

令和6年度

林道施策の実施状況の検証及び指標設定に向けた調査委託事業

報告書

令和7(2025)年3月

林野庁

目次

1 事業概要	4
1－1 事業の背景と目的	4
1－2 事業の概要	4
2 調査内容と結果	5
2－1 文献調査	5
2－1－1 調査方法	5
2－1－2 調査結果	7
① 路網整備水準、指標に関する文献.....	7
② 林業機械や作業システムの進展・普及の状況	13
③ 国外の林道計画マニュアル.....	17
④ まとめ.....	18
2－2 実地調査（聞き取り調査）	20
2－2－1 調査方法	20
2－2－2 調査結果	23
2－3 実地調査（林道踏査）	29

2－3－1	調査方法	29
2－3－2	調査結果	29
3	新たな整備指標の検討に向けた提案	56
3－1	提案に向けた調査の総括	56
3－2	提案事項	57
4	有識者に対する意見聴取.....	61
4－1	意見聴取の方法	61
4－2	意見聴取の結果	61
巻末資料		63

1 事業概要

1 - 1 事業の背景と目的

令和2年に、これまでの路網整備の取組の評価や課題を整理するため、「今後の路網整備のあり方検討会」（以下「検討会」という。）が開催され、森林・林業を取り巻く情勢の変化や豪雨等による災害の激甚化等を踏まえた今後の路網整備の対応方向が取りまとめられた。

検討会の議論も踏まえ、令和3年6月に新たな森林・林業基本計画（以下「基本計画」という。）が閣議決定され、路網整備については、傾斜や作業システムに応じ、林道と森林作業道を適切に組み合わせた路網の整備を引き続き推進するとともに、災害の激甚化や走行車両の大型化等への対応を踏まえた路網の強靱化・長寿命化を図ることとされた。また、基本計画では、林道等の望ましい延長の目安を25万km程度とした上で、令和17年までに約21万kmを目安に整備するほか、既設林道の改築・改良により質的向上を図ることで、大型車両が安全に通行できる林道の延長を約7,000kmまで増やしていくこととされた。

現行の基本計画が策定されてから3年が経過しようとしている中で、相対的にコストの低い森林作業道の整備が先行し、林道の整備が遅れている状況にあり、災害の激甚化・頻発化や資材費・労務費の上昇等の課題もみられる。このような課題を踏まえた上で、現状に即した路網整備の指標を設定するとともに、これまでの路網延長・路網密度の考え方だけではなく、既設路網の状況、森林の利用形態等も加味した指標の設定も検討する必要がある。

このため、本事業では、基本計画に掲げた施策や指標の実施状況等について調査・検証し、路網整備における課題を整理するとともに、将来の状況も見通しつつ、次期基本計画の策定を見据えた新たな指標について検討する。

1 - 2 事業の概要

① 文献調査

既往の文献・資料から、以下の(1)及び(2)について調査・整理した。

- (1) 路網整備水準、指標に関する国内外の研究論文、事例等
- (2) 林業機械や作業システムの進展・普及の状況（新技術を活用した架線系の作業システム、車両系機械を用いて直接林内で伐倒や搬出を行う作業システムの開発、実証、普及の状況とこれらの作業システムに対応した路網 等）

② 実地調査（聞取り調査・林道踏査）

都道府県別の路網の整備実績、気象、地質等を鑑み、全国の5箇所において、都道府県、市町村、林業事業体に対して、以下の(1)から(4)について聞取り調査と林道踏査を実施した。

(1) 対象とする都道府県、市町村ごとの路網整備方針（路網種類・規格の設定や優先順位の考え方を含む）

(2) 路網利用者側の路網整備に対する要望（林道管理者、原木運送業者等）

(3) 地域の路網整備状況（森林の区分に応じた路網整備の状況、既設林道の質的な向上の状況等）、整備に要したコスト、路網の活用状況、作業システム 等

(4) 林道改良の実施状況、効果等（土場等の林業作業用施設の設置、排水施設の機能強化の状況等）

③ 新たな整備指標の検討のための提案

①及び②の調査等を基に、将来の作業システムの進展等も考慮しつつ、森林の利用形態も勘案した質的・量的な整備水準、地域森林計画等に対応した路網整備の進捗状況等を評価できる指標の方向性について検討するための提案を行った。

④ 有識者に対する意見聴取

路網整備等に関して専門的な知見を有する有識者3名を選定し、①から③の内容について、意見聴取を行った。

2 調査内容と結果

2-1 文献調査

2-1-1 調査方法

本事業では、国内文献調査と国外文献調査に分け、それぞれにおいて①路網整備水準・指標、②林業機械や作業システムの進展・普及の状況に関する論文の調査を行った。また、研究論文より実務的な事例として、国外の林道作設のマニュアルを調査し、特徴的な箇所や日本の林業への活用が考えられる箇所について抽出し、整理した。

➤ 国内文献

「今後の路網整備のあり方検討会」の開催後（令和2年以降）に発表されている論文を中心とした文献を対象に、インターネット検索及び有識者からの提供資料により収集した。

➤ 国外文献

国内文献と同様、「今後の路網整備のあり方検討会」の開催後（令和２年以降）に発表されている論文を中心とした文献を対象に、インターネット検索及び有識者からの提供資料により収集した。

➤ **国外の林道作設マニュアル**

研究文献とは別に、他国における路網計画法を整理するため、国外での指標の利用事例や林道の計画や目標設定に関する情報収集を行った。

2-1-2 調査結果

① 路網整備水準、指標に関する文献

①-1 国内文献

整理した国内文献の概要は下表のとおりである。

題名	著者	年	内容
林内路網計画の検討 （「林道：新しい山村を 創る」2004年8月号 p7-13, 林野庁整備課 林 道研究会 発行）	朝日ら	2004 （平成 16 年）	徳島県山城町において、50m×50m メッ シュのデータを用いた路網計画のまと め。現況路網と森林の現況を地形データ と重ね合わせた。路網整備を必要とする メッシュの数が多い地域から路網計画を 優先的に実施し、説得力のある路網計画 の作成手順を示した。
北海道国有林における 土場の配置実態と車両 系集材機械の走行距離 が生産性に与える影響	猪俣ら	2020 （令和2 年）	集材機械の伐区外走行距離を考慮して生産 性を検討した研究。土場から伐区までの距 離と集材機械の森林作業道走行距離の関 係性を明らかにした。また、北海道が目標 としている集材距離 500m 以内の現場にお ける伐区外走行距離の影響も明らかにし た。他地域では地形などの違いから異なる 結果となる可能性があるが、適切な土場の 設置箇所検討の土台になるものと推察さ れる。
多機能な森林に必要と される路網	長瀬	2021 （令和3 年）	生態系に配慮した欧州型林業専用道につ いて、岐阜県での施工事例の紹介と他地域 での導入を提言している。
地形に基づく作業シス テムの選択－高知県に おける流域別適用事例 にもとづく検討－	山崎	2021 （令和3 年）	地形の複雑さを示す指標である「等高線迂 回率」を用いて、地形に基づいた作業シス テム選択の検証を行った。検証の余地はあ るが、適切な作業システム手法の確立に寄 与するものと推察される。
降雨強度に応じた単位 延長あたり林道施設災 害発生箇所数の期待値	宗岡ら	2021 （令和3 年）	降雨強度と被災箇所数の関係を過去のデ ータから検証したもの。降雨強度によって

			指数関数的に被災のリスクが大きくなることが示唆された。
山地災害リスクを考慮した森林計画の手引き	災害提言共同研究機関	2021 (令和3年)	森林計画全体の手順や考え方、山地災害の解説を示した上で、山地災害のリスクと林業による収益性を4象限に区分するゾーニング方法や実践事例が紹介されている。
日本の森林地域における公道も含めた路網整備の方向性	鈴木ら	2022 (令和4年)	幅員不足や地形による制約、公共物がもつ性質等の課題を踏まえつつ、公道も含め路網整備を行う必要性を提言している。
既設路網の高規格化による基幹路網の可能性ー拡幅シミュレーションによる検討ー	渡部ら	2022 (令和4年)	長野県伊那市の民有林に整備された作業道、2級及び3級林道について、3.5m及び4.0mに拡幅するシミュレーションを実施。3.5mへの拡幅可能割合は89.0%、4.0mへの拡幅可能割合は70.1%であることが判明した。これにより、目標基幹路網整備量の36%を拡幅で達成できる可能性が示された。
山地災害リスクを低減する技術の開発	戸田	2022 (令和4年)	地形判読を容易にするCS立体図の改良と、新たなリスク指標として地形の複雑さを示すSHC (Standard deviation of Horizontal Curvature)を開発した。改良したCS立体図は、市町村間の色調の違いや図郭端部のノイズを除去し、AI解析による森林路網の自動抽出にも対応。SHC指標は尾根谷の密度や深さを定量化し、崩壊危険地の把握や施業適地の判定に有効であることが示された。
南九州における森林路網の維持管理に関する実態分析	井内	2022 (令和4年)	豪雨災害後の被災状況を詳細に分析し、維持管理費用と災害発生との関係を定量的に明らかにした。特に、横断排水溝の閉塞が維持管理上の課題であることを示した。
車両系皆伐作業における集材路の実態把握	生駒ら	2022 (令和4年)	皆伐地の集材路について、経済性と林地荒廃への配慮の両立を目指し、評価を行った。生産性を優先した過度な集材路の開設が行われている可能性が示唆されており、これにより盛土崩壊や林地荒廃が起こら

			ないよう適切な路網配置計画が重要であるとの考察。
林道台帳の集計による 林道施設災害復旧事業 費の実態解明	渡部ら	2022 (令和 4 年)	正確な復旧費の予測のため、総復旧費と林道総延長から算出していた復旧単価について、路線ごとのデータが記載されている林道台帳を基に、より詳細な復旧費の算出を試行した。
令和 2 年 7 月豪雨に伴う 林道切取法面の崩壊と その発生要因	寺本ら	2022 (令和 4 年)	林道切取法面の崩壊が自然斜面の地形条件（特に谷型）に大きく依存することを実証、さらに一定の浸透能を有する斜面においても、その浸透能を超える強度の降雨により表面流が発生し、崩壊に寄与するとの考察。
CLT 床版を用いた林道 橋の補修設計と解析	岡本ら	2023 (令和 5 年)	老朽化したコンクリート床版を軽量の CLT に置き換える可能性を検討。軽量化による鋼桁補強の回避、施工性の向上、経済性の観点で有利だが、荷重条件によっては補強が必要であることが示された。
降雨因子に応じた林道 災害発生頻度モデルの ベイズ推定－空間的・時 間的解像度が低い林道 台帳等のデータからの 推定手法－	宗岡ら	2023 (令和 5 年)	比較的入手しやすい林道台帳や災害査定資料の情報の粒度に見合う最大 24 時間雨量という指標を用いて、林道災害発生頻度の推定モデルを開発した。ローカライズ等の課題はあるが、高解像度のデータを用いたモデルと同等の精度を示した。
林道路面の豪雨時簡易 排水対策に関する検討	中澤ら	2023 (令和 5 年)	路面簡易排水帯について、降雨強度を変化させた実験。雨水を分散し、未舗装路面の維持管理に有効であることが示唆された。排水帯周辺の支持力が低下するため、設置箇所の工夫が必要であることが示された。
Rain-Driven Failure Risk on Forest Roads around Catchment Landforms in Mountainous Areas of Japan	Watana be et al.	2023 (令和 5 年)	長野県の林道路網を「沢沿い」「沢横断地点」「0 次谷」「その他」にカテゴライズした上で、被災頻度の検証を行った。路網の中で 15% 程の延長しかない「沢沿い」の区間において、全体の 42% もの被災が発生し

			ており、沢沿いにおける被災リスクの大きさが示された。
林業収益性と山地災害リスクを基準とした森林ゾーニングの広域適用	渡部ら	2024 (令和6年)	岐阜県の民有林を対象に、林業による収益性と山地災害リスクを基準としたゾーニングやスコア化を実施。収益性と災害リスクを軸にした大まかなゾーニングのほか、様々な指標を組み合わせることにより解像度の高いゾーニングや管理方針を提案できる可能性が示唆された。
森林ゾーニング支援ツール「もりぞん」ゾーニングの精度向上・活用事例集	林野庁	2024 (令和6年)	QGIS のプラグインである「もりぞん」と住友林業(株)が開発した「Forest Road Designer」の活用事例の紹介。ゾーニングでは資源量にポテンシャルをもちながらも、活用できていなかった森林に対して路網計画を行うことで、費用対効果の高い林道開設の事例が紹介されていた。

①－２ 国外文献

抽出した総説論文の概要は以下のとおりである。

➤ **Global review on forest road optimization planning: Support for sustainable forest management in Amazonia.**

Kazama, V. S. *et al.*, *Int. Trans. For. Ecol. Manag.* 492, 119159 (2021).

ブラジルのアマゾン地域の森林道路計画の最適化に向けた情報整理のための総説論文。用される空間変数、意思決定手法、路網最適化手法についての研究事例が整理されている。

路網の計画においては、林道の計画を3つのフェーズに分類することが主流となっており、対象とする範囲が広く、計画期間が長いものから順に以下の計画がある。

Strategic Planning

道路計画の初期段階で地域単位の計画。様々な地形に適用可能なモデルを定義するための地形の分析や路網密度、森林へのアクセス計画に着目する。

Tactical Planning

企業等の経済単位の計画。道路の建設や維持管理を含めた総コストや森林生態系に与える影響の最小化に着目する。

Operational Planning

現場単位の計画。掘削における切り土と盛り土量のバランスや道路の縦断勾配、施業地における集材の最適化に着目する。

これらの3種類の段階を踏まえ、林道の最適化のためにアプローチする観点として、主な目的となっていたのは、理想的な道路位置関係 (Strategic)、道路網の最適化 (Strategic)、道路の総コストの最適化 (Tactical) 他に続く。

また、研究の中で使用されている変数で多いのは、多い順に斜面、標高、道路密度と他に続き、これらは主に Strategic Planning の研究で論点となっている。

本総説の中でも、新たな整備指標の開発を試みる研究は発見できなかった。

➤ **Fifty years of operational research in forestry.**

Rönnqvist, M., Martell, D. & Weintraub, *Int. Trans. Oper. Res.* 30, 3296–3328 (2023).

経営判断や計画作成などの複雑な意思決定を体系的かつ科学的に分析し、最適解を導き出すことを目的とする Operational Research という分野の研究を林業における研究に絞って分析している総説論文。森林経営計画から、伐採計画、山火事への対応などの観点で

Operational Research を整理しているが、本事業では、第 6 章の輸送計画（Transportation planning）の部分を抽出し整理した。

6. Transportation planning

輸送計画の研究については、2つのアプローチが取られており、1つは、輸送をフロートとして考え効率化を図るもの。もう 1 つはトラックの容量やコストに関する詳細をモデル化するもの。輸送計画の中でも、ルーティングは一般的なビークル・ルーティング問題を軸として考えられることが多いが、林業における輸送計画においてルートは伐採地などの供給地点での集荷と工場などの需要地点への配送によって定義される。

6.1 Routing

モデルを使用し、トラックが通る道、どのトラックにどこ宛の荷物をどれくらい載せるか計画するものである。初期の論文は 1 日のトラックのスケジューリングを解くためのモデルなどシンプルなものだが、複数の起点、終点、在庫、使用車両を考慮するなどしてモデルが発達してきている。1990 年代初頭に開発されたモデル（ASI-CAM）は、ヒューリスティックなルールを組み込んだモデル(考えられる選択肢全てを計算して最適解を見つけ出すのではなく、これまでのデータを元に良いルートを探索していく方法)となっており、複数の国の林業会社で採用されている。その後も特定の森林に合わせて調整されたモデルや、車両への木材の積載とその後のルートや待ち時間の最適化の 2 段階に分けて検討するモデルなどが開発されてきた。

6.2 Tactical transportation : flow planning

基本的なモデルは、供給地点と需要地点の移動を考える。このモデルで活発に議論されるのは、供給地点から需要地点まで運んだ後の帰り道の効率化である。典型的な改善の観点として、往路とは逆向きの荷物輸送を行い、その間の無積載での車両の回送をどれだけ短くできるかが考えられている。2017 年に発表された Calibrated Route System（Rönnqvist et al., 2017）は現在スウェーデンの輸送の大部分で使用されている。

6.3 Strategic transportation; network design

1970 年代では、伐採計画と道路建設計画が別々に決定されてきた。Sullivan（1973）で両者を統合しなければ、コストが大幅に増加することが実証され、それ以降、伐採計画と道路建設計画の統合を進める研究がなされてきた。当初は伐採計画と道路建設の最適化をモデル式が開発されたが、時代の要請に合わせて、炭素隔離の最大化や長期スパンでの計画の想定、路網の最適化と野生生物保全コリドーとのトレードオフといった要素を付加し、モデルの改良が続けられている。

また、CTL の現場に適用するモデルも開発されている。CTL の現場では、輸送時間の増加につながる共積みを考慮することが必要であった。近年では、LiDAR やハーベスタのデータを利用した共積みの意思決定支援ツール（Hansson et al., 2022）に基づく、ネットワークデザインのモデルが開発された（Flisberg et al., 2021）。このような意思決定ツールを用いた全自動化への期待も高まっている。

② 林業機械や作業システムの進展・普及の状況

②－１ 国内文献

整理した国内文献の概要は下表のとおりである。

題名	著者	年	内容
積雪期の平坦地における車両系林業機械を用いた広葉樹の伐採生産性と資源量	中澤ら	2020 (令和2年)	フェラーバンチャを使用し、冬季の広葉樹伐採の安全性と効率性向上を目指した実証実験。
大型製材工場に対応した原木の供給と皆伐後の更新推進に関する研究 (2)	山崎ら	2020 (令和2年)	皆伐作業後の架線システムの二次利用（苗木運搬）に焦点を当てた実証研究。長距離運搬が必要な場合、架線の活用は有効であり、短距離では人力運搬との組合せが理想的との考察。
林業の成長産業化と機械化の戦略	大川	2020 (令和2年)	従来の施策分析に加えて、ICT や自動化技術の具体的な導入事例を示し、林業機械の普及とサプライチェーン改革の進展について議論。
中山間地域における持続可能な森林利用のための伐出工程機械化の生産性評価	佐藤ら	2020 (令和2年)	奥会津地域を対象に機械による伐出工程の生産性を評価した。緩傾斜地ではオーストリアなどの林業先進国と同等だが、急傾斜地では、日本における生産性と同程度のため、林業先進国と肩を並べるためには、実働時間の見直しや路網の拡充等の施策が必要であるとの考察がなされた。

伐採作業を行う林業機械の自律化に向けた自律移動システムの開発	富永ら	2021 (令和3年)	伐倒機械が立木と集積場間を自律的に往復可能となるシステムを開発した。立木が多い場所では、自律運転の時間の割合が大きくなっており、伐倒時の作業負担を軽減することが期待される。
地形に適した作業システムの選択－高知県における流域別適用事例にもとづく検討－	山崎ら	2021 (令和3年)	平均傾斜、起伏量、等高線迂回率を組み合わせた尺度により、地形に適した作業システムの選択方法を提案。高知県の実状と比較したところ、高知県西部では、本研究により提案されるものと異なる作業システムを使用している割合が大きいことが判明した。
原木品質自動判定装置を備えたハーベスタのための原木情報共有システムの開発	中澤ら	2021 (令和3年)	ハーベスタから国際標準に準拠した原木のデータをクラウド上で共有するシステムの開発。製材工場との情報連携により、品質確認と輸送計画立案が迅速化したため、輸送効率が15%向上したとの報告。
車両系と架線系とを組み合わせたハイブリッド木材搬出作業システムの生産性	伊藤ら	2022 (令和4年)	森林作業道の運搬距離短縮を目指し、車両系・架線系を組み合わせたハイブリッド搬出システムの実証・評価を実施。長距離搬出に有利であるが、架線撤去や急傾斜地での導入に対するコストは課題になることもある。
フェラーバンチャ機構付きバケットを搭載した車両系林業機械による広葉樹の伐出生産性	中澤ら	2022 (令和4年)	フェラーバンチャによる伐木、造材の生産性評価。伐木はチェーンソーも組み合わせることで、品質を担保しつつ生産性が向上した。造材はプロセッサの方が効率的であることが示された。

中距離対応型タワーヤーダによる皆伐の上げ荷集材作業の生産性	中澤ら	2022 (令和4年)	普及が進んでいないタワーヤーダについて、皆伐における生産性を評価した研究。急傾斜でも効率的な集材作業が可能になるほか、皆伐では間伐に対して障害物が少ないため、作業効率が向上。路網整備とのバランスについて検討の余地あり。
木材の伐採・搬出のイノベーション	有水	2022 (令和4年)	車両系、架線系、無人伐倒で技術開発状況を紹介。車両系集材ではGNSSを用いたフォワーダの自動走行技術が導入され、最大誤差1.5m、平均誤差0.12mの精度を達成。架線系作業ではAI技術を活用したロージンググラップルの開発により、荷掛け作業の効率化と安全性向上が実現。また、遠隔操作型無人伐倒車両ラプトルの試験運用により、急傾斜地での安全作業が可能となった。
LiDAR SLAM 技術による ICT フォワーダと小型 UGV の森林作業道自動走行の実現	児玉ら	2022 (令和4年)	林内での林業機械の自動運転を目指し、林内で仕様困難な GNSS に依存しない新たなシステムが提案された。森林作業道を走行した結果、実用性が示唆された。
素材生産における機械化作業の生産性評価	吉村と鈴木	2022 (令和4年)	国内外の生産性を検討。生産性評価の活用や作業システムの最適化が重要との考察。

②-2 国外文献

抽出した総説論文の概要は以下のとおりである。

➤ From Industry 5.0 to Forestry 5.0: Bridging the gap with Human-Centered Artificial Intelligence.

Holzinger, A. *et al. Curr. For. Rep.* 10, 442–455 (2024).

オートメーションに代表される第4次産業革命の次に到来しているのは、人間の意思決定プロセスに対し AI を活用する第5次産業革命である。本総説では、林業界における第5次産業革命に関連する研究事例等が説明されている。

作業システムについて、車両系、架線系と並ぶ新たな作業システムの開発の報告事例はないものの、樹種の同定、材木品質評価、自動的な伐倒木の選別や自動伐採で AI を用いた開発の事例が報告されている。路網整備と関連付けて議論するのであれば、第 5 次産業革命は従来の作業システムの AI による改良がメインであるため、第 5 次産業革命に対応した路網整備は考える必要はなく、現状使用しているシステムに対する最適化が重要な論点であると考えられる。

路網整備や木材輸送については、以下の 6 つの観点で議論されている。

1. ルート最適化：道路の規格な通行可否、渋滞情報、天気などの複数の変数を分析し、最適なルートを特定する事ができる。また、情報の更新にリアルタイムに対応することも可能であるため、燃費向上や移動時間の最小化に貢献する。
2. 積載の最適化：各輸送車両の積載能力を最大限に活用することを可能とする。具体的には、木材の重量、体積、木材の種類等を考慮して、最適な配置を決定する事ができる。これにより、全体的な移動回数が減少し、コストや二酸化炭素排出量の削減と寄与することが期待される。
3. 伐採計画の統合：伐採計画と物流計画を統合させることで、木材輸送の準備が整う場所の予測ができるようになり、バックホール輸送の機会を最大化する事ができる。
4. 有事における対応速度向上：道路閉鎖、車両の故障、突然の需要変動等の混乱を予想したり、リアルタイムに対応したりすることができるようになるため、輸送網の有事の対応が迅速となる
5. 環境影響評価：木材輸送においては、土壌の圧縮、侵食、生態系への影響等環境への影響を考慮することが求められるが、こうした点においても、AI モデルを用いることで負担の最小化を目指す事ができる。
6. エネルギー効率の高い創業：データ分析を通じて、各種作業においてエネルギー効率の観点から利用が推奨される車両や提案や、機械の運転モードを推奨できるようになる。

➤ **Past, present and future of industrial plantation forestry and implication on future timber harvesting technology.**

McEwan, A., Marchi, E., Spinelli, R. & Brink, M. *J. For. Res.* 31, 339–351 (2020).

樹木のサイズ変化、地形条件の厳しい土地での施業、環境への影響、バイオマス利用量増加などの要因が、収穫システムに及ぼす影響を考察する。

その中でも日本の現状と関連が高いものとして、バイオマス利用量と施業地の小規模化について取り上げたい。

バイオマスの利用量増加に伴い、残材の回収の効率化が論点となっている。Spinelli et al.,2019 では、統合型伐採 (Integrated Harvesting: 丸太と残材を同時に収穫するシステム) の可能性を評価している。

小規模林地では、機械の配置のためのコストが増え、収益性が悪くなる事が指摘されており、こうした小規模林地では、「ハーワーダ」(ハーベスタ+フォワーダ) のようなマルチタスクをこなす機械の導入により機械の移動頻度とそれに伴うコストの削減効果を指摘した。

環境意識は時代とともに高まっており、施業中に与える土壌への踏圧も観点の 1 つである。土壌への踏圧を避けるために、林業機械の車輪を増やしたり、タイヤの幅を広くしたりすることが考えられる。

③ 国外の林道計画マニュアル

国外の林道計画マニュアルを調査した結果を以下に示す。

➤ **FAO(国連食糧農業機関) : GUIDE TO FOREST ROAD ENGINEERING IN MOUNTAINOUS TERRAIN**

(Fannin, R.J. & Lorbach, J., 2007)

戦略的計画 (原文では Strategic Planning)、路線計画 (同様に Access planning)、舗装や排水、法面の保護等について、目的やその実施が不十分であった場合のリスク、推奨される実践例が整理されている。路網密度の目安等の記述はない。戦略計画 (原文では strategic planning) が不十分であることで、輸送システムの断片化や過剰な路網開設、総コストの高騰が懸念されたりする。

➤ **FAO(国連食糧農業機関) : Guide for planning, construction and maintenance of forest roads**

(JURI BEGUS and EWALD PERTLIK, 2017)

路網密度の扱いは、国家レベルや地域レベル (原文では national, regional level) で使用する指標とされており、企業レベル (原文では, enterprise level) では、500~1,000m グリッドごとの密度の高低を路網計画の指標として使うものとの記述がある。また、同じ路網延長でも、線形の選択により到達可能な森林の範囲が異なることや、集約的に施業することの有用性についても記述がある。

➤ **ニュージーランド : New Zealand Forest Road Engineering Manual 2020**

(NZ FOREST OWNERS ASSOCIATION, 2017)

路網密度に関する記述はない。ニュージーランドでは、土質や傾斜、その他地理的条件から定義したリスクの大きさごとに 4 つのゾーン (green zone, yellow zone, orange zone, red zone) を設定している。リスクが比較的小さいとされる green, yellow zone では、林内路網

の作設について、設計を省略・簡略化することができる。一方、甚大なリスクが懸念される orange, red zone では、工学的な知見やツールを用いた設計が必須とされる。傾斜、気候、地震等の観点において日本と類似しているニュージーランドの制度は、日本においても活用できる余地があるものと推察される。

以上のマニュアルのほか、有識者より以下のマニュアルについて情報提供があった。

- **カナダ：Forest Road Engineering Guidebook**
(Ministry of Forests, British Columbia, 2002)
- **アイルランド：Forest Road Manual Guidelines for the design, construction and management of forest roads**
(COFORD, 2004)
- **南アフリカ共和国：South African Forest Road Handbook**
(ICFR, FESA 2005)
- **ガイアナ協同共和国：MANUAL ON INTRODUCTION TO FOREST ROADS**
(FORESTRY TRAINING CENTRE INCORPORATED, 2010)
- **アメリカ合衆国：Handbook for Forest, Ranch & Rural ROADS**
(PACIFIC WATERSHED ASSOCIATES, 2015)
- **オーストラリア：Forest Practices Code**
(Forest Practices Authority, Tasmania, 2020)

④ まとめ

④－１ 路網整備水準、指標に関する文献

- ・ 国内文献、国外文献ともに指標そのものの開発を試みた文献は発見できなかった。
- ・ 国外の論文やマニュアルを参考にすると、路網計画を３段階（Strategic：長期, Tactical：中期, Operational：短期）に区分して議論していた。
- ・ 有識者への意見聴取によると、日本では、1960 年～90 年代にかけて Strategic Planning や Tactical Planning に該当する分野の研究が盛んになされており（一例として、朝日ら 2004 の文献）、このような研究成果を踏まえ、現行の地域森林計画や市町村森林計画に記載されている長期的な路線計画が成り立っているとのことである。近年、主流となっているのは、より精密なデータに基づく実情に合わせた正確な計画に関する研究である。Strategic Planning に関しては、近年では山地災害と収益性を軸に林業適地・不適地を判断する試みがなされており、林野庁にて開発されている「もりぞん」への応用や住友林業(株)が開発した「Forest Road Designer」と併用した路網計画の事例も報告されている。实地調査の項で触れるが、路網整備計画が地域森林計画におけるゾーニングを根拠

としていないといった実態がある一方、県の施策として林業適地・不適地の判断基準を発信し、林業適地への路網開設を促すような取組を始める自治体もある。こうした背景も踏まえ、上記のような研究・開発成果により他の計画や管理方針と連動した路網計画の促進が望まれる。

- ・ Tactical Planning は、地域全体で基幹路網を全て設置した際の最適解を探し出すように取り組まれる。言い換えれば、対象とする地域の基幹林道網の全体像を作成する中で、線形やコスト、地形などの観点から最適化を目指している。日本では、例えば徳島県山城町の事例のように、基幹林道網の完成計画図を作成できるようマニュアルを作成し、それに基づいて作成した計画図を基に開設を進める。開設に際して問題が発生した場合に、対応策や代替案を検討するという運用が考えられる。

④－２ 林業機械や作業システムの進展・普及の状況

- ・ 本事業で整理した国内外の文献について、車両系・架線系と並ぶ新たな作業システムを発見することはできなかった。
- ・ 国内文献においては、林業機械の自動運転化や既存の林業機械を導入することによる生産性の向上の評価が多くみられた。
- ・ 国外文献においては、自動化や AI の導入が最新の林業技術として紹介されていた。
- ・ 作業システムについては、全く新しい作業システムが開発されている事例は少なく、現在使用しているシステムの効率化や自動化、AI の導入が主流であった。作業システムに適した路網整備の観点で議論する際にも、目新しいことを考える必要は現状なく、これまでに使われている設備の運用がしやすいよう路網整備を進めた上で、技術の進展に備えることが重要だと考えられる。

④－３ 国外の林道計画マニュアル

- ・ 調査したすべてのマニュアルに共通して、林道網整備の計画段階における詳細な検討が重要であることが記述されていた。上述の研究文献から読み解くように様々な観点を考慮して最適化した完成予想図を策定し積み上げていくことで、路網整備の最適化が図られるものと考えられる。
- ・ 計画の初期段階では、GIS や LiDAR による地形解析から正確な地形情報を取得することで、地域条件に最適な路網計画が可能になるとの記述があった。日本でも先進的な地域では、上記のようなデジタルデータの整備が進んでおり、それを基に路網計画を行っている。今後日本でも、路網整備を含めた各種計画の前提として、こうしたデータが整備されることが望まれる。

2-2 実地調査（聞き取り調査）

2-2-1 調査方法

本事業では、道県庁の担当者、市町村の担当者、現地の林業事業体に対し、インタビュー形式と書面形式により聞き取り調査を実施した。調査地については、林業の盛んな地域や、使用されている作業システムや地形・気候条件等に着目した上で選択した。その結果、山梨県

（南部町）、北海道（厚真町）、岡山県（西粟倉村）、高知県（香美市）、岩手県（葛巻町）

の5箇所で行った。その結果、山梨県（南部町）、北海道（厚真町）、岡山県

（西粟倉村）、高知県（香美市）、岩手県（葛巻町）の5箇所で行った。

都道府県	市町村	選定理由
北海道	勇払郡 厚真町	胆振東部地震からの復旧実績がある。 比較的緩傾斜地が多い。
岩手県	岩手郡 葛巻町	東北地方から選定。 出材量が多く、路網開設も比較的盛ん。
山梨県	南巨摩郡 南部町	関東甲信越から選定。 県によるゾーニングの実績がある。
岡山県	英田郡 西粟倉村	中国地方から選定。 比較的急傾斜地が多い。
高知県	香美市	四国地方から選定。降水量が多い。 車両系による高密度路網と架線系の両方が存在。

聞き取り調査の質問項目については、基本計画において「林道」及び「路網整備」に関連する箇所から、林道施策の目的や推進事項を抽出し、大項目とした。以下にテーマを抽出した基本計画の原文と最終的な大項目を示す。

➤ 基本計画原文

【第2-2-（4）-イ-（ウ）森林の区分に応じた路網整備の考え方】

森林の整備及び保全、木材の生産及び流通の効率化を図るには、路網整備が不可欠であり、「指向する森林の状態」に応じた適切な路網整備を進める。基本的には、育成単層林等に対して重点的に路網を整備し、天然生林においては現存路網を維持していく。その際、高性能林業機械開発の進展状況等を踏まえつつ、傾斜区分別の作業システムに応じ、林道と森林作業道を適切に組み合わせて整備する。具体的には、緩傾斜地では車両系を前提とした高密度路

網、中傾斜地では車両系又は架線系、急傾斜地・急峻地では架線系を前提に林道を基幹とした路網の整備を推進する。

【第3-1-(6) 路網整備の推進】

傾斜区分と作業システムに応じた目指すべき路網密度の水準を踏まえつつ、林道と森林作業道を適切に組み合わせた路網の整備を引き続き進める。その際、災害の激甚化、走行車両の大型化、未利用材の収集運搬の効率化に対応できるよう、河川沿いを避けた尾根寄りの線形選択、余裕のある幅員や曲線部の拡幅、土場等の設置、排水機能の強化などにより、路網の強靱化・長寿命化を図る。

このような観点を踏まえ、路網整備の徹底を図ることとし、林道等の望ましい延長を示すと、現状の19万kmに対して25万kmとなる。なお、今後15年間の林道等の整備については約21万kmを目安に進めていく。加えて、既設林道については、改築・改良により質的な向上を図ることとし、木材輸送の効率化が可能な大型車両が安全に通行できる林道の延長を現状の約5千kmから、約7千kmまで増やしていく。

➤ 質問事項の大項目

1. 森林の区分に応じた路網整備(ゾーニング)
2. 災害の激甚化(排水機能の強化、河川沿いを避けた尾根寄りの線形選択等)
3. 走行車両の大型化(余裕のある幅員や曲線部の拡幅の確保等)
4. 未利用材の収集運搬の効率化(土場等の設置等)
5. 林道整備の指標(延長、大型車両通行可能延長、路網密度等)

➤ 質問事項

基本計画より抽出した大項目を基に、下表のとおり質問事項を設定した。

大項目	質問事項
1. 森林の区分に応じた 路網整備(ゾーニング)	森林ゾーニングの手法や区分の根拠
	森林ゾーニングと路網計画の関連性
	森林簿や林地台帳のデジタル化とネット閲覧の可否
	林道延長、規格、路網配置図などのデジタルデータの有無
	林道以外の林内自動車道(県道・市町村道・農道など)も含め林内路網に関するデータの有無
	路網配置のベクターデータやシェイプデータの有無、事業体や一般市民への公表の有無
2. 災害の激甚化 (排水機能の強化、 尾根寄りの線形選択等)	近年の降水量増加や豪雨に対し、既設排水施設の容量不足等を解消するための予防的な機能強化(水路大型化、設置頻度向上、呑口・流末保護等)の実績や計画の有無
	排水施設設計の基準
	災害時に林道を代替路として使用する防災計画などの有無
	災害時に林道が代替路として利用された実績
	線形選択の際に尾根寄りの線形は積極的に議題に挙がるか
	林道を尾根沿いに開設する場合、利用上のメリット・デメリット
3. 走行車両の大型化 (余裕のある幅員や曲線部の 拡幅の確保等)	調査地域で主に使われている作業システム
	調査地域で主に使われている運材車両や回送用車両のサイズ
	路網整備計画で優先される路線
	セミトレーラの導入希望の有無、それに伴う1種林道開設や既設路網の改築の計画・要望の有無
	セミトレーラや大型タワーヤーダ等の大型機械の通行を前提とした1種路線開設の計画の有無
	林内路網以外の流通路におけるトレーラ通行可否の把握状況
	0.45m ³ 級を超える大型機械の導入実績、予定、要望の有無、路網計画への反映状況
	既設林道において幅員が狭いことから、トラックの走行が困難又は恐怖を感じる事例があるか

4. 未利用材の収集運搬の効率化（土場の設置等）	林道沿いの土場が不足し、作業効率が落ちるといった問題は発生しているか
	林道開設時に土場を設置する際の要望
	森林作業道や集材路を設計・施工する際に未利用材の収集運搬について考慮することはあるか
	未利用材の収集運搬のために運材と異なる車両を使用することはあるか
5. 林道整備の指標（延長、大型車両通行可能延長、路網密度等）	林道開設延長、現況延長の報告方法
	林道から市町村道に移管した場合に引き続き林道延長としてカウントするか
	森林作業道や集材路の把握状況
	基本計画等の目標に対する進捗と実績の管理方法

2-2-2 調査結果

以下に、各都道府県・市町村・事業体への聞き取り調査結果の総括を記載する。それぞれの者への聞き取り結果については、添付の議事録を参照されたい。

日時	場所	参加者
8月5日	山梨県庁	山梨県林政部 治山林道課 2名
8月21日	北海道 厚真町総合福祉センター	北海道水産林務部林務局 1名 北海道胆振総合振興局 1名 厚真町産業振興課 3名 苫小牧広域森林組合 1名
9月4日	岡山県庁	岡山県農林水産部 治山課 1名
9月5日	岡山県 西粟倉村役場	西粟倉村 建設課 2名 株式会社百森 1名
9月9日	高知県 香美市役所	高知県治山林道課 3名 香美市 農林課 1名 建設課 1名
9月10日	高知県 香美市現場	香美森林組合 1名
11月28日	岩手県 葛巻町役場	岩手県農林水産部 森林保全課 1名 葛巻町役場 農林環境エネルギー課 3名 葛巻町森林組合 1名
12月20日	山梨県 南部町森林組合	南部町森林組合 2名

1. 森林の区分に応じた路網整備(ゾーニング)

基本計画に「森林の区分に応じた路網整備の考え方」の記載があり、育成単層林等、天然生林等の森林区分や傾斜区分に応じて、適した路線密度の路網整備を進めるとの記載がある。しかし、聞き取り調査を行う中では地域森林計画等における森林ゾーニングと路網整備計画に関連性はほとんどなく、あくまで住民・事業者からの点的な要望(この山に到達したい、この集落同士を結びたい等)によりボトムアップ式に計画が立ち、開設されていくケースがほとんどとのことであった。ゾーニングや傾斜区分等の様々な条件を考慮し、俯瞰的な視点に立った路網整備計画を立てるためには、都道府県が主導し、面的かつトップダウン式で取り組む必要もあると考えるが、今回聞き取り調査を行った5箇所の中では、私有林においてそのような計画を立てている県はなかった。

唯一、山梨県有林内の県営林道については、航空レーザ測量のデータを基にして、経済林・公益林、傾斜区分別(緩傾斜・中傾斜・急傾斜・急峻地)の既設路網(公道含む)延長を算出した上で、路網整備の計画延長を求めた「山梨県林内路網整備計画」に基づき開設計画を行っており、基本計画に示されている考え方を具体的に実行できていると言える。

なお、岡山県、高知県では県の施策として林業適地・不適地のゾーニングや判断基準を公表する取組を進めており、こうした基準を基に、林業適地周辺の路網整備が優先され、木材生産の推進につながることを期待される。

2. 災害の激甚化(排水機能の強化、河川沿いを避けた尾根寄りの線形選択等)

【排水機能の強化】

災害の激甚化への対応として、排水施設の改良等による路網の強靱化・長寿命化が推進されているが、今回得られた回答は大きく分けて2パターンある。被災した経験から余裕を持たせた規格を許容したり、雨量強度式見直しのタイミングで改良を行ったりと予防的な対応をするケースと、実際に被災して道が使えなくなると議題に上がらないというケースである。余裕を持たせた規格で設計・施工する根拠がない場合もあり、予防的な措置で改良するというよりは、被災して初めて改良が議題に上がる人が多いとのことだった。

排水施設の流量計算は、「水」のみを想定し原則10年確率の降雨強度式により行われているが、実際には土砂や流木が流れ込むために暗渠が詰まるという意見が多数あった。土砂や流木を流下させられる径を算出することは困難であるが、より長期の降雨強度式を適用するなど予防的な対策の必要性を感じた。加えて、有識者からは、林道の耐用年数40年に対し、10年確率を採用するのは齟齬があるとの指摘があった。

他に、豪雨時の森林作業道からの流下が課題となっていることから、森林作業道における排水についての優良事例の共有を求める声があった。

【河川沿いを避けた尾根寄りの線形選択】

河川沿いを避けた尾根寄りの線形選択については、線形選択からの新規路線開設の事例が少ないため、議論に上がることも少ないとの回答が多かった。尾根寄りの線形は、強固な地山上に建設できるため、強靱な路線になるという意見がある一方、尾根寄りの線形から施業を進めていく際のデメリットやリスクが大きいとの意見が挙げられた。デメリットとしては、林道までの運材が上げ荷になってしまうこと、重機を使用した森林作業道の作設や伐根の作業を斜面下方向に進める際に転倒の危険性が高いことが挙げられた。また、線形決定の実態として、施業予定地へのアクセス、全体的な縦断勾配、土場や谷部などのコントロールポイントを勘案して総合的に判断するため、尾根筋を優先して選択するのは難しいとの意見があった。加えて、有識者からは、尾根沿いを走る線形は山の裾野が広い北米や南米に多い考え方であり、急峻な地形である日本では採用が難しい場合が多い。ただし、河川沿いの路線は特に被災のリスクが大きいことが研究で明らかになっており、河川より尾根に寄せた線形は積極的に採用していくべきとの意見があった。

【簡易な構造を活かした林道の災害時代替路としての活用】

基本計画では、路網の強靱化や排水施設の強化という構造そのものの強化により、災害の激甚化へ対応する方針が読み取れるが、林道は一般道に比べ簡易的な構造であるため、迅速な復旧ができたために代替路として活用できたとの声もある。今後の災害の強度などを確実に予測できるわけではなく、強靱な路線の作設にも限度があるため、林道の規格が比較的簡易的であることなどを活かした、被災時の復旧体制の構築を重要視した方がよいとの意見もあった。加えて、有識者からは、河川沿いを走行することが多い一般道に対して、山中を走行する林道は、路線配置上確かに優位性があることや、災害時に優先的に通行の可否を確認する路線を決めてマニュアル化し、線形データとともに記録しておくことなど対応を明文化しておく必要があるといった意見が挙げられた。

【その他災害に関する事項】

その他、市町村の人材不足と災害の頻発化に対応するため、災害査定の資料作成等について支援を求める声があった。

3. 走行車両の大型化(余裕のある幅員や曲線部の拡幅の確保等)

【セミトレーラの導入と第1種林道の開設】

聞き取り調査を行った5箇所ともに、大型車両(セミトレーラ)の導入は進んでおらず、第1種林道の開設についても消極的であった。理由としては以下が挙げられた。

- ・現場からセミトレーラの導入要望がなく、路網密度の目標も達成できていない、長寿命化のための改良も必要という中で、第1種林道の開設の検討は優先度が下がる。

- ・骨格となる林道は既に開設済みであり、第1種の大規模林道を新設する機会がない。最も多い第2種2級の改良では全線改良となるレベルであり、現実的でない。
- ・運材先の工場または中間土場が近いため、10tトラックの運材で十分である。
- ・地形が急峻であるため法面が数十mになるなど、条件的にかなり厳しいものと考えている。
- ・既存の幹線林道(2車線)でもセミトレーラの転回場所がなく、これ以上の幅員を確保するのは困難。
- ・接続する一般道もセミトレーラには対応できないことが多い。
- ・できる場所で積替えをすればよく、山の中までセミトレーラを使うことはない。
- ・第1種林道ともなると開設延長も十数kmに及ぶと考えられ、工期も40～50年かかると考えられることから、セミトレーラ以外の大型機械の導入を考えたとしても、それありきの開設は難しい。

加えて、有識者からは、需要がない場所に無理に開設する必要性はないとの見解を示された一方で、第1種林道を活用できる山がどこにどれだけあるか把握することが重要であるとの意見や、労働力不足や労働時間の規制への対応を見据えたセミトレーラ活用のための公道も含めた路網整備についても検討すべきとの意見が挙げられた。

【第2種林道における林道規程改正の影響】

第2種林道についても、ドライバーファーストの観点から拡幅、路肩幅員、縦断勾配等について林道規程の改正がなされた。今回の聞き取り調査においても、2級林道であっても幅員が狭いため10tトラックより小さいトラックを使用する可能性があるとの回答があった。一方、林道開設の観点からは厳しくなる方向の改正のため、これによる不都合がないかという質問に関しては以下のような回答であり、聞き取り調査の中では大きな不都合は確認されなかった。

- ・路肩幅員の下限値の繰り上げ(0.25m→0.30m)に開設路線が該当したが不都合はなかった。
- ・第2種林道に関して、改正後の開設実績はあるが、大きく変更されていないため特に不都合は生じていない。

・縦断勾配の14%勾配(例外値)について100m以内という規制になったが、改定前に基本計画が終わっており、現在開設中の路線について100mを超えていることからどのように対応するか検討中である。一方、有識者からは、改正以前より継続して開設中の路線において、縦断勾配に関する規定の改正により、計画の見直しが必要になる事例を複数確認しており、何らかの経過措置を取るなどの対応が必要との指摘があった。

4. 未利用材の収集運搬の効率化(土場等の設置等)

【未利用材の収集運搬の効率化を考慮した路網計画】

基本計画には、路網整備の目的の一つとして「未利用材の収集運搬の効率化」の記載があるが、現場としては、未利用材のことを視野に入れて路網を計画することはないとの回答が大半であった。

一方で、未利用材の収集においては、一般的に運材で利用される車両では、未利用材のような細かな材をこぼさずに運搬することが困難なため、山梨県南部町ではフックロール車を利用した事例が確認された。フックロール車を使用する場合、コンテナの積み下ろしのために長い直線部が必要となるが、南部町では、林道の幅員が広い直線部において、道路占用許可を取ってコンテナを置き収集を行ったとのことであった。基本計画において未利用材の収集運搬についての具体的な記述はないが、本事例のようなフックロール車の利用を想定した土場の設置や、「林道規程－運用と解説－」に記載されている移動式チップパーによる未木枝条のチップ化及びトラックへの積込等を行うための作業場所の設置が該当すると考えられる。

加えて、有識者からは、上記のような林道を占有した作業について、未利用材の収集のみならず、通常の伐出作業においても、林道上での作業を行うことで効率化が図られることから、生活道路としての色が濃く占有が難しい路線と、林道上での作業が可能な路線を区別して把握することも必要ではないかとの意見が挙がった。

【土場等の設置等】

林道規程において、土場を含む林業作業用施設(森林施業用)として、作業場所、土場、森林作業道の取付口が規定されており、令和元年度改正の際に必要な箇所への設置が義務化された。また、聞き取り調査の中では、待避所及び車廻しについても意見があったことから、ここで併せて記載する。

林道利用側の事業者からは、以下のような意見が上がっており、林道踏査の結果においても林道施設として土場や作業場所が設置されている路線は確認できなかった(いずれも令和元年度改正前の路線)。なお、森林作業道の取付口については、尾根部において林内に進入可能なポイントが確認でき、実際にそのようなポイントから森林作業道が開設されている事例も見られた。

- ・土場が林道内にないため、自分たちで確保する必要があるが、地権者との交渉に苦勞している。
 - ・尾根を巻く形のカーブの区間であれば平らな土場を設置できると思うので、そのような場
Strategic Planning は、地域全体で基幹路網を全て設置した際の最適解を探し出すように取り組まれる。所に舗装しない土場を作ってほしい。
 - ・トラックがUターンまたはスイッチターンできるところが少ない。
- 一方で、林道開設側の都道府県や市町村からは、以下のような意見が挙げられている。

- ・切土高や盛土高、地形の制約上、土場を山中に作ることが難しい。
- ・熱海の盛土崩壊の印象から、周辺住民から盛土による土場は崩壊が怖いとの声が挙がることもあった。

加えて、有識者からは、土場に関する規格等の明確な基準がないため、設計に盛り込むのが難しいのではないかとの見解が示された。「サイズ等に縛られずに作業できるような未舗装の空間をできるだけ設けるべき」といった文言を示したり、発注者が土場の設置を相談できる体制や仕組みを作ったりすることで問題を改善できるのではないかとの意見が挙げられた。

5. 林道整備の指標(延長、大型車両通行可能延長、路網密度等)

【林道等の延長】

林道整備の指標として基本計画に掲げられている数値として、林道等の延長を今後15年で約21万kmとすること、大型車両の通行可能延長を約7千kmとすることがある。また、基本計画の中に数値の表記はないが、傾斜区分別の路網密度も指標として掲げられている。これら指標の実績管理を行う上では、都道府県から林道の延長を収集する必要があるが、地方交付税の交付対象の関係から市町村道に移管されるケースもみられる。そのため、林道の現況延長は開設延長の累計よりも小さく、林道整備の実績値や路網密度を求めるデータとしては不十分であることが分かった。岡山県の事例では、「路網密度は現林道のみで算出したものと、元林道の市町村道等も含めて算出したものの2パターンを管理しており、後者は前者の大体2倍くらい。」とのことであり、指標として管理するためには元林道を含めないと数値が大きく異なる場合があることが分かった。

【傾斜区分に応じた路網密度の算出】

傾斜区分に応じた路網密度についても、多くの自治体では林道や森林作業道の線形データのデジタル化の遅れや、林道・林業専用道以外の林内公道(国道、県道、市町村道(林道からの転換も含む)、農道等)を林務部局で把握できていないことから算出ができないケースが多い。

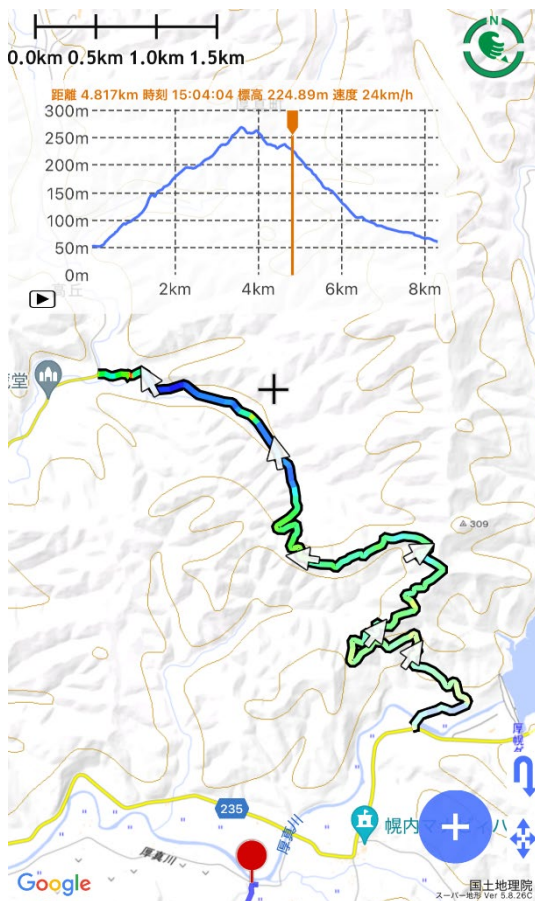
その中で、山梨県林内路網整備計画においては、航空レーザ測量データの線形トレースによって、林道以外も含む既設路網延長を傾斜区分ごとに正確に把握し、傾斜区分に応じた路網密度を算出することができており、有用な手法であると言える。ただし、レーザ測量以後に開設した路網については更新の対応ができないことが難点である。加えて、有識者からは、データの更新に手間がかかることで更新がなされず、使われないデータになってしまうことについて懸念の声が挙げられた。他方、取組事例として、岡山県西栗倉村においては、村独自の検索システムを作成し、国道、県道、林道、森林作業道を包括して把握できるようになっているため、現状では解析はされていないものの算出可能と考えられる。

2-3 実地調査（林道踏査）

2-3-1 調査方法

本事業では、調査した市町村内の林道について各市町村 2 路線を目安に踏査を行った。踏査では、構造物、排水施設、土場、待避所、被災跡、聞き取り調査で発言があった箇所等に着目し、動画・写真・スマートフォンアプリ「スーパー地形」による GPS データを取得した。

2-3-2 調査結果



北海道厚真町（幌内栄線）

【位置】北海道勇払郡厚真町

【管理主体】厚真町

【種類・区分】自動車道 1 級

【奥地その他別】奥地

【全幅員（車道幅員）】5.0[m]

【延長】8,399[m]



ポイント①

平成 30 年胆振東部地震の被災箇所。周辺の斜面がまとめて崩落しており、被災以前は路線の上側にあった植生が下側に滑落してそのまま生育している。林道強靱化の考え方もあるが、あまりにも大規模な災害に対しては、それに耐えられる構造物を作るというアプローチにも限界がある。現在の強靱化の方針と並行して、被災後の復旧に関する施策も重要なものと考えられる。

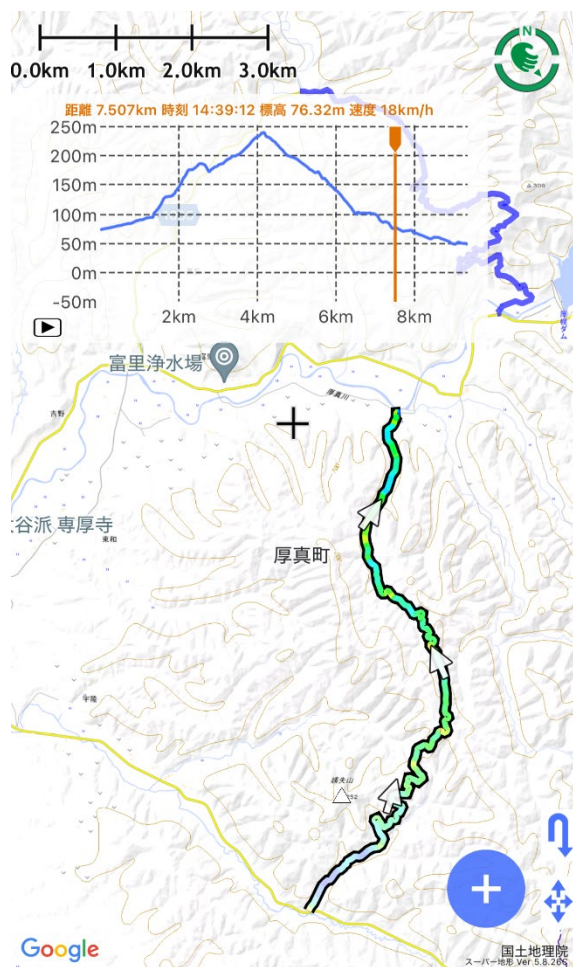


ポイント②

被災から復旧した箇所。土砂が写真に写っている路線まで流入していた。土砂を除去し、布団かごで対応している。



北海道厚真町（幌内宇隆線）



【位置】北海道勇払郡厚真町

【管理主体】厚真町

【種類・区分】自動車道1級

【奥地その他別】奥地

【全幅員（車道幅員）】5.0[m]

【延長】9,413[m]



ポイント①

平成 30 年胆振東部地震の被災箇所。上側の土砂を布団かごで抑えている。



ポイント②

被災箇所。道を復旧した際、路体が崩壊しないよう、L 型擁壁で補強している。

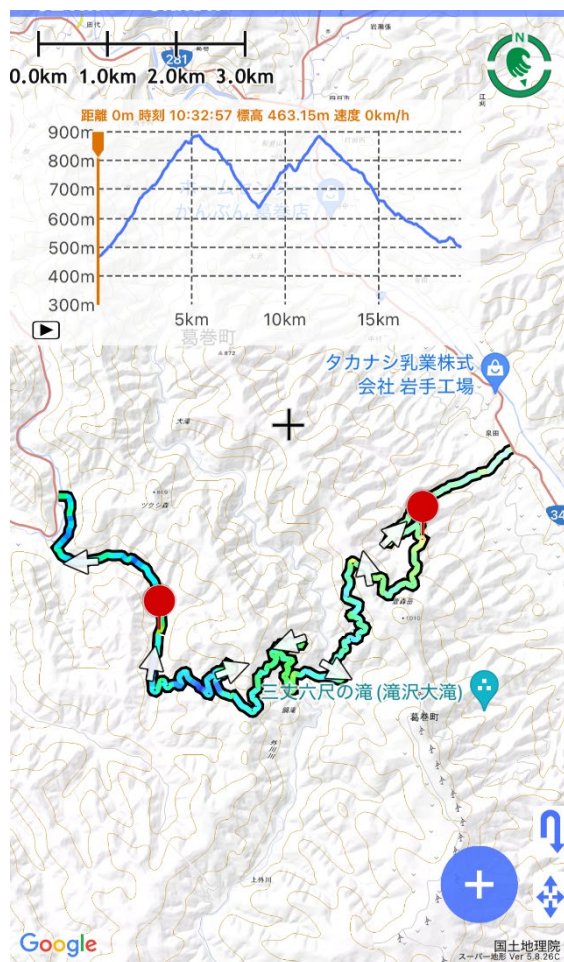


ポイント③

被災箇所。画像の白い砂利部分は復旧により新設された線形であり、その左側の開けた部分が従来の線形である。胆振東部地震からの復旧の経験から、壊れない林道を目指すだけでなく、林道がもつ規格の簡易さを活かした復旧についても考慮した方がよいのではないかと意見があった。



岩手県葛巻町（萱森岳線）



【位置】 岩手県岩手郡葛巻町

【管理主体】 葛巻町

【種類・区分】 自動車道 2 級

【奥地その他別】 奥地

【全幅員】 4.0[m]

【延長】 19,604[m]



ポイント①

排水施設。深さが3 mほどあり、流木や土砂が流れてきた際はこちらで止まる。下流に住宅があり、住民の保護のためにこうした施設が作られた。堆積した土砂などを定期的に除去する必要があるが、重機での作業が可能となるため効率的である。



ポイント②

暗渠。元々直径450mmの管が入っていたが、土砂による閉塞により、路面への土砂越流が発生したため、村単独事業にて直径1000mmの管に改良した。同路線の他の暗渠ではより詰まりづらいボックスカルバートへの改良事例もある。



岩手県葛巻町（安孫平糠線）



【位置】 岩手県岩手郡葛巻町

【管理主体】 葛巻町

【種類・区分】 自動車道 2 級

【奥地その他別】 奥地

【全幅員】 4.0[m]

【延長】 1,413[m]



ポイント①

隣町である一戸町とのアクセスを主目的として作られた、2車線舗装の1級林道であるが、森林作業道も接続しており、林業用途での使用もなされている。



ポイント②

別の林道路線とも接続しており、その中では森林組合が伐採作業を行っていた。2車線道路で幅員も十分な路線に見えるが、実態としては中央線を越える形で走行している。路肩に堆積している落葉によるスリップ等を懸念しているものと推察される。現状、本路線は隣町にて工事で行き止まりとなっているため交通量が少ない状況であるが、全線開通後、地域住民も走行する中で同様の状況が起これば、運転者の精神的負担は大きなものになると考えられる。

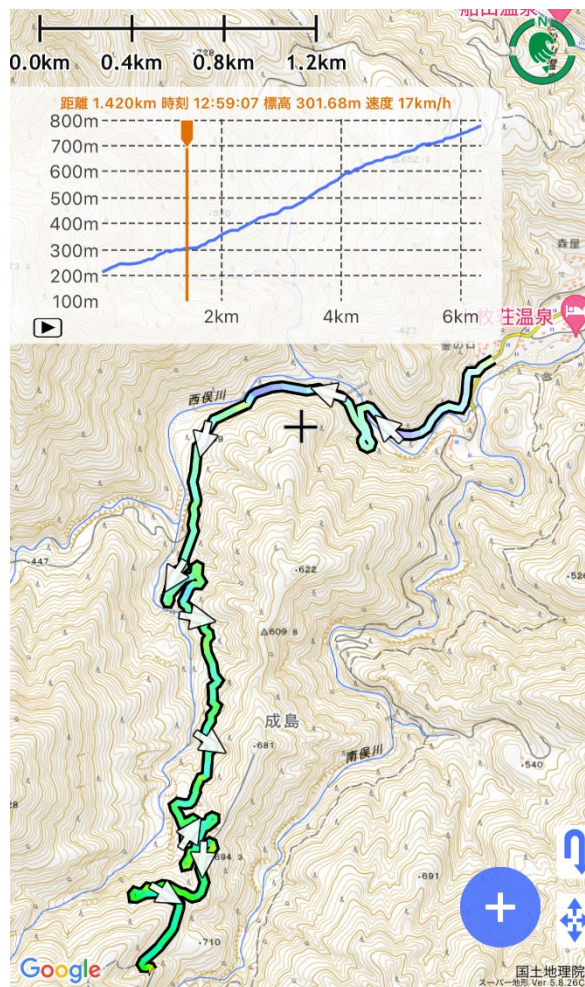


ポイント③

線形改良工事の現場。従来の線形よりも直線的になり、見通しが良くなっている。竣工後は大型車両による運材における運転手の負担を軽減できるほか、地域住民の隣町への通行路としても利用が期待される。



山梨県南部町（剣抜大洞線）



【位置】山梨県南巨摩郡南部町

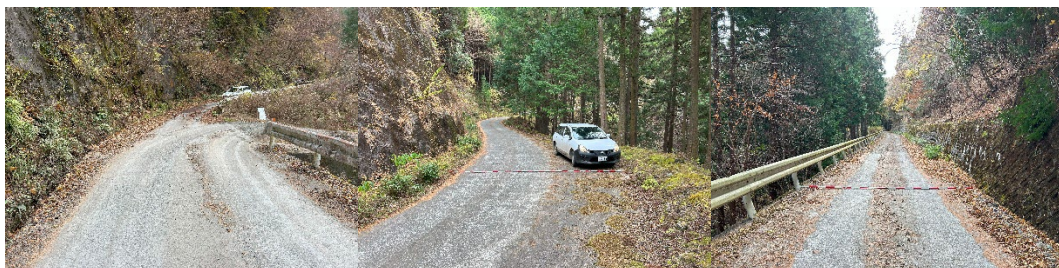
【管理主体】南部町

【種類・区分】自動車道２級

【奥地その他別】奥地

【全幅員（車道幅員）】3.6(2.6)～
4.0(3.0)[m]

【延長】19,268[m]



ポイント①

幅員 4 m の 2 級林道であるが、森林組合からは 10t 車の通行は困難との意見があった。拡幅の狭さや待避所の少なさによるものと推察された。



ポイント②

開渠。30cm 四方となっている。土砂や落ち葉で埋まっている箇所もあり、こうした土砂や落ち葉の除去に維持管理コストがかかるほか、適切に管理されない場合、降水時の越流発生の原因となる。



ポイント③

カーブ途中の森林作業道と林道の接続点。森林作業道の反対側には、ヘアピンカーブで囲まれた土地があり、聞取り調査の中で出てきた「尾根を巻く形のカーブの区間の土場」がこうした地点に設置されることが望ましいものと考えられる。



ポイント④

管の一部のみが露出している状態の暗渠。呑口には落ち葉や土砂が堆積しているが、堆積している木のサイズが大きいため、重機を用いて堆積物を除去することが可能。維持管理を効率的に行うことができる。



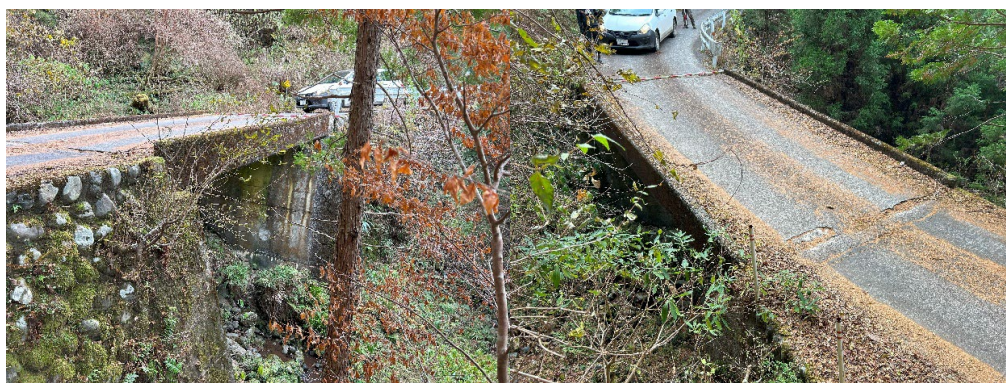
ポイント⑤

カーブに設置された退避所。路肩には堆積物があり、設計した幅員を完全には使用することができず、10t 車同士での行き違いも困難なものと思われる。

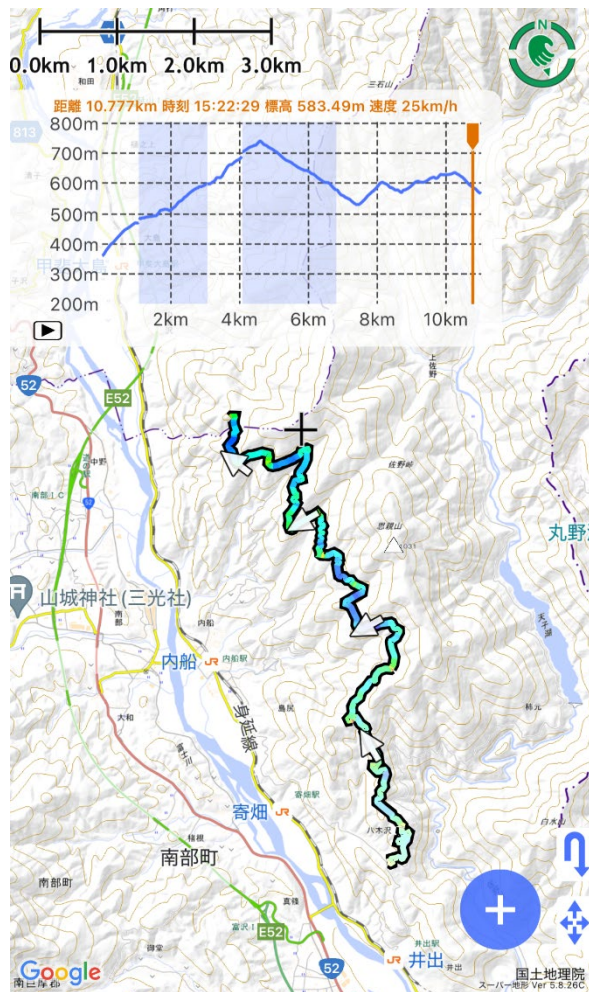


ポイント⑥

橋梁。耐荷重制限により、重機を載せた状態の回送車両の通行が不可能なため、一度重機を降ろし、回送車両と重機を別々に通行させるケースがあるとの報告があった。大型化や災害予防に向けた改良だけでなく、現作業システムの効率化のための改良も必要と考えられる。



山梨県南部町（三石山線）



【位置】山梨県南巨摩郡南部町

【管理主体】南部町

【種類・区分】自動車道1級

【奥地その他別】奥地

【全幅員（車道幅員）】5.0[m]

【延長】10,893[m]



ポイント①

南部町で最大の幅員 5m をもつ 1 級林道。



ポイント②

待避所を含めると幅員 6m。未利用材を運ぶためのフックロール車のコンテナを、林道直線部の比較的広い場所に置き、積み下ろしに利用した事例があるとのこと。



ポイント③

待避所と思われる区間。車両やポールとの比較から分かるように、規格上の車道幅員としては十分に確保されているが、落葉等により運転席からの路肩の目視が困難になっている。今後、車両大型化による効率化を推進するに当たって、このような路肩の障害物の除去のような維持管理も重要な観点と考えられる。

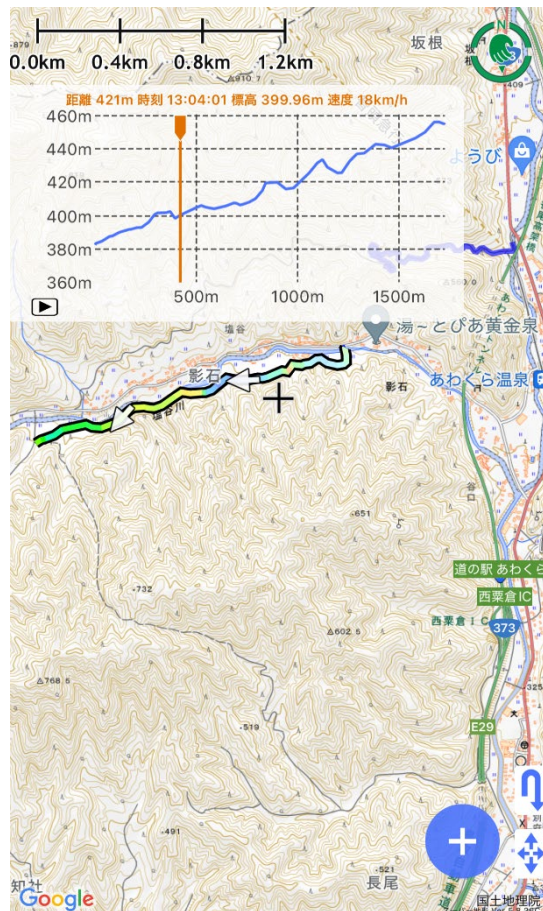


ポイント④

開渠。呑口側の柵が大型であり、重機による浚渫も比較的簡単に実施できるものと推察される。また、排水路は呑口側の柵の一段上にあり、土砂が堆積して排水機能が低下するまでの時間的猶予ができるものと考えられる。



岡山県西栗倉村（森ヶ谷線）



【位置】岡山県英田郡西栗倉村

【管理主体】西栗倉村

【種類・区分】自動車道 2 種

【奥地その他別】その他

【全幅員（車道幅員）】4.0(3.0)[m]

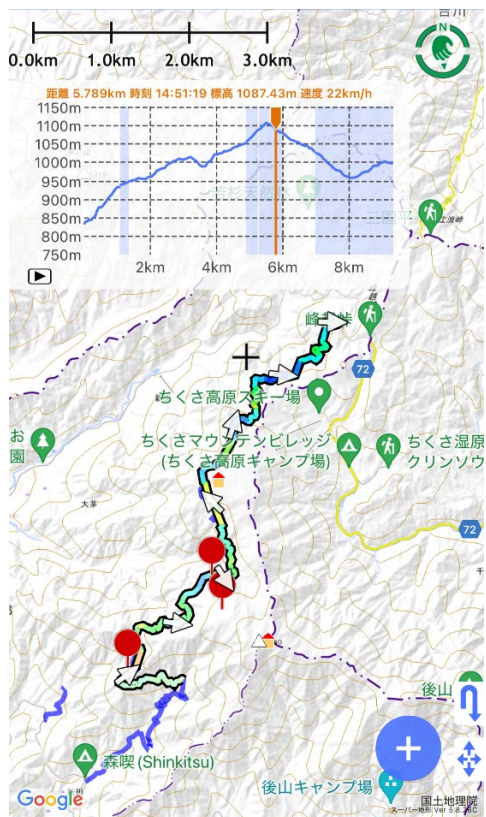
【延長】1,821[m]

ポイント①

平成 30 年 7 月豪雨災害の際、塩谷川左岸の村道が被災し、代替路として利用された。村道と並行しているが、河川からは距離があったため、豪雨時に被災せず活用することができた。



岡山県西栗倉村（ダルガ峰線）



【位置】岡山県英田郡西栗倉村

【管理主体】西栗倉村

【種類・区分】自動車道 2 級

【奥地その他別】奥地

【全幅員（車道幅員）】4.0(3.0)[m]

【延長】12,607[m]



ポイント①

開渠。比較的新しいものと思われるが、路肩の崩落とともに崩壊している。林道の規格が、一般道と異なり簡易である場合が多いことを考慮すれば、新しいものであっても壊れることを前提とし、復旧のしやすさに重点を置いた設備の選定という視点も必要と考えられる。



ポイント②

暗渠。暗渠に断面積の大きなボックスカルバートを使用しており、河床との接続もスムーズであるため、呑み口での土砂や流木の堆積がない。丸形の管よりも詰まりづらいとの声があり、維持管理コスト削減のためにも効果的な設備であると思われる。



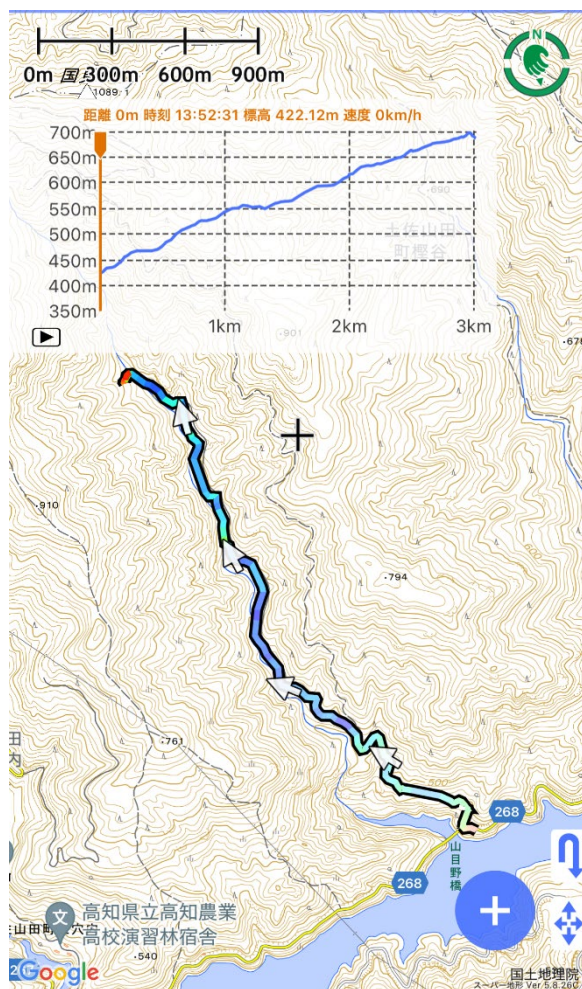
補足（塩谷北線）

ポイント①

縦断勾配が急な区間において、アスファルト舗装の下の路盤が侵食を受けて土砂が流出することにより路面に凹凸が生じ、通行不能となっている事例。こうした被害の防止のために、急勾配区間についてはコンクリート舗装を採用した方が良い。



高知県香美市（ウバガ谷線）



【位置】 高知県香美市土佐山田町檜ノ谷

【管理主体】 香美市

【種類・区分】 自動車道 2 級

【奥地その他別】 その他

【全幅員（車道幅員）】 4.0(3.0)[m]

【延長】 2,922[m]



ポイント①

暗渠の呑口を柵の底から浮かせることにより、呑口が埋まるまでの猶予ができるほか、少雨の際は水をためてから水を浸透により排水することができ、多量の降水時は暗渠による排水機能を発揮するものと考えられる。

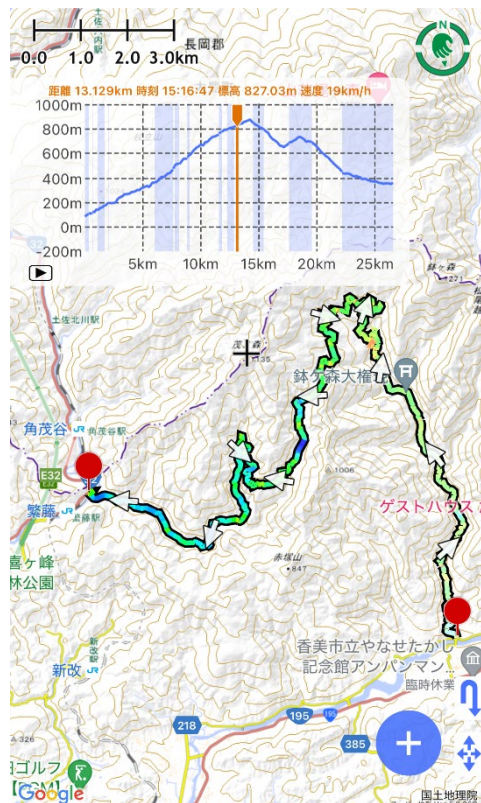


ポイント②

側溝の区切り。側溝と開渠が接続した地点に区切りが設置されており、効果的に排水が行われるようになっている。上流で排水しきれなかった水が下流に流れていき、下流の排水施設に係る負担が大きくなってしまおうとの声もあり、その対策として有用と考えられる。



高知県香美市（西又河野線）



【位置】 高知県香美市土佐山田町角茂谷

【管理主体】 香美市

【種類・区分】 自動車道 2 級

【奥地その他別】 奥地

【全幅員（車道幅員）】 4.0(3.0)[m]

【延長】 11,168[m]



ポイント①

排水用パイプ。開渠だが、カバーを付けることで、詰まりを防止できているものと考え
る。



ポイント②

全盛土の暗渠設置箇所。柵やガードレールが設置されていないため、運転者に心理的負担が
かかるものと推察される。



ポイント③

暗渠。呑口側には大きな柵が設置されており、土砂が堆積した際は重機での除去が可能。石
積みであることや苔等の具合から、本調査において各地で調査した柵に比べると古くから
使用されているものと思われる。高知県は降雨量が多いことから、従来から多量の降雨に対
応した排水施設が設置されてきたものと考えられる。



ポイント④

沢からの水と側溝からの水の両方に対応するために、山側の側溝の幅、深さが沢の付近では大きくなっており、沢の暗渠から排水される構造となっている。



まとめ

各地で見られた設計・施工上の工夫として、排水施設について、同じ流量であれば円形のヒューム管やコルゲートパイプより、ボックスカルバートのほうが詰まりづらいため、そちらを採用したり取り替えたりしている事例や、呑口側の柵を大きくすることにより重機による土砂の浚渫を可能としている事例があった。このような事例の情報共有や指針化も必要であると考えられる。

加えて、有識者からは、維持管理の重要性とそのばらつきについて言及があった。例えば、まめな市町村職員がいる地域では、奥の林道に入る際に手前を整備するような声掛けをしたり、雪解け後の見回りやその際に発見した要修繕箇所について修繕の発注を行うなどのルーティンができています。見回りの頻度や着目点などは担当者によってばらつきがあったり、引継ぎがうまくできていなかったりするケースもある。今回の林道踏査においても、浚渫などの維持管理の程度には各地域で差があった。その結果、インフラが劣化してしまうケ

ースも考えられるので、ハード面の工夫に合わせ、ソフト面の整理も重要となるとの見解が示された。

また、路網整備に関わる人材不足や知見の継承不足が課題となっているとの意見もあり、局所的に優良事例が存在する一方で、隣の地域との意見交換等の機会が少なく、口伝されてきた知見等の継承が途絶え、普及に至っていない事例も聞いていることから、優良事例の普及や情報交換も盛んに行われることが望まれる。

3 新たな整備指標の検討に向けた提案

3-1 提案に向けた調査の総括

新たな整備指標の検討に向けた提案をするに当たり、これまでの調査から提案に有用と考えられる事項を総括する。

① 文献調査

【路網の広域・中長期計画の重要性】

国外論文及び国外の林道作設マニュアルにおいて、路網計画の中長期的な計画である Strategic Planning と Tactical Planning の重要性が挙げられていた。これは、森林資源や地形を基としたゾーニングを行った上で、地域の基幹林道網の完成予想図を作成する中で、線形やコスト、地形などの観点から最適化を目指すものである。また、地域条件に最適な路網計画を策定するに当たっては、正確な地形情報のデジタルデータが必要であるとされている。

② 聞き取り調査

【ボトムアップ式の路網整備計画】

今回の聞き取りにおいては、路網整備計画は住民・事業者からの点的な要望(この山に到達したい、この集落同士を結びたい等)によりボトムアップ式に計画が立つものがほとんどであり、私有林において森林のゾーニングや傾斜区分等に応じた路網整備の全体計画が立てられている例はなかった。

【排水機能の強化】

災害の激甚化への対応として、排水施設の高規格化が考えられるが、余裕を持たせた規格で設計・施工する根拠がない場合もあり、予防的な措置で改良するというよりは、被災して初めて改良が議題に上がることが多いとのことだった。排水施設の流量計算は、「水」のみを想定し 10 年確率の降雨強度式により行われているが、実際には土砂や流木が流れ込むために暗渠が詰まるという意見が多数あった。市町村によっては、市町村単独事業により、暗渠の直径を増強しているケースもあるが、整備した排水施設を短期間で改築するのは非効率と考えられる。

【林道等の延長】

林道整備の指標として基本計画に掲げられている「林道等の延長」について、林道の開設後に市町村道に移管されるケースも多くみられることから、林道の現況延長は開設延長の累計よりも小さく、林道整備の実績値や路網密度を求めるデータとしては不十分であることが分かった。

【傾斜区分ごとの路網密度】

傾斜区分に応じた路網密度について、多くの自治体では林道や森林作業道の線形データのデジタル化の遅れや、林道・林業専用道以外の林内公道を林務部局で把握できていないことから算出ができないケースが多いことが分かった。その中で、山梨県においては、航空レーザー測量データの線形トレースによって、林道以外も含む既設路網延長を傾斜区分ごとに正確に把握し、傾斜区分に応じた路網密度を算出することができていた。

③ 林道踏査

【排水機能の強化の具体的事例】

排水機能強化の具体的な施工方法として、同じ流量であれば円形のヒューム管やコルゲートパイプより詰まりづらいとされる、ボックスカルバートを用いて施工した事例や、呑口側の枡を大きくすることにより重機による土砂の浚渫を可能としている事例が複数あった。

3 - 2 提案事項

① 林内道路延長の指標化

聞き取り調査の結果から、現在の指標である「林道等延長」については、市町村道等への移管によって林道等延長が減少していくため、本来の林道等延長を十分に示せていないことが分かった。

これに代わる指標として、下図に示す「令和6年度民有林森林整備施策のあらまし」の「IX. 実績関係資料集」「2. 林道関係資料」「林内路網の現況」には、「(3) 林内道路の現況」として公道等 192,489km、林道 135,693km、林内道路計 328,181km(令和4年度末、以下同じ)の延長が掲載されている。ただし、この値には作業道として開設されたトラック道等が含まれていないため、これを含む「(4) 林道等延長」195,846kmと前掲の公道等 192,489kmを合計すれば、自動車が走行可能な林内道路延長である 388,335kmが算出でき、整備指標としてより適切なものになると考える。

ただし、有識者からは、林道の市町村道への移管に伴い、安全基準を満たすために設置されたガードレール等により、森林施業が制約を受ける場合があり、同じ延長の林道と同等の機能を発揮できるかについては検討が必要との留意事項が挙げられた。

林内路網の現況

(1) 林内路網密度の現況

単位: m/ha

区分	林内路網密度
民・国 総数	25

(注1) 密度は、延長÷森林面積 により算出している。

(注2) 林内路網は、令和4年度末時点の「公道等」、「林道」及び「作業道」の現況延長の合計により、算出している。

(注3) 公道等延長は、国道、都道府県道、市町村道及び農道を指し、林道から移管したものを含む。

(注4) 林道延長には、林道のうちの自動車道を記載している。

(注5) 森林面積は、令和3年度末の値(森林資源現況調査による(国有林は他省庁所管分を除く))。

※以下の(2)、(3)においても同様。

(2) 林内路網延長の現況

単位: km

区 分	路網 延長
民・国 総数	615,854
民有林	480,381
国有林	135,473

(3) 林内道路の現況

単位: 千ha、km、m/ha

区 分	森林面積	公道等		林道		林内道路 計	
		延長	密度	延長	密度	延長	密度
民・国 総数	24,955	192,489	7.7	135,693	5.4	328,181	13.2
民有林	17,368	176,948	10.2	89,501	5.2	266,448	15.3
国有林	7,587	15,541	2.0	46,192	6.1	61,733	8.1

(4) 林道等延長の現況

単位: km

区 分	林道等 延長
民・国 総数	195,846
民有林	148,309
国有林	47,538

(注1) 数字は令和4年度末のもの。

(注2) 林道等延長には、林道(自動車道)のほか、民有林は「主として木材輸送トラックが走行する作業道」、

国有林は「継続的作業道」及び「作業道(林業専用道規格相当)」を含む。

(出典: 令和6年度民有林森林整備施策のあらまし P152)

② デジタルデータによる傾斜区分ごとの路網密度の算出

山梨県の事例では、航空レーザ測量の結果を基に林内路網をトレースし、公道、林道や森林作業道を含む路網延長を傾斜区分ごとに算出している。近年、様々な事業で航空レーザ測量が行われていることから、データを保有する都道府県については、山梨県と同様にトレース・解析できるようにすることが望ましい。データの更新に関しては、森林クラウド等のシステムを用いて、都道府県、市町村、事業体の各事業主体が年度ごとに開設した路網のベクターデータを収集し、差分を追加していく形が現実的と考える。ベクターデータの収集方法として、有識者からは、発注や補助事業の要件として、線形データと合わせて GPS 等による絶対座標を複数点取得し、提出することを仕様とするといったような、データが集まる仕組みや体制の構築も重要であるとの意見があった。また、航空レーザ測量の線形データに加え、長野県で取り組まれているように、林道踏査で得られる情報をデジタルデータで管理することにより、詳細な分析や修繕・改良計画、林道の質的視点の評価に活かせるのではないかという意見があった。具体的な取得データと活用方法としては以下のような例が挙げられた。

・道の区分(公道、林道、森林作業道等)や通行の可否

→路線配置図や路網密度の計算をより正確なものとする。また、通行不能となりかつ修繕されていない路線や利用頻度が少ない路線等は維持管理対象から外すことも検討。

・ストリートビューのような全線の画像データ

→施業計画や災害等発生時の復旧に役立てることができる。

・将来的に修繕・改良が必要な箇所(損傷箇所、トラックや林業機械の進入・運用にネックとなる箇所、耐荷重不足の橋梁や強度の低い舗装、土場や作業ポイントになりそうな箇所等)

→林道の質的な評価、修繕・改良の計画立案に活用。

・高い法面や構造物、河川等により林内へのアクセスが不能な区間

→施業計画のほか、作業システムの選定に有効な指標である平均集材距離の算出に活用。

④ 基幹林道網の広域・長期計画の策定

ボトムアップ的な路網開設計画のみでなく、基幹林道網の広域(市町村単位等)・長期的な完成計画図を作成し、行政側からのトップダウン・住民側からのボトムアップと双方向に議論することによって、森林の利用可能範囲を広げたり、施業効率等の最適化を図ったりすることができると考えられる。その前提条件として、森林のゾーニング及び②で示した地形と路網線形のデジタルデータ化と傾斜区分ごとの路網密度の算出が必要であると言える。

⑤ 排水機能の予防的な強化

近年の集中豪雨やそれに伴う土砂や流木の流入にできる限り対応するため、降雨強度式については現状の 10 年確率に対して、より長期の式を適用する、安全率を上げる、施工費用が大幅に上昇しない範囲で最大の規格を用いて設計するといった予防的な対策が必要であると言える。また、暗渠呑口側の柵について、重機による浚渫ができるように広くしたり、詰まりづらいボックスカルバートを採用したりといった優良事例を横展開することも必要であると考えられる。

4 有識者に対する意見聴取

4 - 1 意見聴取の方法

これまでの、文献調査、実地調査、新たな整備指標の検討に向けた提案について、以下の有識者3名への意見聴取を行った。意見聴取の方法は、報告書草案の送付の後、Web 会議にて行った。

所属・役職	氏名	研究・専門分野
国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業工学研究領域 森林路網研究室 室長	鈴木 秀典	施工技術、路網計画、作業道
岩手大学 農学部 森林科学科 教授 (森林利用学会 常務理事)	齋藤 仁志	森林工学、森林内路網、作業システム、情報化技術
宇都宮大学 農学部 教授 (森林利用学会 常務理事)	有賀 一広	林業機械、森林バイオマス、森林土木、森林作業

4 - 2 意見聴取の結果

意見聴取の結果のうち、前項までに記載のない意見・提言について以下に記載する。

- ・日本全体で目標値を算出する際に様々な条件が均されてしまい、実態との乖離が発生する可能性が高い。労力がかかるが、市町村や都道府県単位で路網密度などの各種データを積み上げた上で目標値を議論する手法もあるのではないかな。

- ・林内路網の機能として、施業地へのアクセス機能と輸送機能が挙げられる。輸送機能を表現する指標の一案として、路線に通行できるトラックのサイズや、1日に何往復できるのかななどのデータを用いて、実際に運材できる量を指標として用いるといったことも検討の余地があるのではないかな。

- ・公共投資として、林道を尾根沿いにあげ、そこから作業道を伸ばしていくのが、理想的であると思う。また、災害時の代替路としても機能させるのであれば、やはりリスクが少ないのは尾根沿いであるので、公共投資としてしっかりと整備することが重要だと考える。

- ・普段から道を利用し、問題点や細かな状況を把握している森林組合などの関係者が、路網整備計画や維持管理に参画する体制を検討してもよいのではないかな。

- ・ある程度の地域全体を包括的な視点に立って路網整備計画を立案できる人材が不足している。新規開設の経験者が減少する中で、路網整備の取組を検討していく必要がある。
- ・被災時の復旧を前提とした林道の構造的な工夫という観点で、林道の構造を、橋梁やトンネルといった構造物のようにパッケージ化してあらかじめ準備ができないか。
- ・国土交通省管轄の砂防用道路や、電力会社の設備管理用道路は、山の中に作設する道であることから林道規程に基づいているとの話を聞く。こうした道路も把握し、活用することで施設の有効利用につながる。

卷末資料

卷末資料一覧

1. 全体概要
2. 実地調査概要
 - 2-1. 北海道
 - 2-2. 岩手県
 - 2-3. 山梨県
 - 2-4. 岡山県
 - 2-5. 高知県

令和6年度林道施策の実施状況の検証及び指標設定に向けた調査委託事業

文献調査

①路網整備水準・指標に関する文献

- ◆ 新たな指標の開発を試みる研究は発見されなかった
- ◆ 近年の主流は、より精密なデータに基づく実情に合わせた正確な計画に関する研究
- ◆ 国外においては路網計画を3段階に分けて考えており、特に第1・2段階のStrategic Planning・Tactical Planning(地域単位の広域的・中長期的計画)は日本でも有用なものとする

②林業機械や作業システムの進展・普及の状況

- ◆ 車両系、架線系と並ぶ新作業システムの事例はなし
- ◆ 主流は既存システムの自動運転化やAI導入、作業システムの併用による効率化等
- ◆ 以上のような進展を見据え、既存システムを最大限に活用できる路網整備が重要

③国外の林道作設マニュアル

- ◆ 林道網整備の計画段階における詳細な検討が重要
- ◆ 最適な路網計画には、地形の正確なデジタルデータが必要

実地調査：北海道、岩手県、山梨県、岡山県、高知県

①都道府県、市町村、林業事業者への聞き取り調査

- ◆ 路網整備計画は住民・事業者等からの要望に基づくボトムアップ式がほとんどである中、先進的な地域では航空レーザ測量データを解析し、傾斜や林内路網の線形を把握し、路網計画に活用
- ◆ 土砂や流木により暗渠が詰まるケースが多く、排水機能の強化が必要
- ◆ セミトレーラの導入や第1種林道の開設・改良の取組は不十分
- ◆ 林道から市町村道へ移管した際に、林道の現況延長から減算されることから、林道等の延長のみでは整備指標として不十分
- ◆ 路網の線形データのデジタル化の遅れや、林内公道が把握できていないことから、傾斜区分ごとの路網密度は算出困難な地域が多い

②林道踏査における事例



高知県ウバガ谷線
暗渠入口の簡易で大型な樹根が詰まり、水が溢れている様子



岡山県ダルガ峰線
ボックスカルバートで土砂や流木の堆積・詰まりを軽減



山梨県剣抜大洞線
耐荷重が不足する橋梁では重機を一度降ろし、自走させる必要がある

【新たな整備指標の検討に向けた提案事項】

1. 林内道路延長の指標化：市町村道へ移管した延長を含めた、林内道路延長を指標化
2. デジタルデータを活用した路網密度の算出：航空レーザ測量を活用し、路網計画の根拠となるデータを整備
3. 基幹林道網の広域・長期計画の策定：市町村ごとの基幹林道網の完成予想図を策定。地形・路網のデータ整備が前提
4. 排水機能の強化：降雨強度式の長期化、暗渠入口側の柵の大型化による重機を使用した浚渫やボックスカルバートの活用

北海道勇払郡厚真町

調査協力

北海道
厚真町
苫小牧広域森林組合

森林の区分に応じた路網整備（ゾーニング）

市町村が主体でゾーニングを実施しており、市町村森林整備計画に記載。木材生産林で出材計画の妨げとならないよう路網を整備しているが、ゾーニングを根拠にすることはない。先進的な市町村では航空レーザ測量でゾーニングを行うこともある。

災害の激甚化（排水機能の強化、尾根寄りの線形選択等）

原則として流量計算等の算出された根拠に基づき設計を行う。強靱な路線開設と並行し、被災後の復旧体制構築への注力が必要との意見。尾根沿いの線形を推奨するが、目的の施業地が沢沿いや斜面中腹の場合は、そちらを通過することになる。

走行車両の大型化（十分な幅員や曲線部の拡幅の確保等）

第1種林道の要望は現状なく、第2種2級相当の林業専用道の開設が多い。工場に近いこともあり、セミトレーラの導入希望も現状ではない。

未利用材の収集運搬の効率化（土場の設置等）

未利用材の収集運搬を考慮した路網開設計画はなし。土場は基本的には設置するが、伐採地からの出材量に応じた土場の大きさの確保が課題となっている。

林道整備の指標（延長、大型車両通行可能延長、路網密度等）

森林組合からは、作業道や集材路の開設延長が長くなるほど、コストがかさみ、利益が薄くなることから幹線林道をさらに整備してほしいとの意見。

林道踏査

幌内宇隆線
幌内栄線



地震被災箇所を復旧した箇所。崩壊防止のためL型擁壁で保護。



災害復旧箇所。従来の線形は崩れて画像左下にあり、右に復旧した線形がある。



復旧箇所。線形の山側からの土砂流出防止のため布団かごを設置。



路線上にも土砂が流入していたが、除去し布団かごで保護して復旧。

【特記事項】

- 森林組合からは、木材輸送の効率化のため、基幹路網の整備を進め、作業道や集材路の開設や重機の自走が少なくなるようにしてほしい旨の要望。
- 胆振東部地震の経験を踏まえ、絶対に崩れない林道作りには限界があるため、被災時の迅速な復旧体制の構築等への注力も必要との意見。

岩手県岩手郡葛巻町

調査協力

岩手県
葛巻町
葛巻町森林組合

森林の区分に応じた路網整備（ゾーニング）

林道の開設は、組合員である森林所有者からの出材の依頼に基づくケースや生活道路としての要望が多く、ゾーニングとはリンクしていない。

災害の激甚化（排水機能の強化、尾根寄りの線形選択等）

暗渠はヒューム管からボックスカルバートに改良し、詰まりの防止を図っている。林道沿いに貯水設備を設置し、流量が増加した際のバッファーとなっている。

走行車両の大型化（十分な幅員や曲線部の拡幅の確保等）

現状では県全体でもセミトレーラや大型機械の導入希望はなく、第1種林道の開設要望は無し。林道の新規開設は、第2種2級の未舗装が大半を占める。

未利用材の収集運搬の効率化（土場の設置等）

林道沿いに土場が少なく、車両の転回が困難。地形が急峻なため土場の設置が困難なケースが多い。未利用材の収集運搬には、用材と同様にフォワーダと運材トラックを使用。

林道整備の指標（延長、大型車両通行可能延長、路網密度等）

目標開設延長は設定したが、物価高騰も相まって計画の半分程度の進捗で計画の見直しを求める声もある。林道が町道に移管された場合、林道の延長としてカウントしておらず林道整備の指標としては課題がある。

林道踏査

安孫平糠線
萱森岳線



深さ3mほどの貯水設備で、下流集落への流木や土砂の流出を止める。



詰まりによる土砂流出があったため、町単独事業にてヒューム管の直径を拡大。



線形の改良工事が進んでいる現場。直線で幅員にも余裕がある。



隣町と接続する生活道路として計画しつつ、林業での使用実績もある路線。

【特記事項】

- 林道は施工期間が10年以上の場合もあり、同一路線の中でも、準拠する細則が異なり、設置される排水設備が異なるなどの課題がある。
- 葛巻町では、予防的な排水施設の設置を重視し、維持管理を強化している。

山梨県南巨摩郡南部町

調査協力

山梨県
南部町
南部町森林組合

森林の区分に応じた路網整備（ゾーニング）

県全体で航空レーザ測量データを用いたゾーニングと傾斜ごとの路網密度の算出が行われており、県有林林道の開設計画に適用。民有林林道の開設は森林所有者や住民の要望を基に行われることが多く、必ずしもゾーニングと対応するわけではない。

災害の激甚化（排水機能の強化、尾根寄りの線形選択等）

南町町役場と森林組合では事前対策はほぼ行われず、災害発生後の対応が基本。尾根寄りの線形選択は作業道作設時に重機を下向きに使う作業上のリスクが高いことから避けたいとの声。

走行車両の大型化（十分な幅員や曲線部の拡幅の確保等）

3者に共通して、セミトレーラの導入は困難との認識。県からは既存路線の改良に要する費用負担や延長目標の未達から対応困難。森林組合からは、共販所を経由するため、山の中に大型車両を導入する必要性が低いとの意見。

未利用材の収集運搬の効率化（土場の設置等）

森林組合ではフックロール車の活用事例あり。端材を載せるコンテナは幅員の広い林道の直線部に許可を取得して設置し収集を行った。

林道整備の指標（延長、大型車両通行可能延長、路網密度等）

県は基幹路網は概ね開設できており、支線分線の開設に取り組む方針。森林組合では、町全体で要望したい路線を検討。路網は未だ不足しており、今後県にも要望したいとの声。

林道踏査

剣抜大洞線
三石山線



待避所の例。落ち葉や土で路肩が覆われており、端部が分かるような維持管理も必要。数も不足。



このような尾根を巻くカーブに土場を設置してほしいとの要望。道の反対側には作業道の入口あり。



町内で最も幅員の大きい路線。直線部でフックロール車のコンテナを積み降ろし。



古い橋梁では、耐荷重不足のため、重機を回送車両から降ろし、自走で渡ることもある。

【特記事項】

- ・ 航空レーザ測量データを解析した路網のデジタルデータを保有。これを活用することで、長期的・広域的な路網計画が可能。
- ・ 林道の質の面で、耐荷重が不足する橋梁、メッシュが入っていない古いコンクリート舗装、待避所や土場の数の不足が課題となっていた。

岡山県英田郡西栗倉村

調査協力

岡山県
西栗倉村
株式会社百森

森林の区分に応じた路網整備（ゾーニング）

市町村森林整備計画に基づくゾーニングとは別に、林業適地・不適地の判断基準を県の方針として示している。今後、林業適地が定まることで、効果的な路網開設が期待される。

災害の激甚化（排水機能の強化、尾根寄りの線形選択等）

排水施設の改良事業を今年度から開始。4年に一度の雨量強度見直しの際に排水施設の容量増加を検討。平成30年7月豪雨の経験から、余裕を持たせた規格での排水施設の設置を許容する場合もある。

走行車両の大型化（十分な幅員や曲線部の拡幅の確保等）

現状ではセミトレーラや大型機械の導入希望・計画はない。路線がネックなのではなく、施業地が急峻であり、大型機械での施業や通行に向かない。

未利用材の収集運搬の効率化（土場の設置等）

未利用材の収集運搬を考慮した路網計画は行われていない。未利用材の利用に注力され始めてから、新規開設の案件が少ないため、現状は検討する機会がない。

林道整備の指標（延長、大型車両通行可能延長、路網密度等）

県の施策として目標開設延長を掲げていない。一方、既存路線の改良が進んでいる。基幹林道は、土地所有者の承諾取得等条件が整っている路線については開設できている。

林道踏査

ダルガ峰線
森ヶ谷線
塩谷北線



急勾配でのアスファルト舗装は路盤洗掘による凹凸で通行不能となりやすい。



比較的新しい排水施設だが、容量を超えてしまえば、損傷する危険性がある。



ヒューム管（左）とボックスカルバート（右）の比較。ボックスカルバートの方が、河床との接続面が広く滑らかになることで、土砂堆積が少ないとの意見は他県でも挙がっている。

【特記事項】

- ・ 県が主体で開設を行う案件が少なくなり、盛んに改良に取り組めるようになっている中で、現行の基準に照らして、排水施設を予防的に改良するケースもある。
- ・ 西栗倉村では、公道、林道、作業道の線形データをデジタルデータとして保有。

高知県香美市

か み し

調査協力

高知県
香美市
香美森林組合

森林の区分に応じた路網整備（ゾーニング）

県の施策として「再造林推進プラン」を打ち出し、林業適地の考え方を示す方針。現状では、ゾーニングではなく、住民からの要望や、森林経営計画上の施業地へのアクセスを基に路線を開設。

災害の激甚化（排水機能の強化、尾根寄りの線形選択等）

作業道の排水では、暗渠が詰まった場合に備え、洗い越し工と暗渠の併用が多い。従来からの降雨量の多さに対応した排水施設の設計や路線通行時の配慮等が特徴である。

走行車両の大型化（十分な幅員や曲線部の拡幅の確保等）

既存幹線林道や公道が狭いため、現状ではセミトレーラの導入は困難。林業機械の大型化についても、本格的な架線集材の技術があることから、架線集材を選択するケースが多い。

未利用材の収集運搬の効率化（土場の設置等）

未利用材の収集運搬に特化した取組は現状では行われておらず、出材に付随するものとの認識。香美森林組合では尾根に土場を作ることが多い。

林道整備の指標（延長、大型車両通行可能延長、路網密度等）

県としては令和2年以降延長目標を設定せず、必要な路線を開設する方針で運用。物価高騰や厳しい地形条件により開設単価が高く、目標を設定しても計画の達成が困難。

林道踏査

西又河野線
ウバガ谷線



ヒューム管が呑口の底から浮いており、強雨の時に排水機能を発揮。



上流の水を適切な場所で処理するための堰止めが設置されている。



従来のヒューム管より単価が安く、凹凸で流速の抑制効果が期待できる。



幅の広い側溝。こまめに排水路を清掃している。

【特記事項】

- 重機での安定した作業や、将来、大径木を運び出すことも考慮し、幅員に余裕のある路線を開設している箇所もある。
- 排水施設の呑口はバケットで土砂を除去できるほど大きく、施工も簡易であり、こまめな管理によって排水機能を維持している。
- 木材生産林ではない場所では勾配を急にし、施業地では平坦な道で施業ができるよう工夫している。