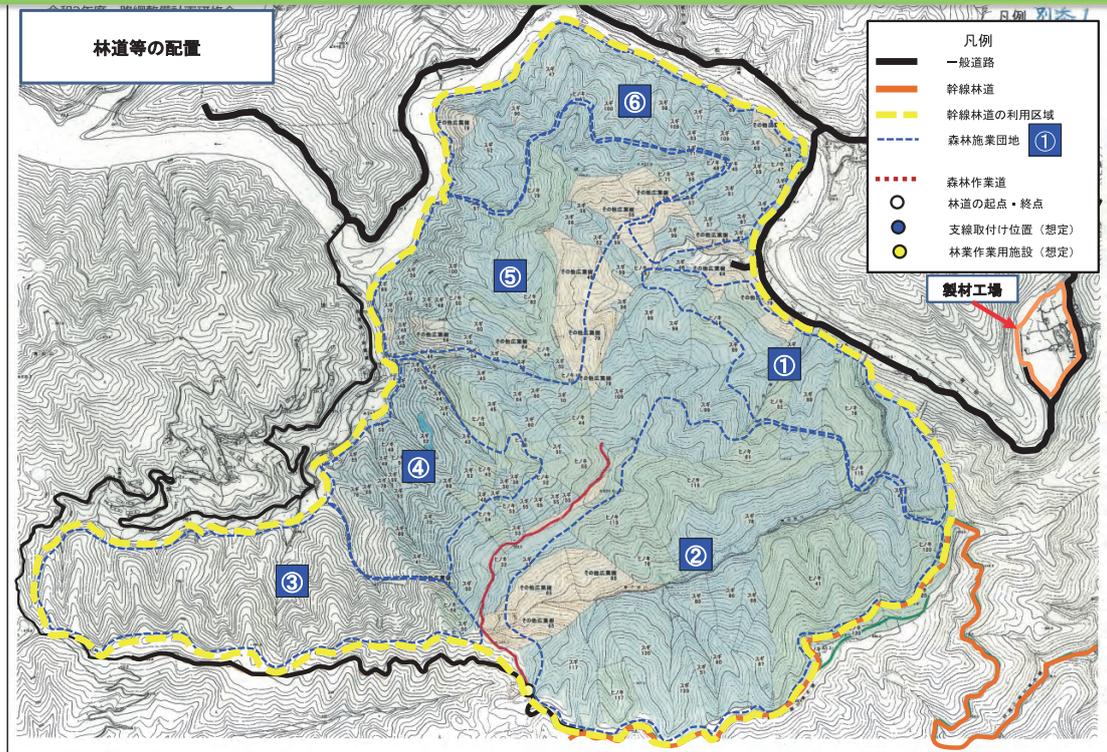


このような森林の地域について、森林資源、地形の傾斜や地質等の状況を踏まえ、本森林地域に関係する林業関係者等と地元の製材工場及び既設林道が連絡している市場への木材の安定供給、再造林及び保育等の森林施業の適切な実施による次世代の森林づくりなどに関する意見交換や要望把握を行い、利用区域を決定します（次図の黄色破線）。

森林施業団地は、林分の分布状況、地形の傾斜や地質等を踏まえ、対応する作業システムも考慮して設定します（次図の○付き数字で示した6箇所）。

このようにして決定した利用区域には、幹線、支線、分線による林道と森林作業道による路網を整備します。次図の黄色破線の利用区域は、今後林道整備計画を作成するうえで幹線の利用区域となります。

## 林道整備計画の検討



## ②幹線林道の整備計画

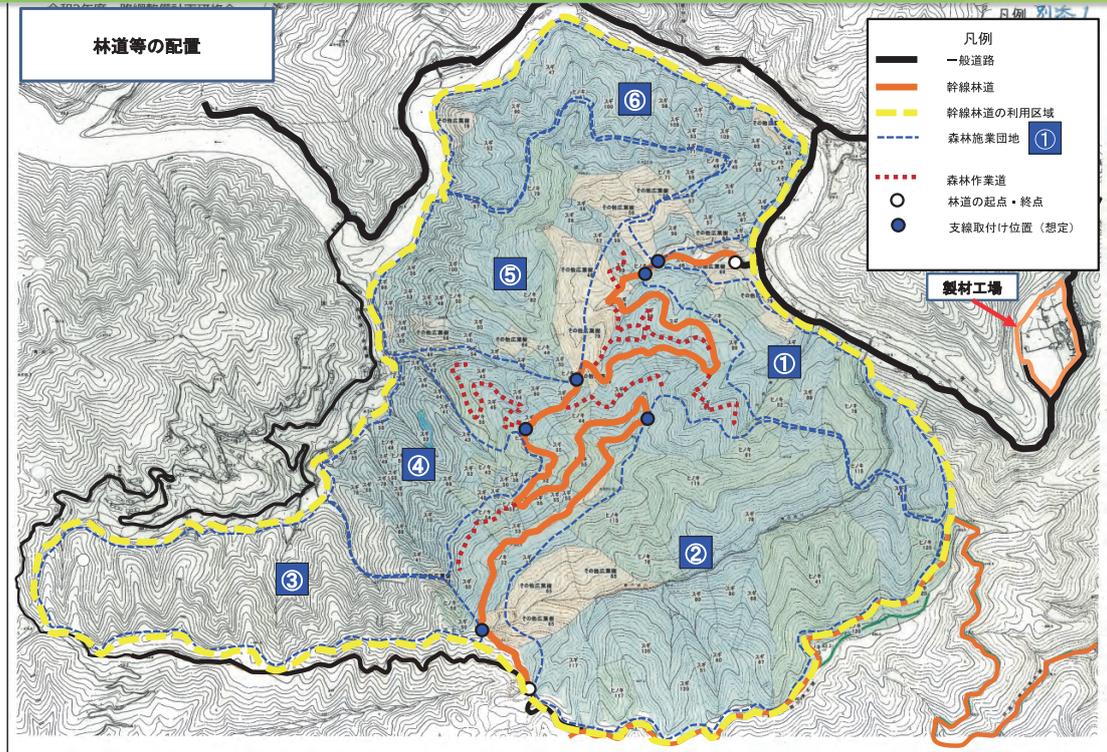
幹線林道は、利用区域内に形成する林道等路網の根幹となるものであり、林業従事者の通勤、木材生産及び木材等林産物の輸送、間伐や造林等の施業が効率的に実施できるように配置する必要があります。

本事例では、既設森林作業道の道型も利用して幹線林道を整備することとし、起点は既設森林作業道の取り付け箇所、終点は北側の公道とし、森林地域に設定した施業団地に支線林道等を配置しやすいよう、概ね中央部を通過し、各施業団地にアクセスしやすい線形を計画します。

このことにより、林業従事者は起点側からアクセスしやすく、生産された木材等林産物は、北側の地元製材工場及び南側の既設林道を通じた木材市場に供給が可能となります。

なお、森林作業道は、幹線、支線、分線の林道それぞれに取り付け、利用する森林を面的にカバーできるように計画するため、幹線林道によって木材生産等を行う範囲については森林作業道の取り付け及び林業作業用施設（作業場所、土場）の設置についても計画します（次図参照）。

## 林道整備計画の検討



## ③支線林道の整備計画

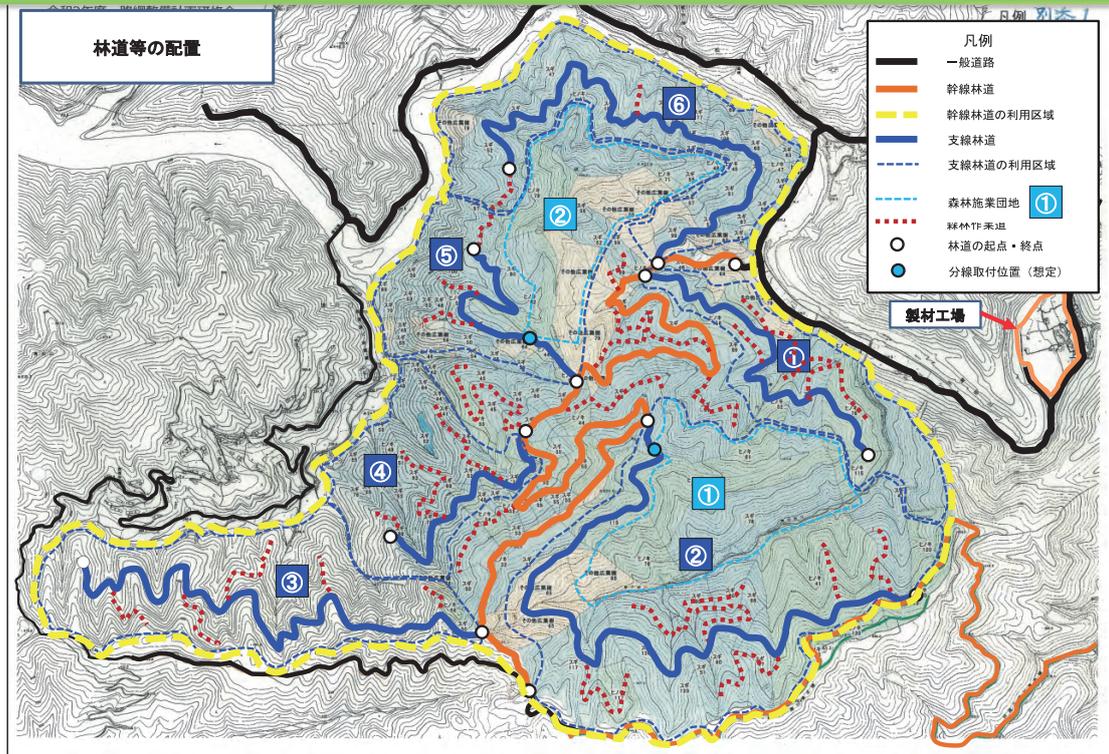
支線林道は、幹線林道から森林作業道を延伸させての車両系作業システムや幹線林道から架線系作業システムにより木材生産等を行うこととした場合、生産性や森林作業道が延伸しすぎることなどで輸送効率が低位、適切な森林管理が行えないといった範囲の森林に林道等路網を展開できるように計画します。

本事例では、幹線の利用区域内に計画した施業団地ごとに支線林道を配置し、木材生産等の施業や輸送効率を向上させることとします。また、支線林道の線形は、森林作業道が展開しやすくなるよう、施業団地の概ね中央部を通過するように計画し、線形計画に合わせて森林作業道及び林業作業用施設の配置についても計画します（次図参照）。

なお、施業団地（濃い青色破線）の範囲は、支線林道の利用区域となります。

支線林道を配置しても車両系作業システム、架線系作業システムでは木材生産の生産性や輸送効率が向上できない範囲が生じる場合には、当該範囲を施業団地（水色の○付き数字）として設定し、分線林道の配置を検討します。

林道整備計画の検討

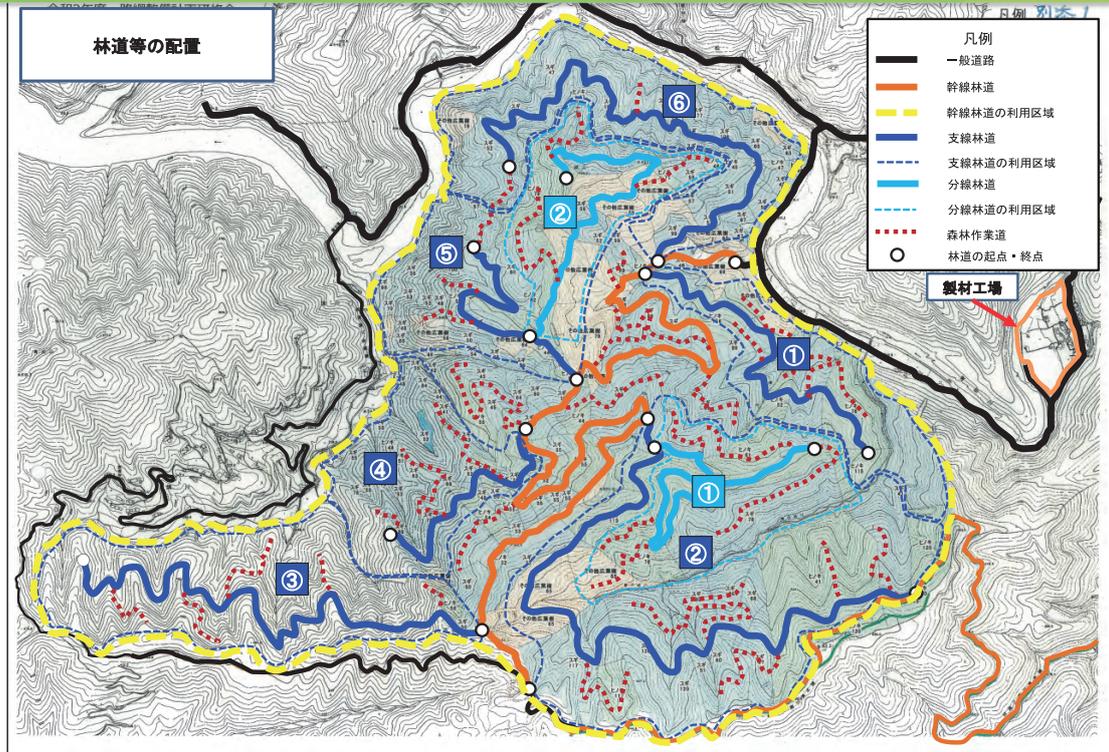


④分線林道の整備計画

分線林道は、支線林道の検討において車両系作業システムや架線系作業システムにより木材の生産性や輸送効率が向上できない範囲の森林を対象として設定した森林の範囲（施業団地）に森林作業道の路網を展開しやすくするよう、施業団地の概ね中央に配置するよう計画します。

分線林道の線形決定に併せて森林作業道の取付け、林業作業用施設の設置についても計画します（次図参照）。

林道整備計画の検討



以上のような林道と森林作業道による路網の整備計画作成に当たっては、森林総合監理士（フォレスター）が、利用しようとする森林の範囲に所在する森林の所有者を適切に指導して森林の集約を行うとともに、伐採、造林等の事業を行う林業関係者、木材の供給先の関係者等の意見を聞き、利用区域内の森林資源の状況、生産する木材、木材の生産方法、造林・保育の方法、施業の継続性、地形、地質等を踏まえて適切に助言・指導を行う必要があります。

## 4 林道の規格

幹線、支線、分線の林道は、利用区域内の森林を適切かつ効率的に利用するため、間伐、主伐、再造林、保育等の施業に必要な資機材や労働力の搬入、生産された木材等林産物の効率的な輸送等を考慮して配置します。

林道の規格は林道規程の第4条において自動車道の種類と級別の区分を、第9条において設計車両を、第10条において幅員（車道幅員）を定めており、一覧にすると次表の通りです。

表6-6 設計車両に応じた自動車道の種類、級別の区分、車道幅員の一覧

設計車両	自動車道の種類	級別の区分	車道幅員
セミトレーラ	第1種自動車道	1級	2.75m(車線) 4.0m
		2級	3.0m
普通自動車道	第2種自動車道	1級	2.75m(車線) 4.0m
		2級	3.0m
小型自動車道		3級	2.0m

林道の路線ごとの規格の決定に当たっては、通行させる自動車（設計車両）の種類を考慮する必要があり、そのためには森林資源の状況（齢級構成及び林分の配置、資源量等）、地形、地質、作業システム（輸送する木材の長さ、搬入機械の規格等を含む）、伐採や造林等の継続性等を考えなければなりません。

木材生産の観点では、生産が旺盛か否か、継続性の有無（齢級構成及び林分の配置）、土場等に滞留する木材の量（1回に輸送する木材の量、対象とする土場等の数）、輸送する木材の長さ、搬入する林業機械の規格等を考慮して通行させる自動車（設計車両）の種類を考えます。

例えば、木材生産が旺盛、継続性がある、輸送する1回当たりの量が多い、材長が長い、搬入する林業機械の規格が大きく、地形・地質的にも好条件である、といった場合は、セミトレーラを選定し、林道の規格は、第1種自動車道の1級又は2級となります。

同様の地域であっても、材長が比較的長い、搬入する林業機械の規格は中程度、地形等の条件は比較的の良い場合は、普通自動車（10t積トラック）を選定し、林道の規格は、第2種自動車道の1級又は2級となります。

木材生産が散発的、材長が短い、搬入する林業機械の規格が小型、地形等の条件が比較的悪い場合は、小型自動車（3t積トラック程度）を選定し、第2種自動車道の3級となります。

使用するトラックにより輸送コストが大きく異なるため、輸送経費も考慮して林道の規格を考えることが必要です。例えば、山土場から工場等まで30km運搬すると仮定しておおよその試算をすると、20t積トラック（セミトレーラ）であれば2,000円/m<sup>3</sup>程度、10t積トラックでは3,000円/m<sup>3</sup>程度、4t積トラックでは5,500円/m<sup>3</sup>程度の木材運搬費になると考えられます。

地域によっては、木材生産が旺盛で継続性があっても、材長が比較的長い又は短い、地形条件等

が比較的悪い等により小型自動車しか選択できない場合などがあるため、通行させる自動車（設計車両）の種類を選定に当たっては、森林総合監理士（フォレスター）は、森林所有者や伐採・造林等の林業関係者の意見を聞くとともに利用区域内の施業団地、地域の実情を踏まえて十分に検討することが必要です。

## 5 林道の役割別・自動車道の種類・級別の区分の組合せ

林道は、役割によって幹線、支線、分線に区分されており、これを効果的に連結することにより林道網が構築され、これを基に森林作業道を含めた路網が展開されます。

林道の規格は、前述の通り利用区域内の施業団地の状況や地域の実情等に応じて決定することとなるため、一律なものとなりません。

利用区域内の森林の全てが長尺材の木材生産に利用され、地形条件等も良い場合は、幹線、支線、分線の全てが第1種自動車道の1級又は2級となることがある一方で、材長の短い木材が生産され、地形条件等も悪い場合には、幹線、支線、分線の全てが第2種自動車道の3級となることもあります。

林道の役割別・自動車道の種類・級別の区分の組合せは、利用区域内の森林資源、生産する木材、地形、作業システム等の条件を踏まえて十分に検討し、路線ごとに適切な規格を選定して行うことが必要です。

なお、林道の役割（幹線、支線、分線）別・自動車道の種類（第1種、第2種）・級別の区分（1級～3級）の組合せを一覧にすると次の通りです。

表6-7 林道の役割別・自動車道の種類・級別の区分の組合せ一覧

幹線	支線	分線	幹線	支線	分線
第1種1級	第1種1級	第1種1級	第1種2級	第1種2級	第2種2級
第1種1級	第1種1級	第1種2級	第1種2級	第1種2級	第2種3級
第1種1級	第1種1級	第2種1級	第1種2級	第2種2級	第2種2級
第1種1級	第1種1級	第2種2級	第1種2級	第2種2級	第2種3級
第1種1級	第1種1級	第2種3級	第1種2級	第2種3級	第2種3級
第1種1級	第1種2級	第1種2級	第2種1級	第2種1級	第2種1級
第1種1級	第1種2級	第2種2級	第2種1級	第2種1級	第2種2級
第1種1級	第1種2級	第2種3級	第2種1級	第2種1級	第2種3級
第1種1級	第2種1級	第2種1級	第2種1級	第2種2級	第2種2級
第1種1級	第2種1級	第2種2級	第2種1級	第2種2級	第2種3級
第1種1級	第2種1級	第2種3級	第2種1級	第2種3級	第2種3級
第1種1級	第2種2級	第2種2級	第2種2級	第2種2級	第2種2級
第1種1級	第2種2級	第2種3級	第2種2級	第2種2級	第2種3級
第1種1級	第2種3級	第2種3級	第2種2級	第2種3級	第2種3級
第1種2級	第1種2級	第1種2級	第2種3級	第2種3級	第2種3級

林道整備計画の作成においては、林道の役割別・自動車道の種類別・級の区分別の組合せを考慮する必要があることから、森林総合監理士（フォレスター）は、利用区域内の森林資源の状況、生産する木材、木材の生産方法、造林・保育の方法、施業の継続性、地形、地質等を踏まえ、林道の路線配置、路線ごとの規格等を適切に判断する知識と技術を有することが必要です。

森林を活用した地域経済、産業の振興を図るためには、森林所有者、伐採・輸送・造林等の事業関係者、木材加工業者等の要望を踏まえ、木材生産における生産性の向上、木材等輸送コストの低減、安定的な木材供給、再造林や保育等森林施業のコスト低減を図って、地域の林業・木材産業を持続的に成長させなければなりません。

生産された木材等を供給先に効率的に輸送することができなければ、森林施業団地内において林業専用道のような支線又は分線の林道と森林作業道による路網と作業システムを組合せて生産性を向上させる意味がありません。

このため、森林総合監理士（フォレスター）は、森林施業地における施業の効率化のみでなく供給地への木材等の効率的な輸送も含めた広い視野を持たなければなりません。

## 第4章

# 作業システムと林業機械

### 1 木材生産における作業システム

我が国の木材生産は、立木を伐倒し、木材（丸太）として生産するまでに、伐倒、集材（木寄）、造材、運材・巻立など主作業に係る工程と、森林作業道など路網の開設や修繕、土場の作設や現地踏査など副作業に係る工程を経て行われます。

これらの工程は、例えば、伐倒が行われないと集材ができない、路網が整備されていないと運材ができないなど相互に関連する一連のシステムであるため、木材生産の目的である木材（丸太）を林外（需要先）に搬出する上で、機械の選択や人員配置などに様々な選択肢があり、ここに工夫の余地が生まれます。

事業者ごとの実行体制や使用可能な機械などに違いがあり、現地の立木の状態や林地、路網の状況、搬出先なども異なるため、ベストな作業システムを定義することは難しいですが、森林総合監理士（フォレスター）としては、基本となる作業システムを理解し、地域における作業システムを把握した上で、効率的な事業運営に向け、継続的な改善が行われるよう働きかけていくことが重要です。

### 2 林業経営における林業機械への投資

継続して素材生産を行う林業経営体にとって、林業機械をはじめとする林業機械への投資は、生産性向上による収益性の改善だけでなく、限られる人員の安全確保や軽労化の観点からも重要です。

林業機械の導入は売上げの何割かに相当する大きな投資となることが多く、調達期間もかかることから計画的に行っていく必要があります。例えば、伐倒・造材用のハーベスタ（0.25～0.5m<sup>3</sup>クラス）を新規購入する場合、約2,000～3,500万円程度、運材用のフォワーダで1,500～3,000万円の投資となり、注文から納品まで1年を超えるケースもあります。また、機械の性能を発揮するための作業システムの見直しも必要となります。例えば、ハーベスタを導入することにより、チェーンソーで造材した場合に比べ、伐倒・枝払い・造材まで一気に行うことができるようになります。一方、丸太の生産スピードが上がることにより、既存のシステムのままでは丸太が滞留する可能性があるため、次は、丸太の運搬を早く行うため大型のフォワーダの導入を検討するなど、作業システム全体で材の流れを増やすことができるよう計画的に導入する必要があります。

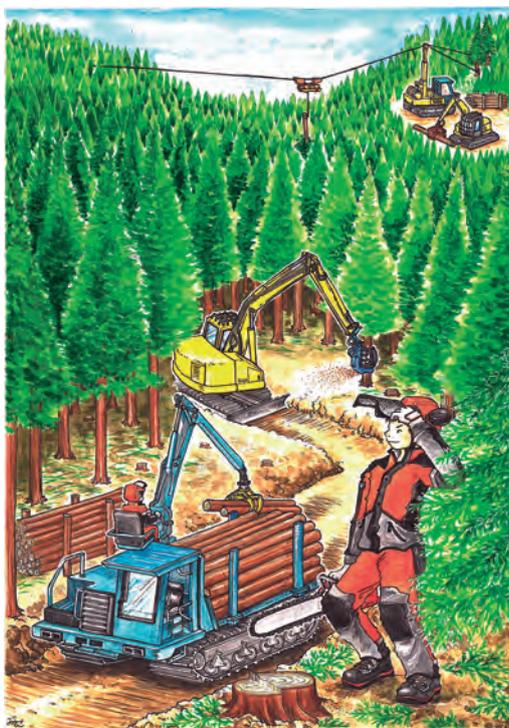
また、機械購入の判断基準は、購入価格のほか、新たな作業システムに見合った事業量の確保や稼働率の見通し、メンテナンスや故障修理など維持管理費や運搬費など購入後にかかるコスト、オペレーターや人員の確保・育成などの要素により、投資に見合ったリターンが得られるかを考える必要があります。また、メーカーから情報収集したり、展示会やデモ機でオペレーターに実物を確認してもらったり、実際に導入している林業経営体に視察を依頼するなどにより導入前に確認しておくことが重要です。

森林総合監理士（フォレスター）の立場からは、補助金等を活用して安易に高性能な機械を導入し、稼働率が低位のままとなるような状態に陥ることを未然に防ぐという見地からのアドバイスが期待

されます。一方で十分な事業量を確保し、積極的に生産性を向上しようとする事業者に対しては、処理能力が低く効率の悪い古い機械を計画的に更新し、より高性能・高効率な機械に入れ替え、作業システムを全体的に改善して材の流れを増やすことで、生産性を向上させるだけでなく燃費の改善、技能者のモチベーションの向上、労働安全の確保などに貢献することも考慮します。

さらに、機械の処理能力に見合う十分な事業量の確保が可能で、地形や路網の条件が合致するのであれば、先進的な機能を持つ林業機械の導入により、飛躍的な生産性のアップが実現できる可能性があります。国内に導入した北欧製のハーベスタが点状間伐において、1台で伐倒から造材まで1日100mを大きく上回る実績を挙げた例もあります。また操作系の自動化を徹底したタワーヤードで伐採から造材までを3人で行い、高い生産性が実現できることも実証されています。こうした従来の林業機械と比較して能力が格段に高い機械を導入するに当たっては、既に導入した事業者から情報を収集するなどにより、導入後の作業を現状及び今後の自らの条件に当てはめてシミュレーションした上で判断します。

近年、機械の導入は、全て新規購入するだけでなくリースで導入したり、必要な時期のみレンタルしたり、アタッチメントのみ購入したり、中古を購入するなども選択肢となります。レンタルは、事業地や伐採方法に合わせて機械を選べるメリットがありますが、必要な時期に手配できるか、高度な機械ほどオペレーターの操作の習熟が大きく生産性に影響するなども考慮する必要があります。いずれの場合でも、故障修理の対応やメンテナンスなどをきちんとできるような体制とすることが必要です。



挿絵6-1 林業現場における機械を活用した施業のイメージ  
現場漫画「林業よススメ!」(林野庁 画:平田美紗子)より

# 第5章

## 効率的な木材生産

### 1 作業システムの種類

作業システムは、伐倒した木を森林作業道や林業専用道まで引き寄せる集材方法（木寄せ）により、集材機やタワーヤードを使用する架線系と、ウインチの直曳きやグラップル等による車両系とに大別されます。車両系には比較的高い路網密度が要求され、架線系には急傾斜地など路網開設が限られる作業地や、架線の架設・撤去の手間を考慮しても車両系よりも高い効率を得られるような条件の作業地で採用されています。特に車両系のシステムでは、路網配置や使用する機械と人の組み合わせにより、多くのバリエーションが考えられます。林地の傾斜は路網配置に関連しており、作業システムの選択にも影響してきます。これらの関係を大まかに整理すると、以下の表のようになります。

表6-8 林地の傾斜区分ごとの作業システムの例

区分	作業システム	最大到達距離 (m)		作業システムの例			
		基幹路網から	細部路網から	伐倒	集材・木寄せ 造材	造材(枝払い・ 玉切り)	運材
緩傾斜地 (0 ~ 15°)	車両系	150 ~ 200	30 ~ 75	ハーベスタ グラップルバケット	(ハーベスタ)	(ハーベスタ)	フォワーダ トラック
中傾斜地 (15 ~ 30°)	車両系	200 ~ 300	40 ~ 100	ハーベスタ グラップルバケット チェーンソー	グラップル ウインチ	(ハーベスタ) プロセッサ	フォワーダ トラック
	架線系		100 ~ 300	チェーンソー	スイングヤード タワーヤード	プロセッサ	フォワーダ トラック
急傾斜地 (30 ~ 35°)	車両系	300 ~ 500	50 ~ 125	チェーンソー	グラップル ウインチ	プロセッサ	フォワーダ トラック
	架線系		150 ~ 500	チェーンソー	スイングヤード タワーヤード	プロセッサ	フォワーダ トラック
急峻地 (35° ~)	架線系	500 ~ 1500	500 ~ 1500	チェーンソー	タワーヤード	プロセッサ	トラック

(路網・作業システム検討委員会最終報告から一部改変して引用)

注：この表は、現在採用されている代表的な作業システムを、使用されている林業機械により表しつつ、傾斜および路網密度と関連づけたものであり、林業機械の進歩・発展や社会経済的条件に応じて変化するものである。地域において、今後の路網整備や資本装備の方向を決めるに当たっては、地域における自然条件、社会経済的条件を踏まえた工夫や経営判断が必要である。「グラップル」にはロングリーチ・グラップルを含む。「グラップルバケット」：フォーク収納型グラップルバケットのことで、フェリングヘッド付きのものを含む。

## 2 路網と作業システム

森林経営計画に記入され、予定される路網は、現在だけでなく、将来の資源状況や施業を勘案して決める必要があります。前節でみたように（表6-8）、作業システムと路網は、相互に最適な配置やシステムの選択に影響し合います。路網に応じて最適な作業システムを決めるか、作業システムに応じて最適な路網配置を決めるかは、どちらがより強い制約条件を持っているかによりますが、森林総合監理士（フォレスター）には、地域の林業経営体が通常採用している作業システムをふまえ、将来を見据えてより効率の良い作業システムに誘導していくという視点が求められます。

## 3 作業システムの選択

現地に応じた作業システムを選択する際、立木の状態や林地傾斜、路網の整備状況など林地の状況だけでなく、作業に伴う土砂の流出が下流の民家や河川に影響を及ぼすことがないかをはじめ、丸太を積んだトラックの搬出経路、送電線の位置や下流の養魚場や農地での取水状況、付近のレクリエーション施設や観光施設等伐採作業により発生する可能性のあるトラブルとその対応を考慮して作業を計画する必要があります。例えば、土壌支持力が低い場合や林床植生が攪乱に弱い場合は、たとえ緩傾斜地であっても土壌保護の観点から林内走行型のシステムは避けざるを得ない場合がありますし、近隣住民や農地所有者等と林業経営体の間でトラブルが生じるようなケースは避ける必要があります。

新たな作業システムの導入に当たっては、上記のような様々な前提条件を考慮した上で、人（事業体の雇用する技能者の数と能力）、機械（保有する機械とレンタル・リース、新規購入、共同購入等の可能性）、作業（皆伐、列状伐採、点状伐採などの仕様）条件を踏まえ、路網の新設の可能性、伐採対象木の樹種やサイズ、土場の配置、運材の方法（仕分けの必要の有無、トラックの大きさ等）の組み合わせによる収支のシミュレーションを行います。単純な収益性だけでなく財務面についても考慮し、適した事業地が確保できないなどワーストケースも想定した複数のシミュレーションにより、比較検討して決定します。森林総合監理士（フォレスター）には、森林施業プランナーや事業体の検討状況に対して情報収集を行い、集約化など事業地の確保への取組や売上げの拡大など、必要な検討を十分に行って選択をしているか、改善の方向へ向かっているか、といった視点でアドバイスすることが期待されます。

## 4 作業システムの改善による生産性の向上

以上のような十分な検討を行って導入した作業システムでも、導入しただけで生産性の向上につながるケースは少ないため、継続的にシステムを改善していくことが重要です。

「生産性」とは、通常労働生産性を意味し、技能者1人当たりの1日の素材生産量（ $m^3$ /人日）で表すか、1日当たりの生産性（ $m^3$ /日）で表します。通常、木材生産は複数のチーム（セット）で伐倒から集材、造材、運材、山土場での巻立てまで、一連の流れで行われるので、各工程間の生産性の違いを評価するため1日当たりの生産性も重要です。作業体制が異なる林業経営体の生産性を分析する場合、1人当たりの生産性はセット当たりの生産性と異なることに注意が必要です。つまり

セット当たりの生産量が同じでも、セット当たりの人数が異なれば、大きく労働生産性は変わりません。

作業システムを改善して生産性を向上させるため、産業界の生産プロセスの改善で広く使われているTOC理論を林業にも適用することが有効です。具体的には、工程ごとの生産状況を把握した上で、制約（ボトルネック）となっている工程を全体最適で改善していくことになります。なぜなら、ボトルネック工程の生産性以上に、全体の生産性が高まることはないためです。1人当たりの処理能力が最も大きい機械を中心にセットを考えるのではなく、処理能力が最も低くボトルネックとなっている工程の能力を引き出すことができるよう改善して全体の流れを良くするという考え方をします。

仮に、従来のように処理能力が最も大きい機械を中心に考えるとどうなるでしょう。例えば、造材工程で用いるプロセッサは通常1～2分程度で1本の全木伐倒木の枝払い・玉切りを行うため、1時間に30～40本、6時間で180～240本程度の処理が可能です。1本当たり0.3m<sup>3</sup>であれば70m<sup>3</sup>/日台、条件が良い場合、高性能のプロセッサであれば80m<sup>3</sup>/日台以上も可能となります。しかしプロセッサがフルにその能力を発揮するためには、少なくとも、その前の伐倒や集材（木寄せ）工程で伐倒作業者を増やすなどにより、造材工程並みの70m<sup>3</sup>/日のスピードで木を受け渡す必要があります。また、その後の運材工程についてもフォワーダを増やすなどにより70m<sup>3</sup>/日で運搬する必要がありますが、人員や活用可能な機械が限られる現場では、最も能力が高い工程に合わせることは現実的ではないのです。

これに対し、制約（ボトルネック）の改善は、林業経営体の実情に即した改善効果が期待できます。図6-16では、4人1セットで生産を行っているケースを取り上げました。伐倒に1人（1日に1本当たり0.2m<sup>3</sup>の丸太が収穫できる立木を100本伐採するとして20m<sup>3</sup>/日×1＝20m<sup>3</sup>/日）、集材・木寄に1人（18m<sup>3</sup>/日×1＝18m<sup>3</sup>/日）、造材に1人（72m<sup>3</sup>/日×1＝72m<sup>3</sup>/日）、運材・巻立に1人（72m<sup>3</sup>/日×1＝72m<sup>3</sup>/日）というシステムで動いている例では、日生産性が最も低い、集材・木寄工程がボトルネックとなっています。ここに材が滞留するため、全体としての日生産性は18m<sup>3</sup>/日以下（4.5m<sup>3</sup>/人日以下）となります。伐倒工程や集材・木寄工程は忙しく動くものの、造材や運材・

〈各工程の生産性〉

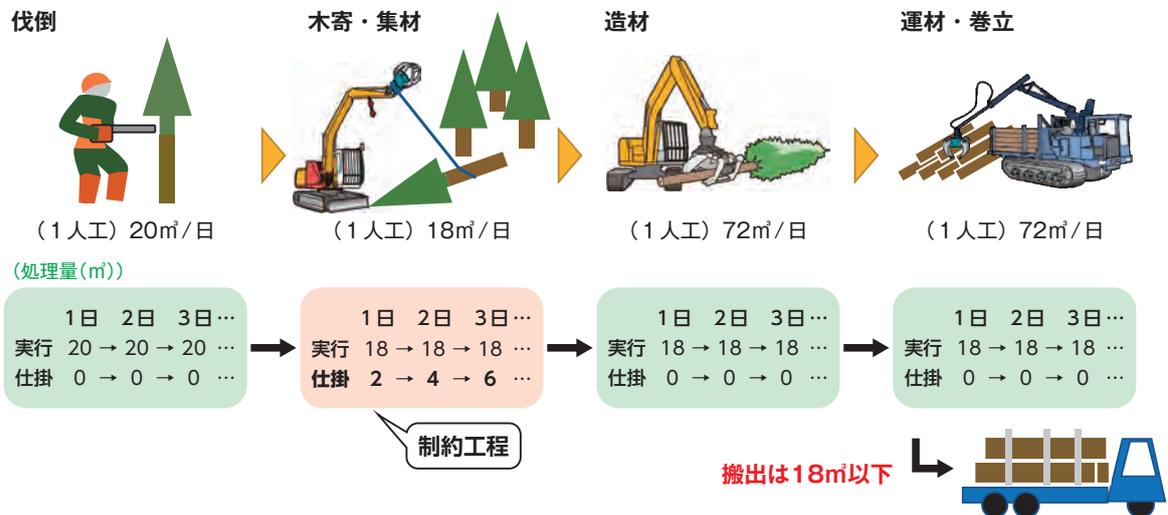


図6-16 4人1セットで生産を行っている例(改善前)

巻立は処理能力を余している状況です。

次のケースでは、ボトルネックとなっている集材・木寄工程の生産性を高めることを最優先に検討します。図6-17は最初の改善で、1人で行っている集材・木寄工程の能力を高めるため、運材・巻立工程から0.5人工移すことを考えます。これにより、集材・木寄工程は18m<sup>3</sup>/日から27m<sup>3</sup>/日に能力が高まります。また、造材や運材・巻立工程は、それぞれ72m<sup>3</sup>/日、36m<sup>3</sup>/日の能力となります。しかし、その手前の伐倒工程からは20m<sup>3</sup>/日しか流れてこないため、全体としての日生産性は20m<sup>3</sup>/日にとどまります。

〈各工程の生産性〉

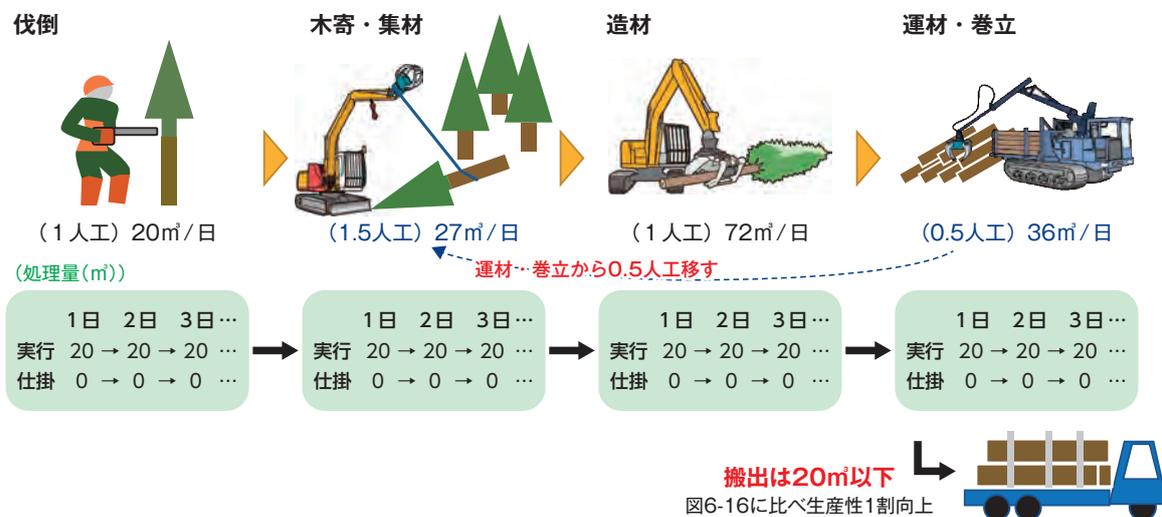


図6-17 4人1セットで生産を行っている例(最初の改善)

図6-17では、一見、ボトルネックも解消され、生産性も1割改善した状況ですが、全体としてみると依然として木寄・集材工程や造材工程などに余力がある状況です。そこで図6-18では、木寄・集材工程への供給量を増やすため、更に、造材工程から伐倒工程に0.5人工移すことにします。これにより、伐倒工程の生産性は20m<sup>3</sup>/日から30m<sup>3</sup>/日にまで高まります。木寄・集材工程で材の滞留は発生するものの、27m<sup>3</sup>/日の処理が可能ため、これより高い36m<sup>3</sup>/日の能力を持つ造材や、運材・巻立工程を経ても、全体としては27m<sup>3</sup>/日の生産性となります。同じ人員体制、同じ機械の組み合わせでも、ボトルネック工程を手助けするように作業の割り振りを見直すことにより、生産性が5割増える可能性が生まれます。更に、伐倒時に次の木寄・集材工程を想定して、多少効率を下げても伐倒方向を揃えて次の作業を行いやすくする、造材工程のプロセッサの移動量を増やして木寄・集材からの引き渡しをスムーズにするなど工程間の連携を高めることで更なる生産性の向上も期待できます。

この前提として、日頃の連絡と情報共有の下、技術や作業効率の向上を目指す目的を共有した職場づくりはとても重要です。

〈各工程の生産性〉

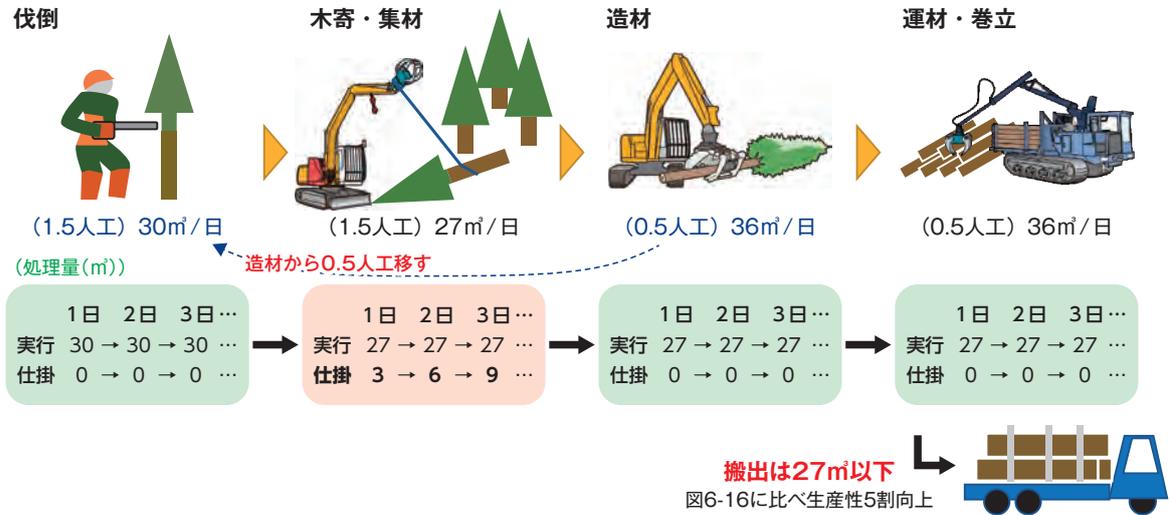


図6-18 4人1セットで生産を行っている例(継続した改善)

スイングヤード、タワーヤード、集材機などの架線系のシステムの場合は、その架設・撤去の効率が生産性に大きく影響しますので、その移動頻度(ライン当たりの生産量)と架設・撤去にかかる労力(人数×時間)なども考慮に入れて、比較検討する必要があります。例えばタワーヤードのスパンを長くとることができ、その範囲すべてが間伐対象である場合は、架設・撤去にかかる人手・コストが相対的に少なくなります。また架設・撤去の作業に習熟することは、生産性の向上に直結します。さらにタワーヤードに中間支持器の位置をあらかじめ入力でき、その前後の減速運転が自動で可能な機種であれば、架設距離が長い場合であっても、配置人数を増加させることなく効率を高めることができます。

このほか、オートチョーカーを使用して荷外しをリモコンで行ったり、遠隔操作可能な架線式グラップルを使用することにより、タワーヤードや集材機側はプロセッサのオペレーターが荷外しと枝払い・造材を1人でプロセッサに乗ったまま行うことも可能です。このことにより大幅な効率アップが望めるとともに、急傾斜地での荷外し作業に伴う危険を排除することができます。



挿絵6-2 先進的な架線系林業機械の例

現場漫画「林業よススメ!」(林野庁 画:平田美紗子)より

## 5 効果的な販売

林業経営体の収益性を高める上で、売上げの拡大は、コスト削減以外の方法で収益性を高める手段として重要です。一つの林地からは様々な径や長さの丸太が生産されますが、丸太は長さや径級、相場などにより価格が異なります。このため、需要情報を踏まえた上で、現地で適切な採材と仕分けを行うことが重要です（最適採材を行うICTハーベスタなども登場しています）。

近年、製材、合板、木材チップ工場やバイオマス発電施設等における国産材の需要量が増加してきており、原木市場で販売する以外の販路が増加しています。また、製材工場が選木機を導入して直接原木を受け入れたり、流通側でも市を経ずに特定の需要先に販売を行うなど、原木の販売方法は多様化しています。

販路の拡大に当たっては、需要先のニーズをとらえることが重要です。林業経営体が山土場で仕分けを行い直送する場合、需要側が求める材の品質（長さや曲がりの程度など）と、山側の認識の差は大きいことを念頭に、需要側がどのような材を求めているか、現場の従業員が判断できるレベルで理解する必要があります。このため、造材に携わるオペレーターが製材工場など需要側を見学し、必要とされる材について意見交換してすりあわせを行うことも重要です。運送面については、出荷先までの距離に適したトラックの準備や、中間土場の設置などによる工夫の余地があります。一方で、物流2024年問題に代表されるように、物流を巡る状況は大きく変化してきており、関連情報を入手しつつ、素材生産側と運送側の調整を図りながら、地域において最適な体系を構築していく必要があります。

## 第6章

## 事業計画と生産管理

## 1 事業計画とは

1箇所の事業地で効率的な生産を行うことができたとしても、他の事業地で採算割れが続くと、経営を継続することはできません。このため、林業経営体には、従業員や機械類、立木の購入代金といったコストをかけて、どれくらいの利益を出せば、年間を通して安定した事業を運営していか、経営上のものさしとして事業量と収支見通しを合わせた事業計画が必要になります。ものさしを持たずにどんぶり勘定的に日々の経営を行ったとしても事業運営が良い方向に行っているのか、改善が必要なのか判断がつかないためです。特に、大型の林業機械を新たに導入するような大きな投資を伴う場合は、どれくらいの期間で投資を回収するか、また、一時的に資金が不足するようであれば、どの程度の融資を得る必要があるかなど投資回収期間にわたる事業計画の検討が必要となります。

森林組合などでは、総会で組合員に対して当年度の決算と翌年度の事業計画を示すため、定期的に自らの事業の見通しを検討する機会がありますが、外部への開示義務がない林業経営体ではこうした機会は、運転資金の融資を受ける場合や、補助金の申請時に限られます。しかしながら、将来にわたり事業を継続し発展させていくためには、事業計画や、複数年にわたる中期経営計画を作成し、事業が計画どおりに進んでいるのか、進んでいないようであればどのような改善を行うか、確認しながら経営を行う必要があります。

森林総合監理士（フォレスター）の立場からは、補助金申請や資金貸付等の際に、このような林業経営体の事業計画の相談を受ける可能性があります。このため、事業計画の概要と指導の視点についてケーススタディを参考にしながら考えてみましょう。

## 2 主伐再造林型のケーススタディ

## (A社の事業概要)

A社は、素材生産を行う林業経営体です。4人の現場担当職員と、1人の事務担当職員の計5名を雇用（月給制）、現場は素材生産班1班です。民有林や国有林の立木を購入して主伐を中心に事業を運営しており、所有している機械は、プロセッサ、ウインチ付きグラップル、フォワーダの3台です。

表6-9は今期の決算です。今期、8,000m<sup>3</sup>の素材生産を行い、8,400万円を売り上げたものの、素材生産以外の事業の稼働がなかったことが響き、営業利益ベースで△838万円となりました。資本ベースでは、これまでの利益が利益剰余金として2,000万円あったことから、この一部を取り崩して特別利益として計上したことにより赤字は免れましたが、来期に向け、事業の立て直しが必須の状況です。

表6-9 A社の今期の決算状況

	金額(千円)	備考
売上	84,000	(単価) (数量)
素材	72,000	12千円 × 6,000m <sup>3</sup>
バイオマス	12,000	6千円 × 2,000m <sup>3</sup>
造林請負	0	1,500千円 × 0ha
売上原価	44,700	
立木購入費	24,000	3千円 × 8,000m <sup>3</sup>
減価償却費	13,000	3台(プロセッサ、グラブプル、フォワーダ)
プロセッサ	6,000	30,000千円 ÷ 5年
ウインチ付きグラブプル	3,000	15,000千円 ÷ 5年
フォワーダ	4,000	20,000千円 ÷ 5年
機械修繕費	6,500	減価償却費の50%
燃料費	1,200	0.15千円 × 8,000ℓ
(売上総利益)	39,300	
販売及び一般管理費	47,680	
人件費	21,600	4,320千円 × 5
販売経費	7,200	素材売上の10%
原木輸送費	16,000	2千円 × 8,000m <sup>3</sup>
事務所経費	2,880	240千円 × 12カ月
営業利益	△8,380	
(営業外損益)	0	
経常損益	△8,380	
(特別利益)	8,380	利益剰余金の取り崩し
税引き前当期損益	0	

### (来期に向けた事業計画の検討)

来期に向けたA社の課題は何でしょう。まず、来期も同じような売上げでは人件費や減価償却費などの固定経費をまかなうことは難しいことから、最初に検討すべきはトップライン(売上げ)を増やすことです。表6-10からA社では、65日の不稼働日があり、こうした人的リソースを活用して売上げを伸ばすことができないか検討する必要がある、例えば、立木の買い取りを強化して素材生産の事業量を増やすことを考えます。これにより素材生産の稼働日を180日から10日伸ばし190日に、生産性についても1割向上させることとして、44m<sup>3</sup>/日から48m<sup>3</sup>/日に、これにより8,000m<sup>3</sup>だった生産量を9,200m<sup>3</sup>に増やします。これでもなお、55日分のリソースがあることから、皆伐後の再造林についても手掛けることを考えます。今年度はおよそ20haの皆伐を行ってきたことから、個々の所有者に再造林を働きかけることを計画します。全ての所有者から仕事は請け負うことができるわけではありませんが、3割程度は反応があると見込み6haの造林請負を計画します。事業体内では、これまで取り組んだことのない仕事を行うことについて反発があることも想定されますが、林業経営体としての存続危機なので、経営状況や現場での課題を共有して協力しあう現場を作る機会にもなります。技術面で不安のないように研修を受けさせるなど、経営を立て直せるうちに取り組むことが重要です。このようにして、来期の事業見通しを組み立てていきます(表6-10)。

表6-10 A社の今期の事業実施状況と来期の事業見込み

## 〈今期の事業実施状況〉

	数量	稼働日数	人工	備考	(日生産性)	(1人当たり生産性)
素材生産	8,000m <sup>3</sup>	180日	720人日	生産性	44.4m <sup>3</sup> /日	11.1m <sup>3</sup> /人日
その他		65日	260人日			
計		245日	980人日			

## 〈来期の事業見込み〉

	数量	稼働日数	人工	備考	(日生産性)	(1人当たり生産性)
素材生産	9,200m <sup>3</sup>	190日	760人日	生産性	48.4m <sup>3</sup> /日	12.1m <sup>3</sup> /人日
造林	6ha	40日	160人日			
その他		15日	60人日			
計		245日	980人日			

表6-11 A社の来期の事業計画の案

	金額(千円)	備考
売上	105,600	(単価) (数量)
素材	82,800	12千円 × 6,900m <sup>3</sup>
バイオマス	13,800	6千円 × 2,300m <sup>3</sup>
造林請負	9,000	1,500千円 × 6ha
売上原価	48,480	
立木購入費	27,600	3千円 × 9,200m <sup>3</sup>
減価償却費	13,000	3台(プロセッサ、グラブ、フォワーダ)
プロセッサ	6,000	30,000千円 ÷ 5年
ウインチ付きグラブ	3,000	15,000千円 ÷ 5年
フォワーダ	4,000	20,000千円 ÷ 5年
機械修繕費	6,500	減価償却費の50%
燃料費	1,380	0.15千円 × 9,200ℓ
(売上総利益)	57,120	
販売及び一般管理費	51,160	
人件費	21,600	4,320千円 × 5
販売経費	8,280	素材売上の10%
原木輸送費	18,400	2千円 × 9,200m <sup>3</sup>
事務所経費	2,880	240千円 × 12カ月
営業利益	5,960	

事業計画は、この事業見通しが収支面においても問題がないか確認するために作成します。

まず、売上げについては、素材生産量と造林請負が増えたことにより8,400万円から、1億560万円と26%伸ばすことができそうです。これにより営業利益が伸び、今期の△838万円から、596万円のプラスに黒字転換することができそうです。

この事業計画ではコスト面の見直しは行っていないませんが、例えば、林業機械をレンタルしている場合、必要のない期間までレンタルしていないかなど無駄になっているコストは見直す必要があります。固定経費(減価償却費、機械修繕費、人件費、事務所経費)には削りにくいものが多いですが、それでも機械の修理が頻発する箇所について自分たちで修理できるようにするなど外注と内製のバランスをとることはできそうです。また、変動費(立木購入費、燃料費、販売経費、原木輸送費)についても、例えば、販売経費や原木輸送費について、この事業計画では全量原木市場に持って行く試算を行っていますが、一部直送を取り入れることにより経費を削減するということも考えられ

ます。

利益は売上げから費用を引いたもので表されるので、このように、売上げをどのようにして伸ばすか、費用をどのように削るか、課題を分解して検討を行うことが重要です。なお、これらの検討に当たっては、表計算アプリなどを活用して、複数のシナリオにより実現性を検討し、その実現に向けて林業経営体内で目標を共有しておくことにより、事業計画の実現性が高まります。

### 3 間伐型のケーススタディ

#### (B社の事業概要)

B社は、素材生産と造林を行う林業経営体で6人の現場担当職員と、1人の事務担当職員の計7名を雇用(月給制)しています。現場の作業体制は4人で素材生産班、2人で造林班を組織しており、間伐と造林の請負を中心に行っています。所有している機械は、プロセッサ、スイングヤーダ、フォワーダの3台です。地域の森林整備に貢献してきたこと、生産量を増やして更なる活性化を図る計画が評価され、これらの機械の導入には3割の補助金が出ています。

表6-12は今期の決算です。今期は搬出間伐を30ha行い3,600m<sup>3</sup>を生産、造林については下刈30ha、除伐等30haの請負を実施し6,696万円を売り上げました。現場の稼働状況は225日と高稼働なものの、営業利益ベースで479万円の利益にとどまりました。

表6-12 B社の今期の決算状況

	金額(千円)	備考
売上	66,960	(単価) (数量)
素材	25,920	12千円 × 2,160m <sup>3</sup>
バイオマス	8,640	6千円 × 1,440m <sup>3</sup>
間伐補助金収入	22,500	750千円 × 30ha
造林請負(下刈)	5,400	180千円 × 30ha
造林請負(除伐等)	4,500	150千円 × 30ha
売上原価	20,340	
立木購入費(主伐)	0	
間伐所有者返金	3,000	100千円 × 30ha
減価償却費	9,800	3台(プロセッサ、スイングヤーダ、フォワーダ)
プロセッサ	4,200	21,000千円 ÷ 5年
スイングヤーダ	2,800	14,000千円 ÷ 5年
フォワーダ	2,800	14,000千円 ÷ 5年
機械修繕費	7,000	元の減価償却費の50%
燃料費	540	0.15千円 × 3,600ℓ
(売上総利益)	46,620	
販売及び一般管理費	41,832	
人件費	30,240	4,320千円 × 7
販売経費	2,592	素材売上の10%
原木輸送費	7,200	2千円 × 3,600m <sup>3</sup>
事務所経費	1,800	150千円 × 12カ月
営業利益	4,788	
(営業外損益)	0	
経常損益	4,788	
(特別利益)	0	
税引き前当期損益	4,788	

**(来期に向けた事業計画の検討)**

来期に向けたB社の課題は何でしょう。営業利益率こそ7%台ですが、更に法人税や住民税等の支払いが必要であることなどを考えると、営業利益が400万円台のままでは次の機械の更新に必要な資金もなかなかたまりません。また、災害などにより1カ月間売上げがない状態になった場合に資金ショートなどの可能性もあるため、事業の収益性を高めていく必要があります。「**2** 主伐再造林型のケーススタディ」と同様、最初に検討すべきはトップライン(売上げ)を増やすことです。

この経営体の売上げの源泉は丸太と造林請負です。A社のケーススタディのときと異なり、素材生産班、造林班とも225日稼働しており余力はない状況です。このため間伐量を増やすことは難しい状況です。一方で地域の森林に目を向けると、主伐が可能な森林も充実してきており、間伐の集約化を行う際に主伐はどうかと声をかけられることもありました。このため、来期は主伐についても取り組んでみることにしました。限られた人工を活用するため、30ha行っていた間伐を20haに減らし、代わりに7.5haの主伐を行うこととします。また、主伐した跡地は、造林班を持っている強みを活かして所有者に積極的に働きかけ、植栽や下刈についても請負う方針としました。これにより、丸太の生産量を3,600m<sup>3</sup>から5,400m<sup>3</sup>に増加。また、造林請負では植栽について7.5ha、下刈、除伐をそれぞれ22haずつ行うと見込みます。

表6-13 B社の今期の事業実施状況と来期の事業見込み

**〈今期の事業実施状況〉**

	数量	稼働日数	人工	備考 (日生産性) (1人当たり生産性)
素材生産(間伐)	3,600m <sup>3</sup>	225日	900人日	16.0m <sup>3</sup> /日 4.0m <sup>3</sup> /人日
間伐(補助)	30ha	(225)		
その他		20日	80人日	
(素材生産班 小計)		245	980人日	
造林(除伐等)	30ha	105日	210人日	
造林(下刈)	30ha	120日	240人日	
その他		20日	40人日	
(造林班 小計)		245日	490人日	
			1,470人日	

**〈来期の事業見込み〉**

	数量	稼働日数	人工	備考 (日生産性) (1人当たり生産性)
素材生産(間伐)	2,400m <sup>3</sup>	150日	600人日	16.0m <sup>3</sup> /日 4.0m <sup>3</sup> /人日
素材生産(主伐)	3,000m <sup>3</sup>	75日	300人日	40.0m <sup>3</sup> /日 10.0m <sup>3</sup> /人日
間伐(補助)	20ha	(150)	(600)	
その他		20日	80人日	
(素材生産班 小計)		245日	980人日	
造林請負(植栽)	7.5ha	56日	113人日	
造林請負(下刈)	22ha	88日	176人日	
造林請負(除伐等)	22ha	77日	154人日	
その他		24日	48人日	
(造林班 小計)		245日	490人日	
			1,470人日	

表6-14 B社の来期の事業計画の案

	金額(千円)	備考
売上	88,590	(単価) (数量)
素材	45,360	12千円 × 3,780m <sup>3</sup>
バイオマス	9,720	6千円 × 1,620m <sup>3</sup>
間伐補助金収入	15,000	750千円 × 20ha
造林請負(植栽)	11,250	1,500千円 × 7.5ha
造林請負(下刈)	3,960	180千円 × 22ha
造林請負(除伐等)	3,300	150千円 × 22ha
売上原価	29,110	
立木購入費(主伐)	9,000	3千円 × 3,000m <sup>3</sup>
間伐所有者返金	2,500	125千円 × 20ha
減価償却費	9,800	3台(プロセッサ、スイングヤーダ、フォワーダ)
プロセッサ	4,200	21,000千円 ÷ 5年
スイングヤーダ	2,800	14,000千円 ÷ 5年
フォワーダ	2,800	14,000千円 ÷ 5年
機械修繕費	7,000	元の減価償却費の50%
燃料費	810	0.15千円 × 5,400ℓ
(売上総利益)	59,480	
販売及び一般管理費	48,636	
人件費	31,500	4,500千円 × 7
販売経費	4,536	素材売上の10%
原木輸送費	10,800	2千円 × 5,400m <sup>3</sup>
事務所経費	1,800	150千円 × 12カ月
営業利益	10,844	
(営業外損益)	0	
経常損益	10,844	
(特別利益)	0	
税引き前当期損益	10,844	

### (来期に向けた事業計画の検討)

以上の事業見通しを元に組んだ事業計画が表6-14です。

売上げについては、生産量を3,600m<sup>3</sup>から5,400m<sup>3</sup>に伸ばしたこと、主伐の増加により素材として販売する割合が高まったため、木材(素材とバイオマス)の売上げは3,456万円から5,508万円に増加。間伐面積の減により間伐補助金収入は△750万円、造林について下刈、除伐が減ったものの、新たに植栽の請負に取り組んだことにより、990万円から1,851万円に。全体の売上げとしては、6,696万円から8,859万円と3割の増加が見込めそうです。

費用面については、減価償却費や機械修繕費、人件費や事務所経費などの固定費は前年度と変わりませんが、事業量を増やした分、立木購入費や燃料費、販売経費や原木輸送費などの変動費が1,033万円から2,515万円に増加します。売上げ原価と販売及び一般管理費からなる費用全体では、6,217万円から7,775万円に2割強増加しますが、売上げの伸びがこれをカバーすることにより、営業利益ベースでは前期の479万円から、1,084万円と2倍の増加になりそうです。営業利益率も前期の7%台から12%台と大きく改善することができそうです。

稼いだ利益は経営体の財務体質強化や将来の投資のため利益剰余金として内部留保することも考えられますが、円滑な事業運営を行うため関係者への還元についても考えたいところです。このため、B社では、間伐所有者への負担金も1ha当たり10万円から125万円に増額、従業員への給与も月額1万円、年間では12万円(経営体の負担としては社会保険料等の負担分も加味して1人当たり18万円の増とした)の増額としています。表6-14はこうしたことも織り込んだ事業計画となっ

ています。

もちろん、事業を行う中の工夫により、更に売上げを伸ばしたり、費用を見直すことができる点は、「**2** 主伐再造林型のケーススタディ」と同様です。

## 4 事業実行と生産管理

いかに良い事業計画を立てて現場が一所懸命事業を行ったとしても、実行面での管理がおろそかなままでは計画の達成は疑わしいものとなります。仮に、計画通りにいったとしても現場任せのままでは経営体としてのノウハウが蓄積されないため、再現性のある生産を行うことが難しいものとなります。このため、日々の生産状況を把握し、定期的に現場と事務所の間で振り返りを行い、課題の共有と改善点の検討を行った上で、次の事業に活かすよう、データに基づく経営や事業運営を行っていく必要があります。

### (月次の事業計画と進行状況の確認(進行管理表))

日々の生産状況を把握するとして、事業が順調なのか、てこ入れが必要なのか判断するため、ものさしとなるものがが必要です。一定期間で評価する、事業地ごとに評価するなどいくつかの方法がありますが、手掛けやすいものは、事業計画の元となる数字を月ごとに分解することです。月ごと、作業種ごとの人工と数量、これらの累計、生産性などを一覧できるように準備しておきます。実績数値と比較することにより、事業が順調なのかどうか進行管理を行うことができるようになります。

### (日々の生産数量の把握)

日々の生産数量の把握は、現場から日報を提出してもらう、作業班長からの口頭の報告を記録する、市販の日報アプリを活用するなどのやり方があります。近年、現場と事務所の連絡手段としてスマートフォンを活用する例も増えていることから、人工や数量、伐倒や集材、造材、運材など作業種ごとの数量をデジタルで記録し収集していくことが、生産管理だけでなく、「第5章」で見えてきた生産性向上の取組を進める上でも重要です。

表 6-15 事業見込みを元にした月次事業計画と進行表(進行管理表)

〈来期の事業見込み〉

	数量	稼働日数	人工	備考 (日生産性) (1人当たり生産性)	
素材生産(間伐)	2,400m <sup>3</sup>	150日	600人日	16.0m <sup>3</sup> /日	4.0m <sup>3</sup> /人日
素材生産(主伐)	3,000m <sup>3</sup>	75日	300人日	40.0m <sup>3</sup> /日	10.0m <sup>3</sup> /人日
間伐(補助)	20ha	(150)	(600)		
その他		20日	80人日		
(素材生産班 小計)		245日	980人日		
造林請負(植栽)	7.5ha	56日	113人日		
造林請負(下刈)	22ha	88日	176人日		
造林請負(除伐等)	22ha	77日	154人日		
その他		24日	48人日		
(造林班 小計)		245日	490人日		
			1,470人日		

1,470人日

〈4月から9月まで進行した素材生産の進行管理表の例〉

			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	計	
【月単位】																
素材生産	主伐	計画	数量					900	900	900	300				3,000	
		人工						90	90	90	90				360	
		実績	数量						480	950	800	150				2,380
	人工							80	100	100	90				370	
	間伐	計画	数量	320	320	320	320	320					320	320	160	2,400
		人工		80	80	80	80	80					80	80	40	600
実績		数量	300	280	250	200	200								1,230	
人工		80	86	86	86	80								418		
計	計画	数量	320	320	320	320	320	900	900	900	300	320	320	160	5,400	
	人工		80	80	80	80	80	90	90	90	90	80	80	40	960	
	実績	数量	300	280	250	200	200	480								
人工		80	86	86	86	80	80									
【累計】																
素材生産	主伐	計画	数量	0	0	0	0	0	900	1,800	2,700	3,000	3,000	3,000	3,000	
		人工		0	0	0	0	0	90	180	270	360	360	360	360	
		実績	数量	0	0	0	0	0	480							
	人工		0	0	0	0	0	80								
	間伐	計画	数量	320	640	960	1,280	1,600	1,600	1,600	1,600	1,600	1,920	2,240	2,400	
		人工		80	160	240	320	400	400	400	400	400	480	560	600	
実績		数量	300	580	830	1,030	1,230	1,230								
人工		80	166	252	338	418	418									
計	計画	数量	320	640	960	1,280	1,600	2,500	3,400	4,300	4,600	4,920	5,240	5,400		
	人工		80	160	240	320	400	490	580	670	760	840	920	960		
	実績	数量	300	580	830	1,030	1,230	1,710								
人工		80	166	252	338	418	498									
生産性	主伐	計画						10.0	10.0	10.0	8.3	8.3	8.3	8.3		
		実績							6.0							
	間伐	計画	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		
		実績	3.8	3.5	3.3	3.0	2.9	2.9								
	計	計画	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.1	5.9	6.4	6.1	5.9	5.7	5.6	
		実績	3.8	3.5	3.3	3.0	2.9	2.9	3.4							

### (進行表による分析と改善)

日々の生産は、立木の状態や現地の地形、傾斜などの影響を受け、また、当日の作業者の配置状況などにより変動します。このため、全体的な評価や、改善を進めるためには、月ごと、複数月ごとなど一定期間で評価し改善策を検討する必要があります。

この例では、9月まで事業が進行した段階で評価を行うとした場合を想定しています。計画では累計2,500m<sup>3</sup>生産しているところ、実行では1,710m<sup>3</sup>にとどまっています。個別に見ると、特に間伐の生産量が7月、8月と予定を大幅に下回ったことが影響しています。こうした客観的な手がかりを元に、この原因は何か、後半に向けてどのような改善策が取れるかを、現場と事務所でよく検討することが重要です。仮に、月ごとに評価を行っていた場合は7月、8月の段階で間伐量の落ち込みが把握できたことから、更に早期の対応が可能であった可能性があります。

また、伐倒や集材、造材、運材など工程ごとの人工などより詳細なデータを把握できていれば、工程ごとの人工と生産量の動きを見ることで制約（ボトルネック）工程を特定することが可能となります。このように、日々の素材生産状況を記録し、連続したデータを持つことは、現況の把握だけでなく作業の振り返りの材料にもなります。また、他の事業地のデータと比較することにより、改善の手がかりになるものです。現場と事務所が共通のものさしでコミュニケーションをとることにより、チームワークの良い職場を作っていくことにも役立つものです。

## 5 4章から6章（作業システム）のまとめ

木材の生産は山間奥地で行われるため、個々の事業者が他の事業者の現場を見る機会が極めて少なく、優良事例についても立木の状態や作業条件が異なるため事例紹介にとどまり他所で使われる場面は限られる状況にあります。このため、生産性の向上や、林業経営体としての経営改善は現場の努力に委ねられてきました。「4章」から「6章」では、林業経営体にとって大きな収益源となる素材生産に着目し、機械を効率的に活用した作業システムの概況、現場での活用が可能な生産性向上の取組の基礎、経営として見た場合の事業計画と経営改善についてケーススタディを用いて紹介してきました。

森林総合監理士（フォレスター）の立場からはこれらの知識を元に相手側の立場に立って、個社の経営や生産の状況についてヒアリングを行うなどにより、経営や生産の状況を客観的に捉えて経営改善に向けたアドバイスを行うことが期待されます。

近年、スマートフォンの現場への普及や、林業用のアプリの開発の進展などにより生産データのデジタル化とネットワーク化に取り組みやすい環境が整ってきています。これらのデータの蓄積が進むことにより、共通のものさしによる評価が可能となるため、なぜ生産性が高い現場、低い現場があるのかについてロジカルに説明できる場面が増えることとなります。これらの取組は、複数の事業者が取り組むことにより、より大きな効果が期待されることから、森林総合監理士（フォレスター）には、生産データのデジタル化やネットワーク化を進め、各事業者のノウハウを引き出しながら、地域林業全体として生産性や収益性の底上げを図ることを手助けする役回りを担うことも期待されます。

