

**令和3年度 路網整備や再造林対策
の効果的な推進のための区域の設定に
向けた調査事業 報告書**

令和4(2022)年3月

林野庁

目次

1章. 事業概要	1
1.1. 事業の目的及び背景	1
1.2. 検討委員会の設置・運営	3
1.3. 事業実施項目	4
2章. 実施方針	5
2.1. 林業収益性と災害リスクの両面に配慮したゾーニング（4象限図の考え方）	5
2.2. 市町村レベルのゾーニング	7
2.3. 市町村レベルでのゾーニングを簡単に行えるプログラム、手引書	8
3章. ゾーニング手法の検討	10
3.1. 事例調査	10
3.2. ゾーニング手法	11
4章. モデル地区におけるゾーニング実証	13
4.1. 調査方法	13
4.2. DEM解像度の検証結果	18
4.3. 樹種別ゾーニング結果	23
4.4. 集材作業効率の算出手法の検討	27
4.5. 現地実証	28
4.6. 実証結果	29
5章. ゾーニングプログラム（試作品）の作成	65
5.1. ゾーニングプログラムの概要	65
5.2. ワークショップによるゾーニングプログラムへの要望	67
5.3. 手引きの作成	70
6章. 路網整備計画の策定実証	71
6.1. 事例調査	71
6.2. 実証方法	72
6.3. 実証結果	74
7章. まとめ	78
7.1. 成果	78
7.2. 今後の課題	78
巻末資料	1
(1) 主伐・再造林適地の判別に関する事例	1
(2) 現地実証の調査データ及び現地写真	4
(3) 路網整備計画に関する事例	48
(4) 収益性と災害リスクを考慮した森林ゾーニングの手引き	50

1章. 事業概要

1.1. 事業の目的及び背景

1.1.1. 目的

人工林資源が充実し本格的な利用期を迎えている中で、森林の有する公益的機能の発揮及び持続的な林業を経営するためには、国土保全及び木材利用の観点を踏まえながら、主伐・再造林適地を判別し、効率的・効果的に森林施業を実施していくことが重要である。併せて、効率的・効果的な森林施業の実施に向けて、詳細な森林資源の情報や具体的な森林施業と関連付けた路網整備計画に基づく路網整備が不可欠である。

このため、航空レーザ計測データ、森林生態系多様性基礎調査等の既存データを活用し、地方自治体、森林組合等の担当者が簡易に主伐・再造林適地の判別と路網整備計画の策定を行うための手法を開発することを目的とする。

本事業は前述の目的を達成するため、林業収益性及び災害リスクの 2 軸に基づく森林域のゾーニングにより主伐・再造林適地を判別することとする。既存データを活用したゾーニング手法及び路網整備計画の策定手法を実証し、現地での検証等を通じて簡易な手法の確立やゾーニングを自動でおこなうプログラムソフト（試作品）の検討・設計及び手引きの作成等を行うものとする。

1.1.2. 背景となる制度

森林の有する多面的機能の持続的発揮に向けては、間伐や主伐後の再造林等を着実に進めつつ、森林資源の適切な管理・利用を進めることが重要である。

近年は、国産の木材供給量が拡大しているが、立木販売収入から再造林費用を賄える状況にはなっておらず、主伐面積に対する再造林面積の割合は低位にとどまっている。

このような中、令和 3 (2021)年 3 月に改正された「森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法」において、都道府県知事が、自然的社会的条件からみて植栽に適した区域（特定植栽促進区域）を指定し、成長に優れた苗木の植栽を促進しようとする新たな制度が創設された。また、令和 3 (2021)年 9 月には、森林計画制度の見直しに係る関連通知が改正され、市町村森林整備計画において、木材等生産機能維持増進森林のうち、自然的条件及び社会的条件を勘案して特に効率的な施業が可能な森林の区域を新たに特定することとされた。

これらの制度に基づく区域設定（ゾーニング）を進めるうえでは、これまで蓄積された施業履歴や路網などの情報に加え、航空レーザ測量等により得られた高精度なデータを用いて、造林等に適した区域の抽出を行うことで、森林を効率的かつ効果的にゾーニングしていくことが求められる。また、その際には、近年、豪雨災害等が激甚化・頻発化していることを踏まえ、伐採搬出作業などが斜面の不安定化につながらないように注意し、山地災害リスクを低く抑える（リスク管理に努める）ことがこれまで以上に求められており、

経済性（収益性）及び災害リスクの両面から、データに基づく分析・評価を行う必要がある。

本事業では、このような観点を踏まえたゾーニング手法と、その実施を手助けする補助ツールを調査・開発することとしており、その成果を、都道府県、市町村の森林計画や森林整備に携わる担当者の方々に広く活用していただくことを目的としている。

1.2. 検討委員会の設置・運営

本事業の検討委員会は、再造林等の森林整備に関する専門家により構成し、検討委員名簿を表 1-1 に示す。検討委員会の開催概要を表 1-2 に、開催の様子を図 1-1 に示す。

表 1-1 検討委員名簿

氏名	所属
齋藤 仁志	岩手大学農学部森林科学科 准教授
鈴木 秀典	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
大丸 裕武	国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所 多摩森林科学園 園長
戸田 堅一郎	長野県林務部信州の木活用課 林業経営支援係
光田 靖	宮崎大学農学部森林緑地環境科学科 教授

表 1-2 検討委員会開催概要

委員会	開催日	主な議題
第 1 回	令和 3(2021)年 6 月 21 日	事業の実施方針、調査計画
第 2 回	令和 3(2021)年 8 月 24 日	進捗報告、上田市現地検討の結果報告
第 3 回	令和 4(2022)年 2 月 15 日	結果報告、プログラムデモ、課題検討



図 1-1 検討委員会の様子

1.3. 事業実施項目

事業実施項目と対応する本報告書該当箇所について表 1-3 に示す。

表 1-3 事業実施項目の概要

実施項目	実施概要	報告書該当箇所
(1) 検討委員会の設置・運営	開催回数は3回、委員は5名。再造林や路網整備等の森林整備に関する学識経験者、担当者等がバランス良く含まれるよう配慮する。	1.2 検討委員会の設置・運営
(2) 既存データを活用した事例の調査、情報収集及び分析	既存データを活用した主伐・再造林適地、路網整備計画の事例について情報収集し、分析・とりまとめを行う。	3.1 事例調査 6.1 事例調査
(3) 新たな策定手法の検討及び設計	既存データの組合せにより、簡易に主伐・再造林適地の判別と路網整備計画の策定の手法についての検討及び設計を行う。地位を判別し、国土保全上の視点と木材利用の視点を加えて、主伐・再造林適地を判別できる手法とする。	3章ゾーニング手法の検討
(4) 自動抽出プログラムソフトの試作品の検討及び作成	担当者が簡易に主伐・再造林適地の判別結果等入手できる自動抽出プログラムソフトの試作品（プロトタイプ）の検討及び作成を行う。	5章ゾーニングプログラム（試作品）の作成
(5) モデル地区の設定・策定手法の現地実証	全国に8箇所のモデル地区を設置。	4.1.1 モデル地区の選定
	① (3)、(4)で設計した策定手法及び自動抽出プログラムソフトを用いた主伐・再造林適地の判別図及び効率的な路網整備計画図の作成	4章モデル地区におけるゾーニング実証 6章路網整備計画の策定実証
	② ①で作成した主伐・再造林適地の判別図と現地調査等との比較及び分析により、策定手法及び自動抽出プログラムソフトについて精査・分析を行う。	4.5 現地実証
	③ ②の結果を踏まえた活用及び普及に向けた策定手法及び自動抽出プログラムソフトの改良等の実施。	5章ゾーニングプログラム（試作品）の作成
(6) ワークショップの開催	現場ニーズにあった手法及びプログラムソフトとなることを目的として、各モデル地区において、プログラムソフトの試作品を用いて、ワークショップを開催する。	5.2 ワークショップによるゾーニングプログラムへの要望
(7) 手引きの作成	担当者が本事業により作成したプログラムソフトを簡易に活用可能となるよう、プログラムソフトの手引き（案）を作成する。	5.3 手引きの作成

2章. 実施方針

本事業の実施にあたっては、前述の目的を踏まえ以下の3点を基本方針とする。

- ▶ 林業収益性と災害リスクの両面に配慮したゾーニングを行う。
- ▶ 施業地レベルの計画策定との連続性に配慮した、市町村レベルのゾーニングを行う。
- ▶ 市町村レベルでの再造林適地のゾーニングを行政職員自らが簡単に行えるプログラム、手引書を作成する。

2.1. 林業収益性と災害リスクの両面に配慮したゾーニング（4象限図の考え方）

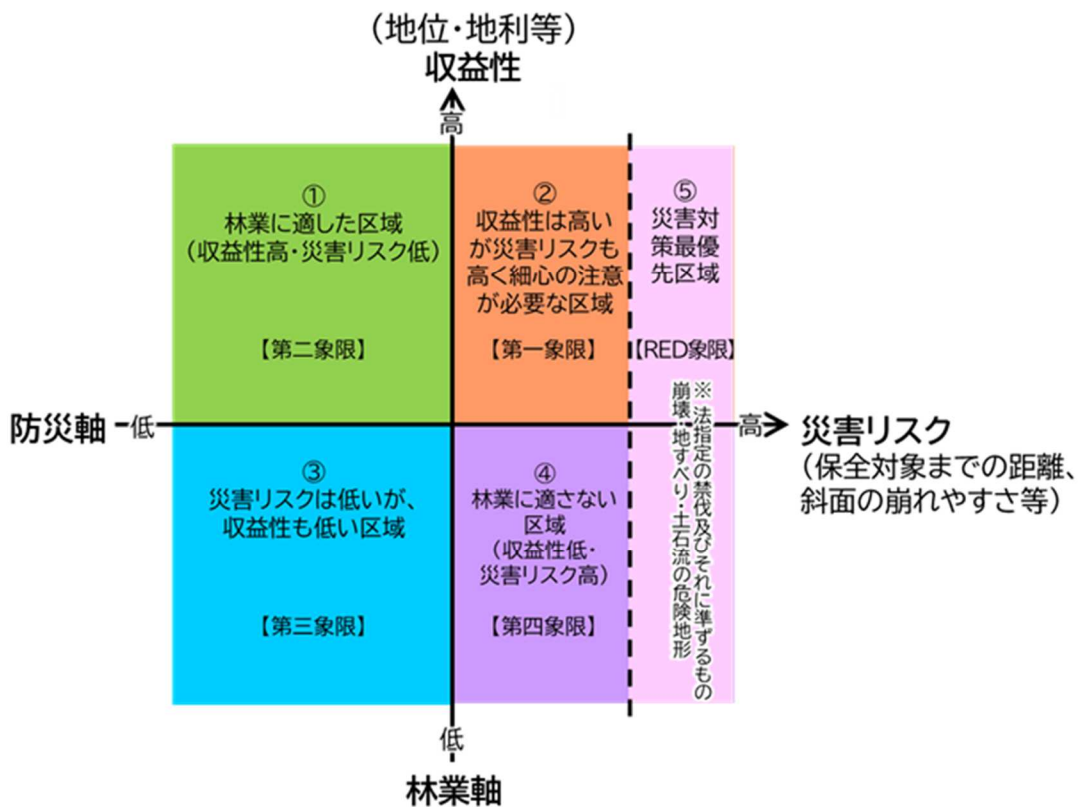
林業収益性と災害リスクの両面に配慮したゾーニングは、農林水産技術会議「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発 うち、森林・林業分野における気候変動対策：山地災害リスクを低減する技術の開発（H28～H32）」（以下「山地災害リスク低減プロジェクト」という。）でも研究されており、本事業では当該プロジェクトの成果を参考にしながら進めることとする。

林業収益性と災害リスクは図 2-1 のように 2 軸が交差した 4 象限図として考えることができる。まず、災害発生可能性が非常に高い場所や発生した際の被害が甚大である場所は、災害リスクが非常に高いと考えられ、災害回避を最優先すべき RED ゾーンに相当する。仮に目先の林業収益性が高くても、経済林としての木材生産ではなく法規制や治山事業を通じた災害対策が優先されることも必要である。なお、強い規制がかかりうるという意味では、非常に希少な生物の生息地などと同様な性格を持つと考えられる。

次に、林業収益性が低い一方で災害リスクが高い場所は林業不適地であり、林業経営と災害リスク回避の軋轢は生じにくく、間伐等により災害に強い森林とする管理が必要と考えられ、第 4 象限に相当する。

逆に、林業収益性が高く、災害リスクは低い場所は林業経営に適したゾーンであり、行政のゾーニングで「生産林」や「資源の循環利用林」などに区分されるタイプの林分に分類するのに最も適しており、第 2 象限に相当する。

本事業ではこの 4 象限図の考え方を基本として可能な限り簡易にゾーニングを行うが、実際には単純に直線的に区分できるものではなく、地域の状況に応じて森林管理を行うことが重要である。本事業で示すゾーニングは、地域の森林管理についての合意形成に至る最初の一步と言える。



※ 法指定の禁伐及びそれに準ずるもの
森林法: 土砂崩壊防備保安林、土砂流出防備保安林
砂防関係の法律等: 砂防指定地、土石流危険渓流、急傾斜地危険地域

図 2-1 山地災害リスクと林業収益性の4象限図 (多田、2020 より調整)

- ① 林業に適した区域 (第二象限): 林業収益性が高く、災害リスクが低い林業経営に適したゾーン
- ② 収益性は高いが災害リスクも高く細心の注意が必要な区域 (第一象限): 林業経営と災害リスクが最も軋轢を起こしやすく、地域の意思決定が特に必要になるゾーン
- ③ 災害リスクは低いですが収益性も低い区域 (第三象限): 収益性が低いことから林業には適さないと考えられるが、路網の整備や森林施業の低コスト化等の工夫により、林業適地となるポテンシャルを有している可能性のあるゾーン
- ④ 林業不適地 (第四象限): 収益性が低く災害リスクも高い区域であり、災害に強い森林とする管理が必要となるゾーン
- ⑤ 災害対策優先区域 (RED 象限): 災害発生可能性が非常に高かったり、ひとたび発生した際の被害が甚大となるため、災害回避を最優先すべき場所

2.2. 市町村レベルのゾーニング

林業や地域森林管理の「計画行為の段階」としては、図 2-2 のように Base(大前提)→Can(可能性)→Do(実行)、の3ステージがあると考えられる。

最初のステージとして、当事者の努力ではどうにもならない Base(大前提)があり、地形地質や気象などが該当する。森林等の現況ではなく潜在的な枠組みでありポテンシャルとすることもできる。

次に、やや広い範囲で、やや長期的に、努力によって改善・克服しうる部分が Can(可能性)のステージである。このステージは、科学的知見や合意形成による効果を発揮させることができ、「計画」に基づき行動することで改善が期待できる部分であり、本事業の対象といえる。山地災害リスクに配慮した地域林業の実現に向けて、行政的な支援も求められる部分である。

さらに細かい具体的な内容、すなわち、各区画についての皆伐や間伐等の実施判断や、それをどう行うかといった部分は、Do(実行)のステージに相当する。

民有林に対する森林計画制度においては、特に市町村森林整備計画は、Can の内容を主に含むべき立ち位置にあり、森林経営計画や地域の路網配置計画なども、Do の要素を多分に含みつつ、長期的な視野に立って大きな改善を計画的に行っていくという Can のステージの側面を含むことが期待されている。

本事業においては、市町村スケールで地域の意思(方針)を反映した Can の領域におけるゾーニングを目指し、有用な情報とし Base を踏まえたうえで、Do の動向や要望を見ながら、それをありのまま肯定するのではなく、地域林業全体にとって災害リスクを含めたよりよい判断・方向性をまとめた Can の計画を地域で作り上げるための手法、プログラムを開発することとする。

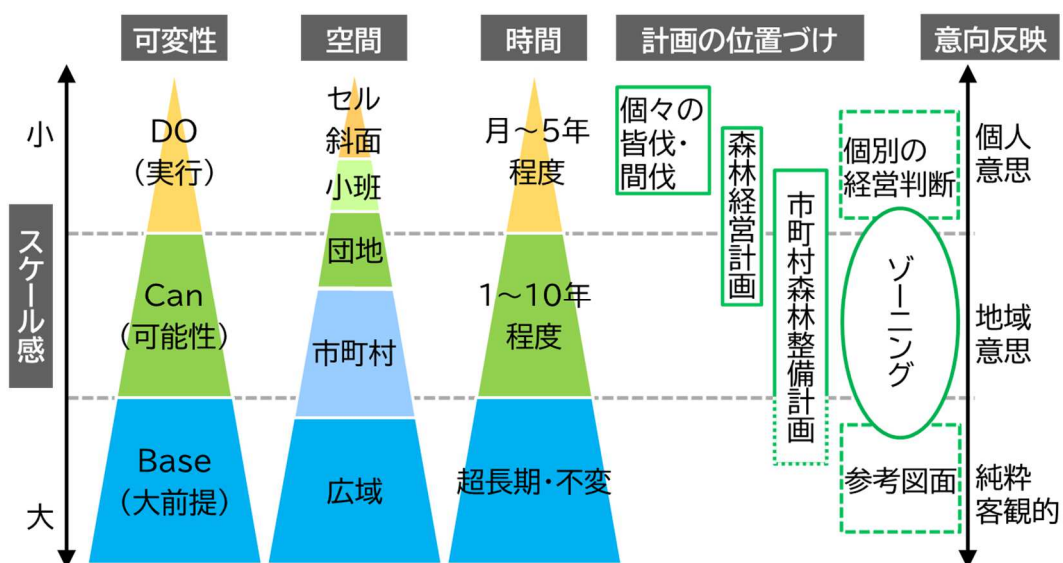


図 2-2 意思決定支援活動や計画活動におけるステージの外見図

2.3. 市町村レベルでのゾーニングを簡単に行えるプログラム、手引書

本事業では、ゾーニングを行うプログラムソフトを無料で利用可能な GIS ソフト QGIS (図 2-3) のプラグイン (機能拡張用ソフト) として作成する。QGIS は無料で高機能な GIS が利用できること、書籍や Web 上で様々な自習用データ及び教材が公開されている (表 2-1) ことから、林業事業者や行政に幅広く活用されている。

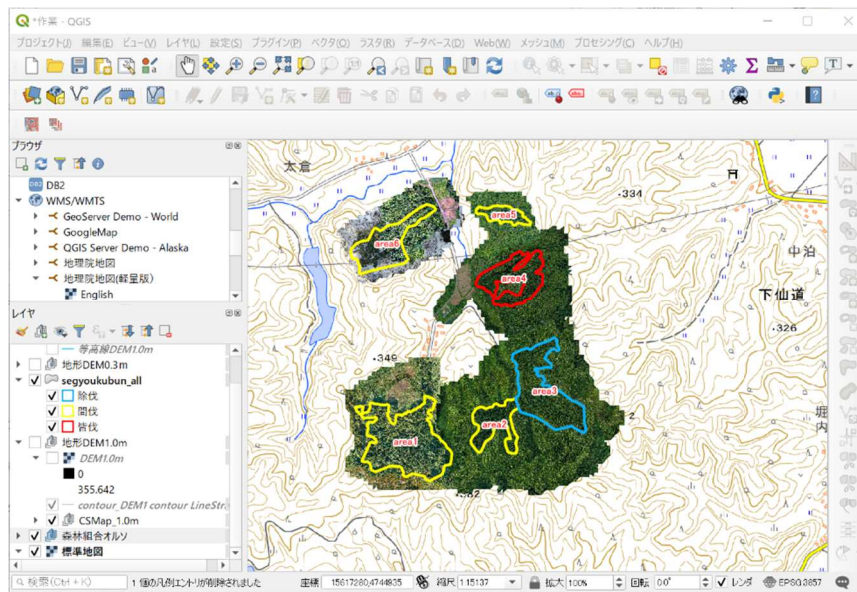

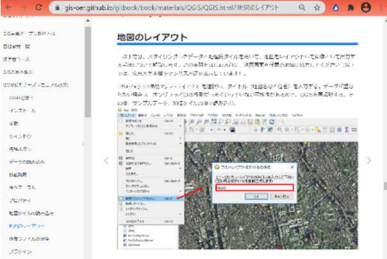



図 2-3 QGIS の操作画面

表 2-1 QGIS 利用のための教材等

名称	概要
GIS 実習オープン教材 	科学研究費補助金 基盤研究 (A) 「GISの標準コアカリキュラムと知識体系を踏まえた実習用オープン教材の開発」プロジェクトにおいて開発されたデータ及びテキスト。 
業務で使う QGIS Ver.3 完全使いこなしガイド	喜多 耕一、2019、全国林業改良普及協会 林務行政、林業経営に活かせる応用事例も豊富も豊富な QGIS の解説書。 
森林情報士 森林 GIS 部門 2 級	(一社) 日本森林技術協会の資格認定制度。QGIS を使用した養成研修を実施。

QGIS では多様な機能をプラグイン (機能拡張用ソフト) として提供しており、様々な

個人、団体が開発したプラグインが利用可能となっている。森林・林業分野のプラグイン例としては、微地形表現図 CS 立体図を作成する「CSMapMaker」がある（図 2-4）。本事業でもこのように利用可能なプラグインとしてプログラムソフトを開発するとともに、手引書についても作成する。

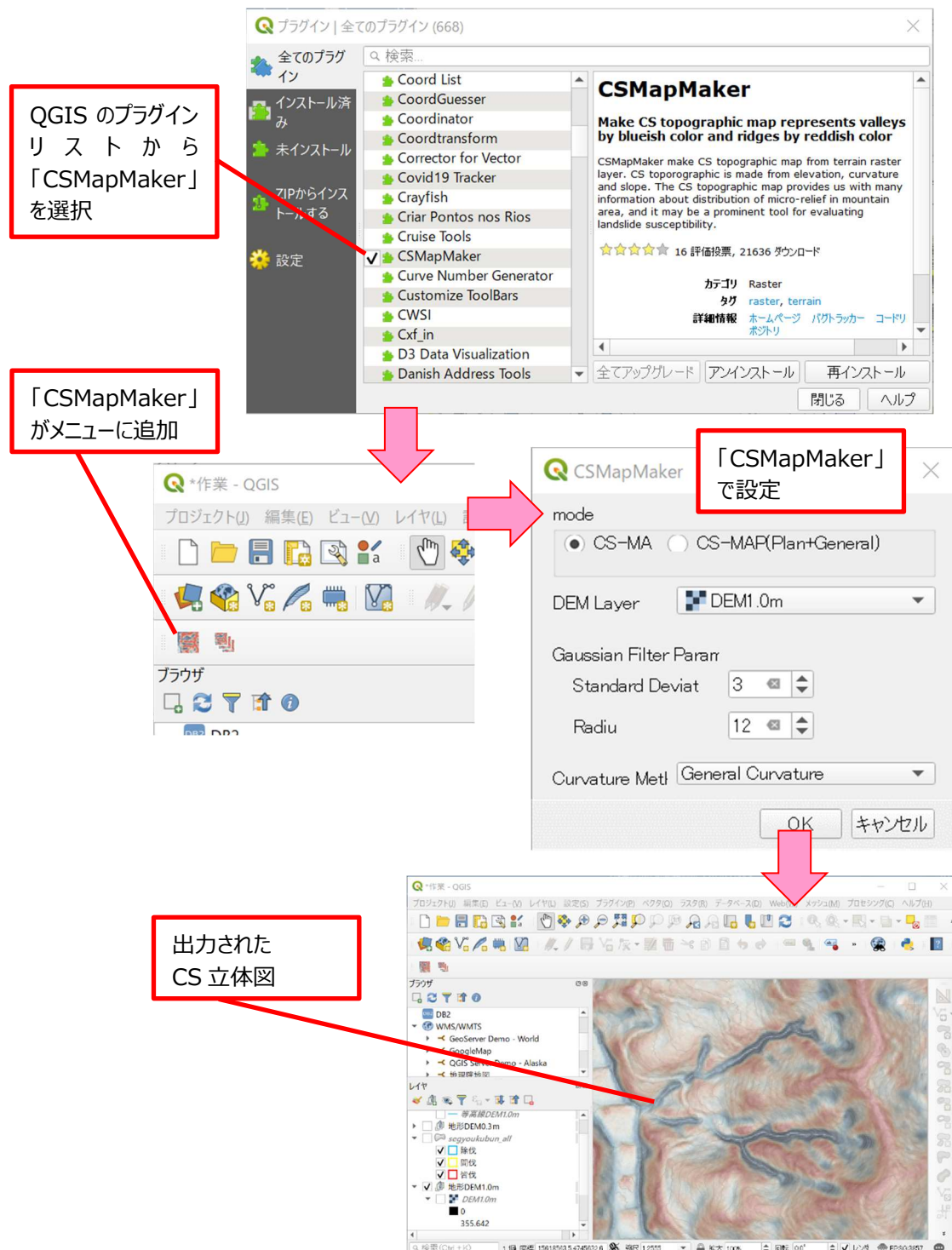


図 2-4 QGIS プラグインの操作例

3章. ゾーニング手法の検討

3.1. 事例調査

主伐・再造林適地の判別に関する事例調査として、森林計画学会誌を中心に、1995年から2019年までの44本の文献を収集した。文献リストは巻末資料に示す。

1998年には50mメッシュのデジタル標高モデル（DEM）やGISを用いた計画手法の論文が見られる。2000年代には都道府県、市町村レベルでのゾーニングの事例を示す論文が見られ、中でも三重県は実際に独自のゾーニングを「三重県型森林ゾーニング」として行い、市町村森林整備計画にも位置付けている。（一社）日本森林学会が発行する「森林科学 No.43（2005年2月）」では「森林のゾーニングと森林管理」の特集が生まれ、この時点における森林ゾーニングのまとめとなっている。これによると、2005年までの森林ゾーニングにおいては、木材生産機能、保健休養機能、水源涵養機能、生物多様性保全機能、土壌保全機能という森林の公益的機能にも配慮したゾーニングが中心となっている。ゾーニングにおける合意形成やアダプティブ・マネジメント（順応的管理：計画策定から、実行、事後評価、計画の改善を反復することで、持続可能な自然資源管理・利用を図る手法）などのプロセスの重要性も示されている。

当該特集のひとつ「森林ゾーニングにおけるGISの応用と今後の課題」（田中和博）（巻末資料文献番号29）では本事業においても考慮すべき森林ゾーニングにおける考え方が以下のようにまとめられている。

森林ゾーニングの必要性とその社会的背景

- (1) 森林を生態系として管理するため
- (2) 森林を理解し、森林情報を共有するため
- (3) 地域としての方針や政策を示すため
- (4) 森林を開発等から守り、次世代に引き継いでいくため

森林ゾーニングにおける今後の課題と行政の役割

- (1) PDCAサイクルとアダプティブ・マネジメント
- (2) デジタル白地図（現場からの情報のフィードバック）
- (3) ゾーニングに至るプロセスが重要
- (4) データベースの構築よりもレイヤデータの整備を

2010年代以降は、災害リスクを考慮したゾーニングの手法に関する論文、ゾーニングにおける合意形成やアダプティブ・マネジメントなどのプロセスに関する論文が見られる。

本事業が目的とする主伐・再造林適地の判別と路網整備計画に資するゾーニングの手法としては「山地災害リスクを考慮した森林計画の手引き（第2版）」（巻末資料文献番号1）における林業の収益性と災害リスクの2軸で評価する手法が適していると考えられた。

また、ゾーニングにおける合意形成などのプロセスの重要性についても考慮し、本事業においても閾値設定における合意形成の重要性を手引きで示すとともに、ワークショップ

を行うことで合意形成のプロセスを実証することとした。

3.2. ゾーニング手法

森林のゾーニングにも様々な考え方があるが、本事業では、前章で述べたように林業収益性と災害リスクの両面を考慮した手法を採用した。この手法によるゾーニングは、図3-1のとおり4段階の作業に分かれている。

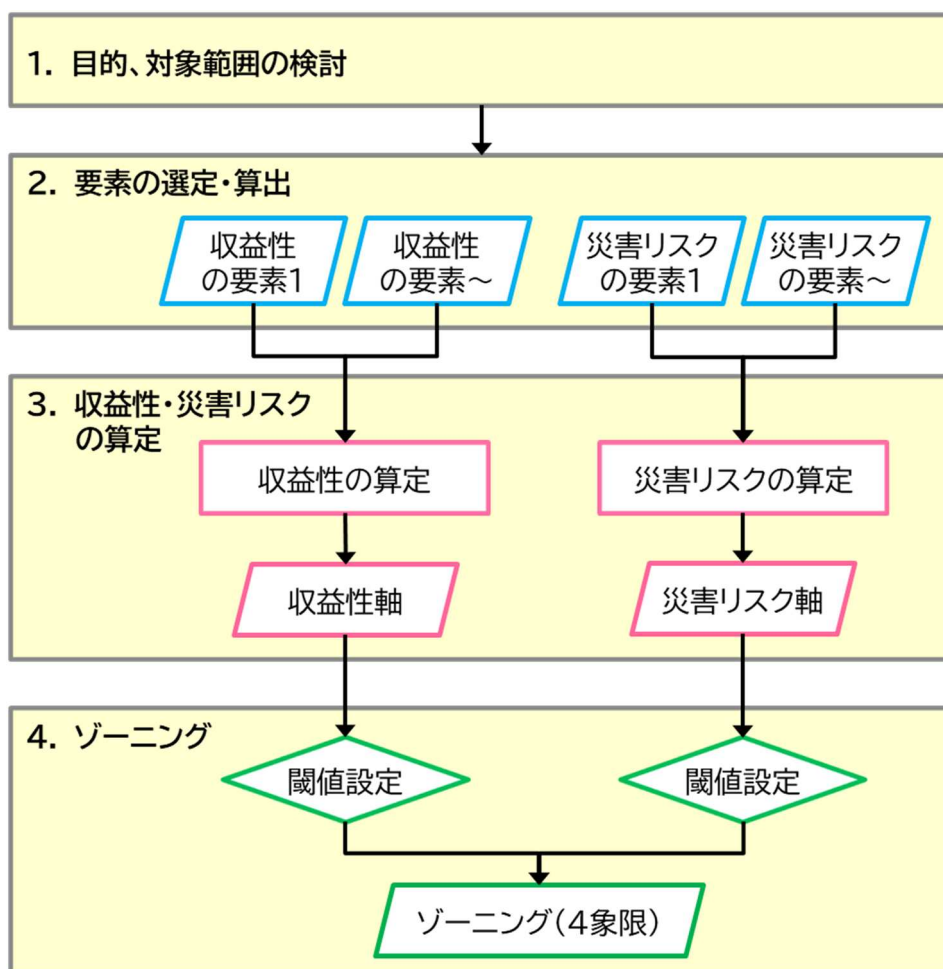


図 3-1 本事業で採用したゾーニング手法の流れ

「1. 目的、対象範囲の検討」は前章で述べたとおり、市町村全域を対象とした。

「2. 要素の選定・算出」では、林業収益性や災害リスクを求めるために必要な事柄である要素として、公開されているデータや都道府県等が作成したデータ等、比較的入手しやすいデータから求められるものを選ぶこととした。最終的にゾーニングを行うためには、これらの事柄を地図化する必要があり、要素を地図化する際の計算方法も複雑な手法から簡易な手法まで様々なものが考えられた。詳細な手法を用いると現実に即して要素を地図化することが可能であるが、手順が複雑であったり、パソコンスペックの要求が高く

なるという課題も想定された。その結果、検討委員からの指導に基づき、収益性の要素として「地位」「集材作業効率」「地利（到達難易度）」、災害リスクの要素として「地形の複雑さ」「傾斜」「保全対象を含む流域」の合わせて6つの要素を選定した（表3-1）。

表 3-1 ゾーニングに必要なデータ

軸	要素	プラグインでの対応	利用データ（ファイル形式）
収益性	地位	算出可能	NPP 指標 (TIFF)
			日射係数 (TIFF)
			凹凸度 (TIFF)
	集材作業効率	算出可能	DEM (TIFF)
			地形に応じた作業システム (CSV)
	地利（到達難易度）	算出可能	基盤地図情報 道路縁 (SHP)
都道府県等の林道データ (SHP)			
地利（需要先までの距離）	別途、データ表示	原木市場、需要先等の位置データ	
災害リスク	地形の複雑さ	算出可能	DEM (TIFF)
	傾斜	算出可能	DEM (TIFF)
	保全対象を含む流域	算出可能	DEM (TIFF)
			基盤地図情報 建築物の外周線 (SHP)
	土石流の流下距離	別途、数値地形解析アプリケーションで算出可能	DEM
	CS 立体図	別途、CS マップメーカーで算出可能	DEM
	土砂災害警戒区域データ	別途、データ表示	国土数値情報 土砂災害警戒区域データ
	地質	別途、データ表示	産総研地質調査総合センター 20 万分の1 日本シームレス地質図 V2
	活断層	別途、データ表示	産総研地質調査総合センター 20 万分の1 日本シームレス地質図 V2
	地すべり地形	別途、データ表示	防災科学技術研究所 地すべり地形分布図
	気候	別途、データ表示	国土数値情報 平年値メッシュデータ（メッシュ平年値 2010（気象庁、平成24 年作成）） 年最深積雪、年降水量

プラグインで算出可能な要素 [ダウンロード可能な公開データ](#)

「3. 収益性・災害リスクの算定」では、複数の要素から、収益性や災害リスクという一つの数値を求める算定方法にも様々な手法が考えられ、主成分分析、要素の重ね合わせ抽出等も検討した。しかし、要素の算出と同様、手順の複雑性や要求されるパソコンスペックの増大が想定された。そのため、検討委員会での協議をふまえ、各要素について閾値を設定して点数化し、要素の合計値をそれぞれ収益性と災害リスクとすることとした。

「4. ゾーニング」では、収益性と災害リスクの閾値を設定し、4 象限のゾーニングを行う。

4章. モデル地区におけるゾーニング実証

4.1. 調査方法

都道府県単位で全国各ブロック（北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州）から 1 市町村以上をモデル地区として選定し、当該モデル地区において、主伐・再造林適地の判別図（以下「ゾーニング図」という。）を作成した。

作成したゾーニング図の結果が現地での状況に適合しているかを確認するため、各モデル地区の林業試験場等の有識者に同行を依頼し、その指導の下で、現地調査における実際の森林資源の分布状況の確認や、主伐・再造林適地状況との比較及び分析により、策定手法及びゾーニング結果の差異等についての精査・分析を行った。現地調査は、自動車通行可能な林道沿いの林地を調査対象（林内立入りなし）とし、3 日間でモデル地区内を調査できる行程とした

現地調査の分析結果を踏まえた活用及び普及に向けた策定手法並びに支援ソフトの有効性について実証を行うとともに、必要に応じた改良点を検出する調査を実施した。

4.1.1. モデル地区の選定

モデル地区の選定においては、林野庁から 47 都道府県に対してモデル地区参加希望調査を行った。

モデル地区は、次の条件に対応できる市町村を対象とした。

- ・ 航空レーザ計測による 1m メッシュの標高データ（データ諸元一式があること）
- ・ 上記データを調査した際に同時に撮影したオルソ画像
- ・ 都道府県の試験研究機関等の協力が得られること
- ・ 調査予定市町村の協力が得られること
- ・ 秋以降に実施を予定しているワークショップや現地調査の実施に協力が得られること
- ・ 特定植栽促進区域の設定を検討している地域が含まれる市町村（絶対条件ではない）

モデル地区参加希望調査において、12 道府県（北海道、新潟県、富山県、福井県、長野県、愛知県、京都府、島根県、徳島県、熊本県、大分県、宮崎県）からの応募があり、その中から 8 地区を選定した（表 4-1）。

東北地域は委員の協力も得て参加の調整をしたが、応募がなかった。東北地方においては次年度、本事業で作成したプラグインを用いた実証地域に指定することを普及展開案とする。

表 4-1 モデル地区

地区	都道府県	市町村
北海道	北海道	津別町
東北	—	—
関東	新潟県	村上市
中部	長野県	上田市
近畿	京都府	京丹波町
	兵庫県	神河町
中国	島根県	津和野町
四国	徳島県	那賀町
九州	宮崎県	日向市

4.1.2. 実証の流れ

(1) ゾーニング図の試作

ゾーニングは、林業の収益性と災害リスクの両面を考慮した手法を採用した。対象範囲は、市町村の森林整備計画や都道府県が指定する特定植栽促進区域の設定に資することを目的として、当該市町村全域とした。

ゾーニング図作成に使用する入力データは、比較的容易に入手できる既存データの組み合わせとし、航空レーザ測量等により得られた高精度な DEM、地位指数を算出する NPP（純一次生産力）、SRAD（日射指数）、VTEX（地形の凸凹度）、地形に基づいた集材作業効率を指定した表（csv）、路網ライン、建物ポリゴンの 5 項目 7 データで、これを数値解析が可能な要素としたことが特徴的である。

モデル地区のゾーニング試作においては、航空レーザ計測による 1mDEM を解析時に 10m メッシュにリサンプリングすること、また、地位に用いる樹種は 1 樹種を原則とした。

表 4-2 ゾーニング図試作の設定

モデル地区		地位指数 樹種	DEM	備考
北海道	津別町	カラマツ	1→10m	
新潟県	村上市	スギ	1→10m	
長野県	上田市	ヒノキ	1→10m	
		カラマツ	1→10m	比較検証
		ヒノキ	1m（場所限定）	比較検証
		ヒノキ	地理院 10m	比較検証
京都府	京丹波町	スギ	1→10m	
兵庫県	神河町	スギ	1→10m	
島根県	津和野町	スギ	1→10m	
徳島県	那賀町	ヒノキ	1→10m	
宮崎県	日向市	スギ	1→10m	

さらに、入力に使用する DEM の解像度が適正であることを検証するために、レーザ計測

により作成された DEM（以下「1mDEM」という。）と、レーザ計測により作成された 1mDEM を 10m 解像度にリサンプリングした DEM（以下「10mDEM」という。）、及び 国土地理院基盤地図情報の数値標高モデルで公開されている 2 万 5 千分の 1 地形図の等高線をラスタ化した 10mDEM（以下「地理院 DEM」という。）による比較検証を実施した。また、同地区において樹種によるゾーニング結果を比較するため、ヒノキとカラマツの 2 樹種の地位指数についてゾーニング図を試作した。いずれも検証は、長野県上田市のデータを用いて実施した（表 4-2）。

（2）ゾーニング図作成プロセス

ゾーニングのプロセスを図 4-1 に示した。入力データを使用して、収益性軸（地位、集材作業効率、地利）と、災害リスク軸（地形の複雑さ、傾斜、保全対象を含む流域）の 6 つの要素を算出した。算出した要素データについてモデル地区関係者と確認しながら閾値を設定し、1 点、2 点、3 点のスコアリングを行った。各モデル地区における閾値の設定にあたり、令和 3 年 8 月 18 日から 10 月 28 日にかけて、モデル地区関係者との打合せを個別に実施した（表 4-3）。実際に伐採して高い収益が得られた場所と、地位や集材作業効率に高い点数がつけられている場所が同調しているかどうか、土砂災害警戒区域と保全対象を含む流域との整合性、CS 立体図や地すべり地形分布図での危険な場所と、地形の複雑さに高い点数がつけられている場所が同調しているか等に着目し、表 4-3 のとおり閾値設定の調整を行った。

なお、閾値設定に先立ち、各モデル地区において、集材作業効率に係る作業システムごとの点数を設定した（表 4-4）。

次に、収益性と災害リスクの閾値を設定した。ここでも、モデル地区関係者と確認しながら、それぞれ 2 軸の閾値設定を行い、ゾーニング図を作成した。ゾーニングは第 1 象限（災害リスクに注意）、第 2 象限（林業経営適地）、第 3 象限（林業不適地）、第 4 象限（災害に強い森林管理）に区分され、モデル地区のポテンシャル状況をオレンジ、緑、青、紫の 4 色で視覚的に判別しやすい表現でゾーニング図を作成した（図 4-2）。

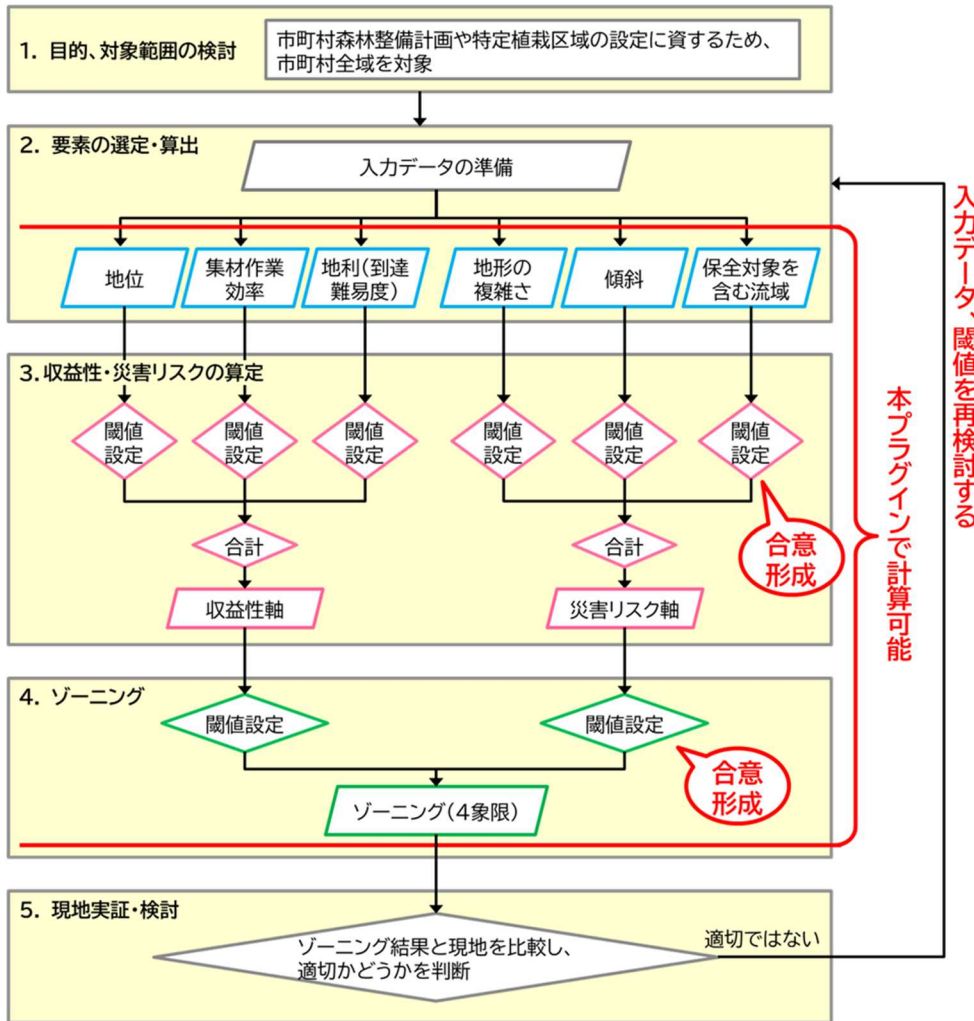


図 4-1 ゾーニングのプロセス

表 4-3 モデル地区におけるゾーニング図試作に係る閾値設定の状況

モデル地区	閾値設定に係る 打合せ日	樹種	収益性			災害リスク				収益性軸	災害リスク軸
			地位 (m)	集材作業 効率※1	地利 (m)	地形の複雑さ	傾斜 (°)	保全対象を 含む流域			
北海道津別町	令和3年9月10日	カラマツ	1点: 低 ≤19	1点: 低 ≤-1	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤0.01	1点: 低 ≤20	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <7 高 ≥7	低 <6 高 ≥6	
			2点: 中 19~20	2点: 中 -1~10	2点: 中 200~400	2点: 中 0.01~0.05	2点: 中 20~35				
			3点: 高 >20	3点: 高 >10	1点: 低 >400	3点: 高 >0.05	3点: 高 >35				
新潟県村上市	令和3年9月11日	スギ	1点: 低 ≤17	1点: 低 ≤5	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤0.018	1点: 低 ≤35	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <6 高 ≥6	低 <6 高 ≥6	
			2点: 中 17~18.5	2点: 中 5~6	2点: 中 200~400	2点: 中	2点: 中 35~45				
			3点: 高 >18.5	3点: 高 >6	1点: 低 >400	0.018~0.022	3点: 高 >45				
長野県上田市	令和3年8月18日※2	ヒノキ	1点: 低 ≤17	1点: 低 ≤0	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤0.013	1点: 低 ≤35	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <6 高 ≥6	低 <6 高 ≥6	
			2点: 中 17~18	2点: 中 0~6	2点: 中 200~400	2点: 中	2点: 中 35~45				
			3点: 高 >18	3点: 高 >6	1点: 低 >400	0.013~0.017	3点: 高 >45				
京都府京丹波町	令和3年9月10日	スギ	1点: 低 ≤16	1点: 低 ≤7	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤0.02	1点: 低 ≤35	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <7 高 ≥7	低 <6 高 ≥6	
			2点: 中 16~18	2点: 中 7~8	2点: 中 200~400	2点: 中 0.02~0.026	2点: 中 35~45				
			3点: 高 >18	3点: 高 >8	1点: 低 >400	3点: 高 >0.026	3点: 高 >45				
兵庫県神戸市	令和3年10月8日	スギ	1点: 低 ≤16	1点: 低 ≤6	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤0.013	1点: 低 ≤35	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <6 高 ≥6	低 <5 高 ≥5	
			2点: 中 16~20	2点: 中 6~9	2点: 中 200~400	2点: 中	2点: 中 35~45				
			3点: 高 >20	3点: 高 >9	1点: 低 >400	0.013~0.019	3点: 高 >45				
島根県津和野町	令和3年9月22日	スギ	1点: 低 ≤17	1点: 低 ≤7	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤0.02	1点: 低 ≤35	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <6 高 ≥6	低 <6 高 ≥6	
			2点: 中 17~20	2点: 中 7~9	2点: 中 200~400	2点: 中 0.02~0.03	2点: 中 35~45				
			3点: 高 >20	3点: 高 >9	1点: 低 >400	3点: 高 >0.03	3点: 高 >45				
徳島県那賀町	令和3年10月1日	ヒノキ	1点: 低 ≤17.5	1点: 低 ≤7	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤0.01	1点: 低 ≤35	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <6 高 ≥6	低 <7 高 ≥7	
			2点: 中 17.5~19	2点: 中 7~8	2点: 中 200~400	2点: 中 0.01~0.02	2点: 中 35~45				
			3点: 高 >19	3点: 高 >8	1点: 低 >400	3点: 高 >0.02	3点: 高 >45				
宮崎県日向市	令和3年10月28日	スギ	1点: 低 ≤17	1点: 低 ≤0	3点: 高 ≤200	1点: 低 ≤-1	1点: 低 ≤35	1点: 無 2点: 有 3点: 有	低 <7 高 ≥7	低 <6 高 ≥6	
			2点: 中 17~19	2点: 中 0~9	2点: 中 200~400	2点: 中 -1~0.065	2点: 中 35~45				
			3点: 高 >19	3点: 高 >9	1点: 低 >400	3点: 高 >0.065	3点: 高 >45				

※1：作業シナリオの点数設定状況は表 4-4を参照のこと

※2：他7地区の関係者も同席して実施した

表 4-4 モデル地区における集材作業効率に係る作業システムの点数設定状況

モデル地区	←収益性が高い → 収益性が低い									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
北海道津別町	フォワーダ	9-13t グラップル	集材用 トラクタ	-	-	-	-	-	-	-
新潟県村上市	CTL	9-13tスイ ングヤード	6-8tスイ ングヤード	タワー ヤード	本架線	-	-	-	-	-
長野県上田市	CTL	9-13t グラップル	9-13t ウィンチ	9-13tスイ ングヤード	6-8t ウィンチ	6-8tスイ ングヤード	3-4t ウィンチ	-	-	-
京都府京丹波町	9-13tスイ ングヤード	6-8t ウィンチ	本架線	-	-	-	-	-	-	-
兵庫県神河町	9-13t プロセッサ	9-13tスイ ングヤード	9-13t ウィンチ	9-13t ザウルス	6-8t ハーベスタ	-	-	-	-	-
島根県津和野町	9-13t グラップル	9-13t ウィンチ	9-13tスイ ングヤード	本架線	6-8t ウィンチ	3-4t ウィンチ	-	-	-	-
徳島県那賀町	6-8tスイ ングヤード	タワー ヤードU3-B	タワー ヤード	本架線	-	-	-	-	-	-
宮崎県日向市	13tスイ ングヤード	本架線	-	-	-	-	-	-	-	-

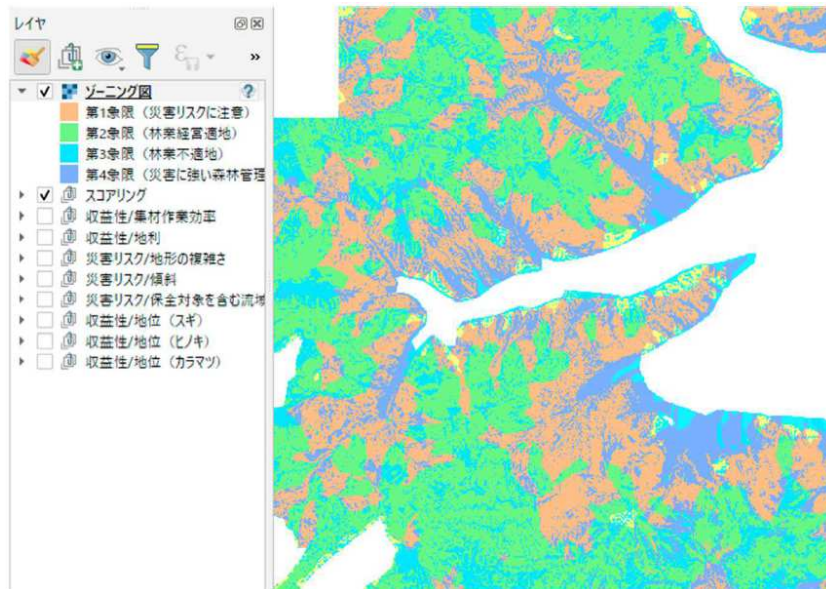


図 4-2 ゾーニング出力結果(ゾーニング図)

4.2. DEM 解像度の検証結果

4.2.1. DEM 解像度を変えた検証の設定

入力に使用する DEM の解像度が適正であるかを検証するために、「1mDEM」、「10mDEM」、「地理院 DEM」による DEM の解像度による違いを比較検証した。検証は上田市の北部の一部を対象範囲とした(図 4-3)。検証に使用したデータの概要は表 4-5 のとおりである。

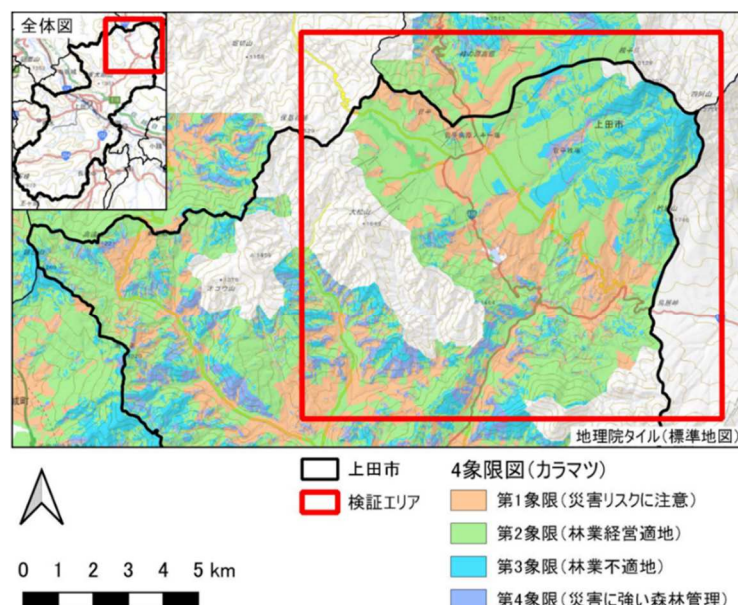


図 4-3 検証エリア

表 4-5 DEM 検証に使用したデータ

本事業での名称	1mDEM	10mDEM	地理院 DEM
解像度	1m	10m	10m
データ概要	レーザ計測により作成された DEM	レーザ計測により作成された 1mDEM をリサンプリングしたもの	2万5千分の1地形図の等高線をラスタ化したもの
特徴	実際の地形を詳細に表現している。	データ容量や解析時間の観点から、データの軽量化を図りつつ、実際の地形を表現している。	実際の地形に比べ、微地形が省略されている可能性がある。
ゾーニングにおける観点	施業団地レベルでの計画、目視判読に利用する。	市町村レベルでの計画に利用する。	航空レーザ計測データが入手できない場合、市町村レベルでの計画に利用することも可能。
本事業での解析対象エリア	菅平エリア	上田市全域	菅平エリア

1mDEM によるゾーニングでは、1mDEM が細かすぎるため、ごく小さな起伏に対応したものとなり、傾斜や起伏の計算に適さないことから、地形要素としては 10mDEM を使用した。1mDEM を適用する要素は「地形の複雑さ」と「保全対象を含む流域」の 2 要素のみである (表 4-6)。最終的に DEM 解像度に合わせてリサンプリング (1m) して 4 象限ゾーニング図を作成した。

表 4-6 1mDEM によるゾーニング

軸	要素	解析方法
収益性	地位 カラマツ	50m メッシュ DEM、1km メッシュ気候値から算出している ので、どの DEM でも同じ解析結果を用いる。
	集材作業効率	傾斜、起伏量を 1m メッシュで算出することは 適切ではない ため、10mDEM での解析結果を用いる。
	地利 (到達難易度)	路網からの距離であり、どの DEM でも同じ解析結果を用 いる。
災害リスク	地形の複雑さ	1mDEM を用いて 曲率を算出し、 99 ピクセル (約 100m) 内 の標準偏差を求める。
	傾斜	傾斜を 1m メッシュで算出することは 適切ではない ため、 10mDEM での解析結果を用いる。
	保全対象を含む 流域	1mDEM を用いて 流域解析を行い (最小サイズ 50000 (5ha 相当))、保全対象を含む流域を抽出する。

地理院 DEM によるゾーニングの際は、地理院の DEM は 10m 解像度のため、傾斜や地形の要素にも地理院の DEM を用いて計算している。地理院 DEM を適用する要素は「集材作業効率」、「地形の複雑さ」、「傾斜」「保全対象を含む流域」の 4 要素である (表 4-7)。

表 4-7 地理院 DEM によるゾーニング

軸	要素	解析方法
収益性	地位 カラマツ	50m メッシュ DEM、1km メッシュ気候値から算出している ので、どの DEM でも同じ解析結果を用いる。
	集材作業効率	地理院 DEM を用いて 傾斜、起伏量を算出し、集材作業シ ステムを地形に応じて適用する。
	地利 (到達難易度)	路網からの距離であり、どの DEM でも同じ解析結果を用 いる。
災害リスク	地形の複雑さ	地理院 DEM を用いて 曲率を算出し、49 ピクセル (約 500m) 内の標準偏差を求める。
	傾斜	地理院 DEM を用いて 傾斜を算出する。
	保全対象を含む 流域	地理院 DEM を用いて 流域解析を行い (最小サイズ 500 (5ha 相当))、保全対象を含む流域を抽出する。

4.2.2. DEM 解像度を変えた検証結果

(1) DEM 解像度の違いによる「地形の複雑さ」の比較

DEM 解像度の違いによる「地形の複雑さ」の違いは図 4-4 とおりである。10mDEM と地理院 DEM は同じ解像度で凡例も共通表現となるが、1mDEM は 10mDEM や地理院 DEM と計算に使用するセル範囲が異なるため、同じ凡例の表現はできない。

10mDEM と地理院 DEM の図を比較すると色味が違うことが分かるが、レーザ計測の 1mDEM の色味からすると、10m にリサンプリングしたとしても 10mDEM の方が地形を表現していると考えられた。

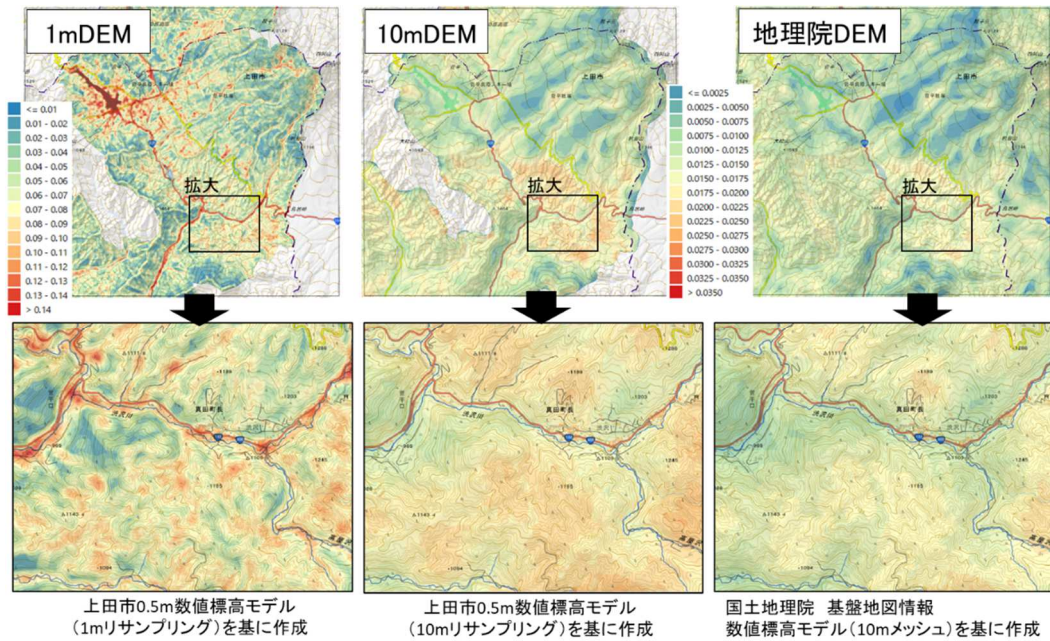


図 4-4 DEM 解像度の違いによる「地形の複雑さ」の比較

(2) DEM 解像度の違いによる「傾斜角」の比較

傾斜は全て同じ凡例で表現した。地理院 DEM は精度が異なるため表現に違いがみられ、急傾斜地とされる部分が示されたが、レーザ計測が実際の地形を的確に表していると考えられた。

傾斜の表現においては、前記のとおり、傾斜を 1m メッシュで算出することは適切ではないため、1mDEM から作成した傾斜角は、ゾーニングには用いていない。

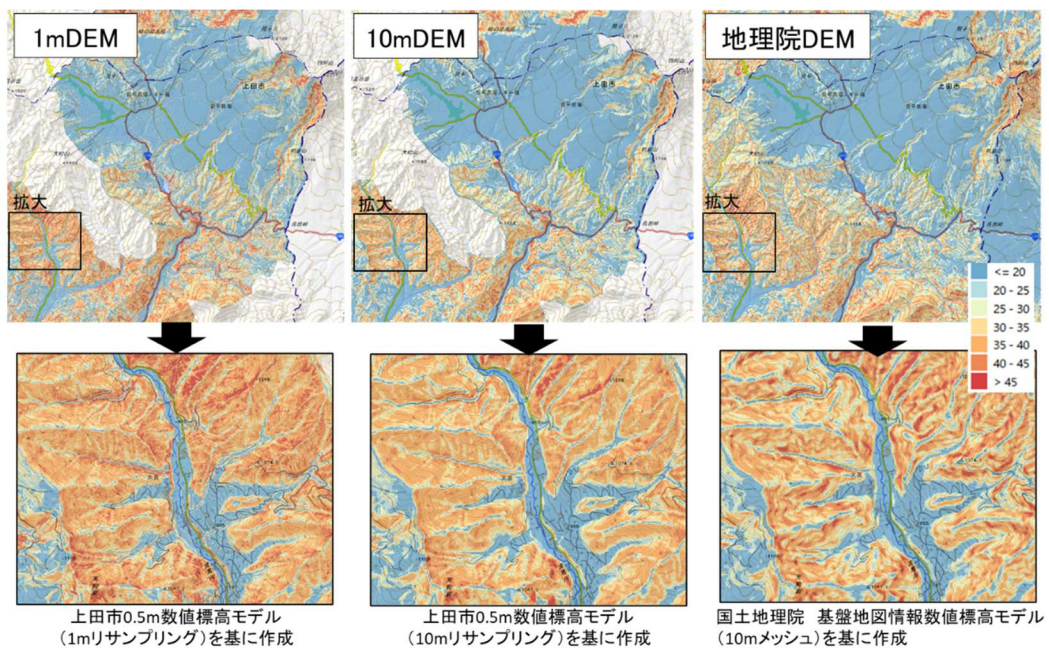


図 4-5 DEM 解像度の違いによる「傾斜角」の比較

(3) DEM 解像度の違いによる「解析時間、データ容量」の比較

1mDEM は、データ容量が大きく、解析に時間を要することが分かった。

表 4-8 DEM 解像度の違いによる「データ容量、解析時間」の比較

検証 DEM	1mDEM	10mDEM	地理院 DEM
解像度	1m	10m	10m
画素数	幅 12,500 高さ 11,500 (10km×10km)	幅 1,250 高さ 1,150 (10km×10km)	幅 1,250 高さ 1,150 (10km×10km)
データ容量	約 560 MB	約 5 MB	約 5 MB
6 要素解析時間	約 120 分	約 5 分	約 5 分

(4) DEM の解像度による違いのまとめ

今回の対象エリアでは、地形の複雑さ、傾斜ともに 10mDEM と地理院 DEM で違いが見られた。解像度は同じでも精度が異なるため、地理院 DEM より 10mDEM が適していると考えられた。

1mDEM は、前記のとおり、市町村レベルでのゾーニングにおいては傾斜を解像度 1m で算出することが適切でないと考えられたため、適応できる要素としては「地形の複雑さ」「保全対象を含む流域」に限定され、適応効果は少ないと言える。また、1mDEM はデータ容量、解析時間とも大きくなる。

これらの検証結果より、市町村レベルでの解析には航空レーザ計測による DEM を 10m 解像度にリサンプリングして用いることが最も適していると考えられた。

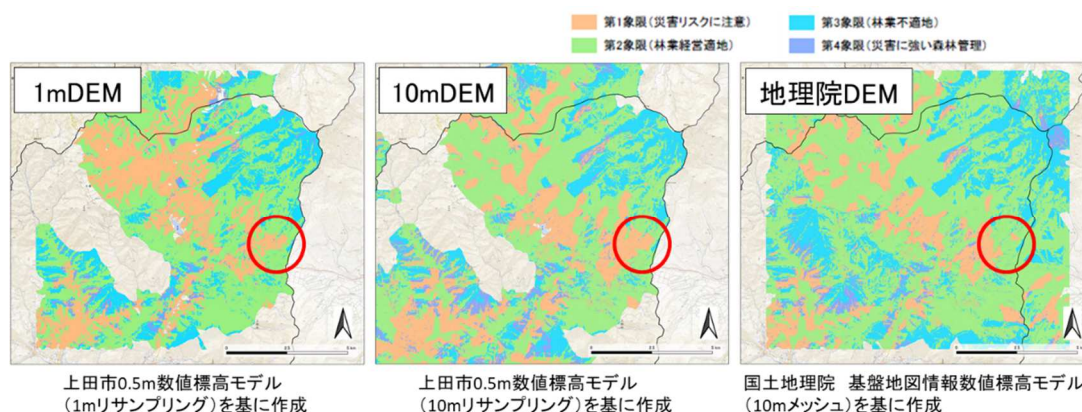


図 4-6 ゾーニング結果の比較の比較(参考)

4.3. 樹種別ゾーニング結果

同地区において樹種によるゾーニング結果の比較をするため、ヒノキとカラマツの 2 樹種の地位指数についてゾーニング図を試作した。

地位は光田教授¹の地位指数モデルを採用している。これは、現存の樹種によらず算出した林地生産力（ポテンシャル）を表現するものである。

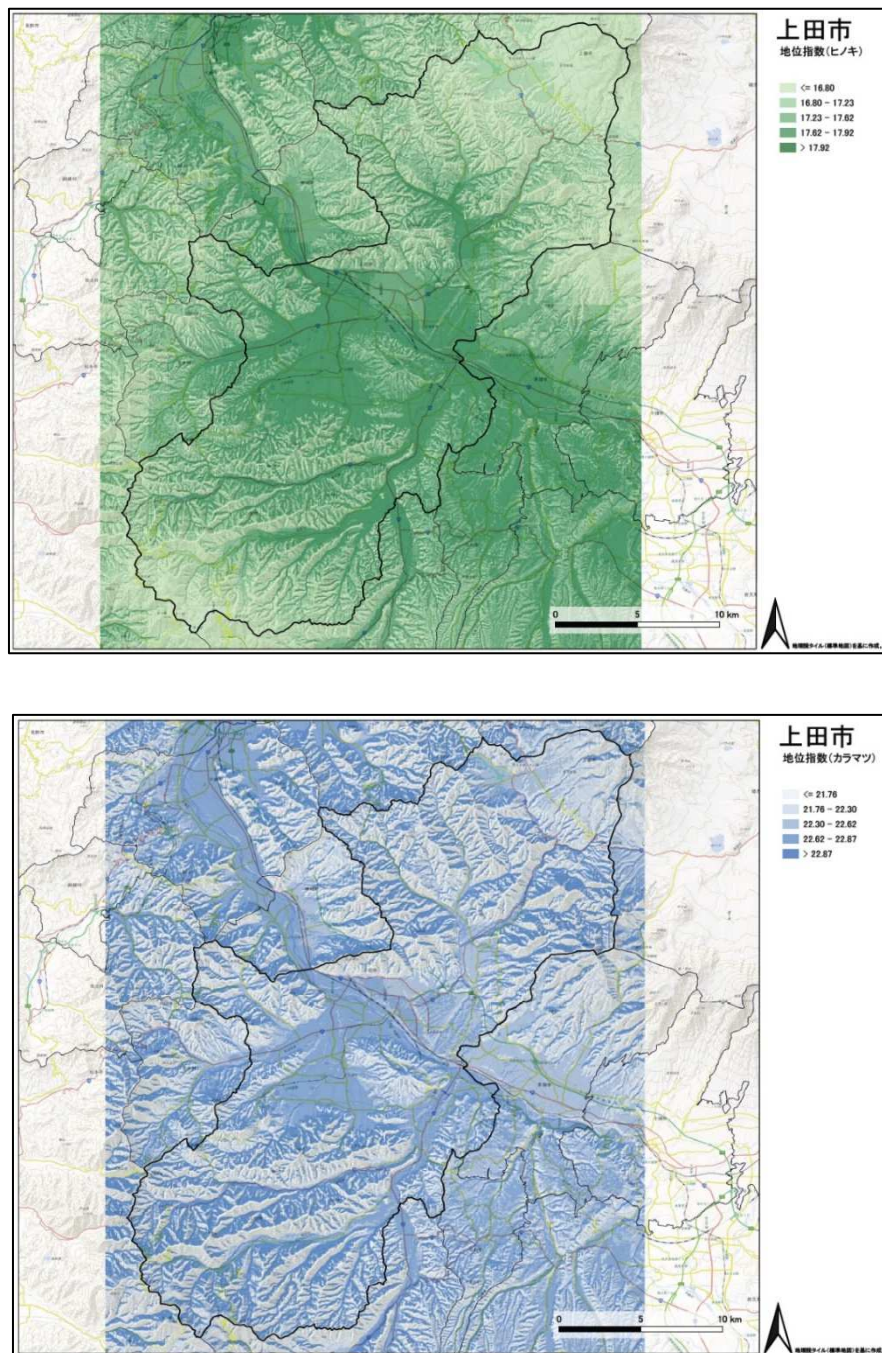


図 4-7 2 樹種(ヒノキ、カラマツ)の地位指数の結果

¹ 宮崎大学 農学部 森林緑地環境科学科 光田 靖

収益性スコアを比較したところ、標高が高く冷涼な菅平高原（赤枠囲み）では、高冷地での生育に適したカラマツの収益性がヒノキより高く判定された（図 4-8）。このことから、樹種による収益性スコアの差は、樹種別の生育特性と関連する気象要因に起因している可能性が考えられる。

同様に、ゾーニング結果も異なり（図 4-9）、現地実証の調査地点において、ヒノキとカラマツのゾーニング結果の比較したところ、調査した 64 地点のうち、29.7%の地点（19 地点）で判定された象限が異なった。その内訳は、ヒノキで第 1 象限であったがカラマツで第 4 象限とされた 2 地点、ヒノキで第 3 象限であったがカラマツで第 2 象限とされた 9 地点、ヒノキで第 4 象限であったがカラマツで第 1 象限とされた 8 地点であった。上田市では、ヒノキの地位が 13.9~18.9m と計算されたのに対し、カラマツは 19.6~25.3m とされたため、カラマツの収益性がヒノキより高く判定されやすい傾向があった。そのため、本事業のゾーニング手法において、異なる樹種でゾーニング結果を比較する場合、地位の要素で優れる樹種の方が、収益性を高く判定されやすいと考えられる。なお、ヒノキで第 1 象限であったがカラマツで第 4 象限とされた 2 地点のように、閾値の設定状況に応じて収益性が低く判定される可能性もある。

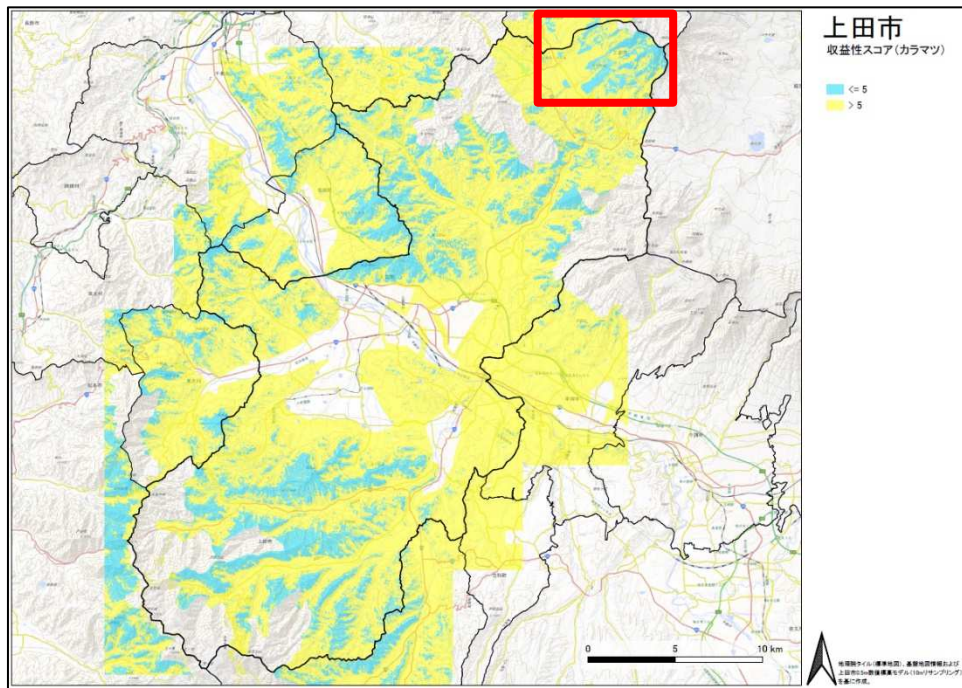
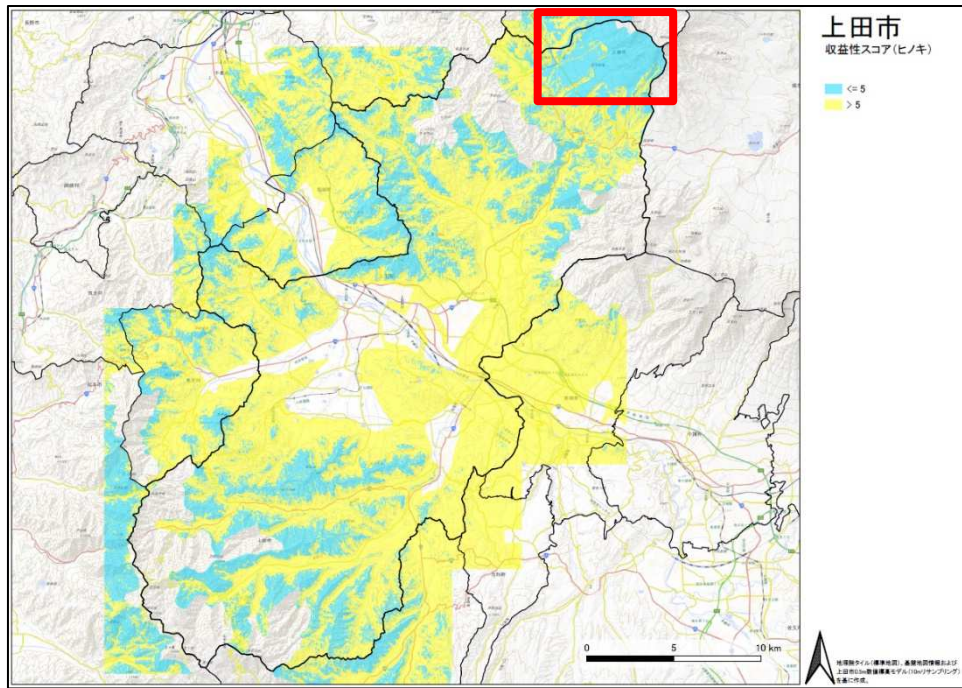


図 4-8 2 樹種(ヒノキ、カラマツ)の収益性スコアの結果

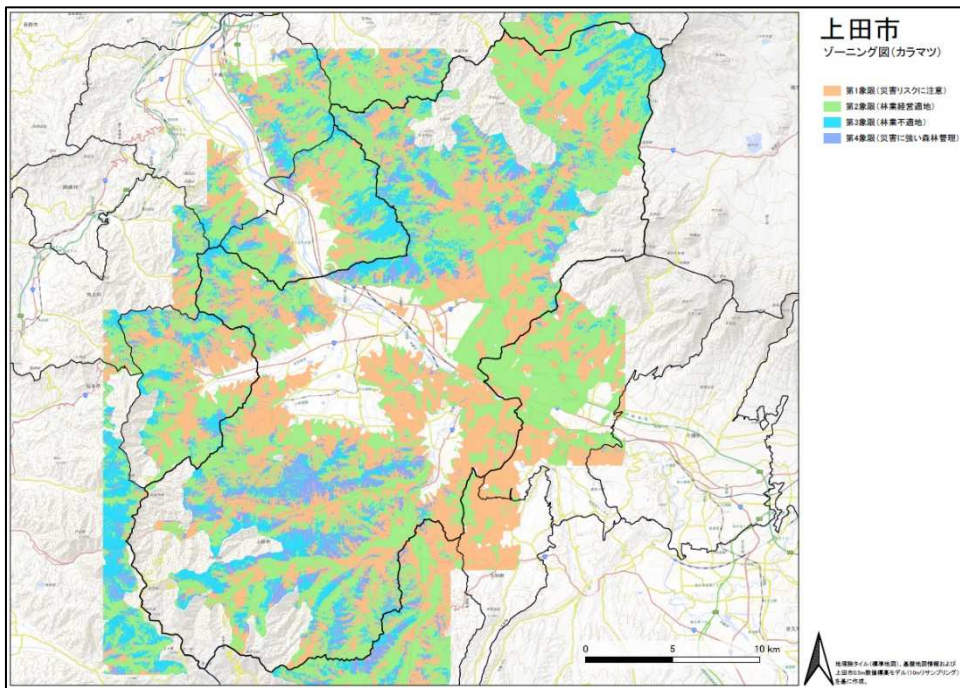
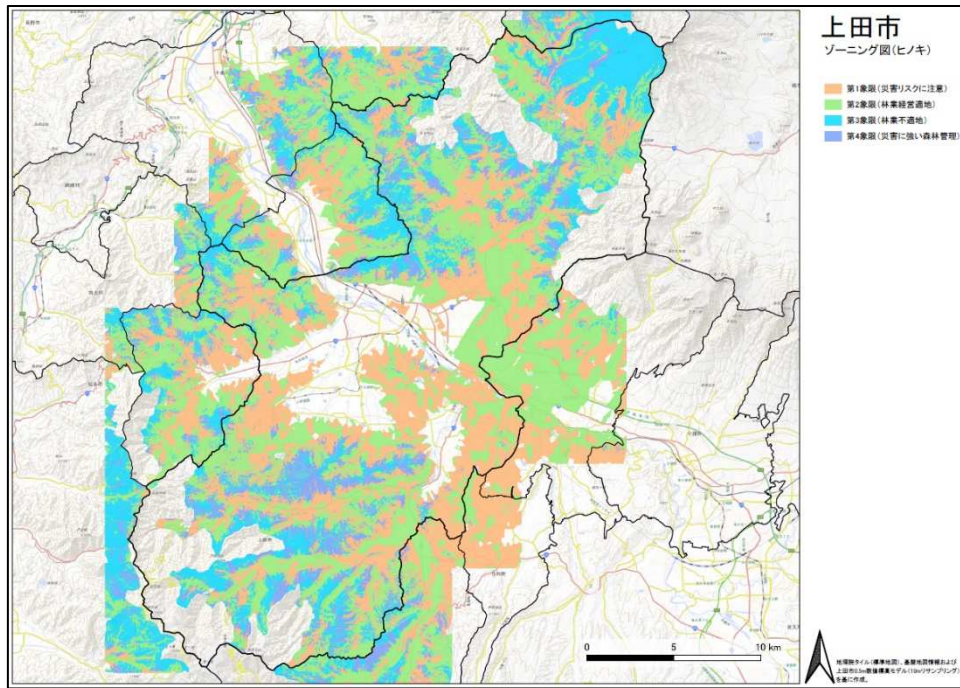


図 4-9 2 樹種(ヒノキ、カラマツ)のゾーニングの結果

4.4. 集材作業効率の算出手法の検討

ゾーニング図の試作結果を踏まえ、集材作業効率の算出手法の検討を行った。試作当初は、縦軸に起伏量、横軸に傾斜を設定した軸に、傾斜が緩いところは車両系、傾斜が急になると本架線というような作業システムを設定し、それぞれの作業システムについて集材コストが高低に対しての点数を付けて行くものとしていた。これについてモデル地区関係者の方より、収益性の中に作業システムがあることが分かりづらいという意見があった。そのため、起伏量と傾斜に対し機械的に点数を付け、作業の難易度を設定するよう改良した。これにより、地形に合わせた集材作業効率が見視化されたと考えられる。

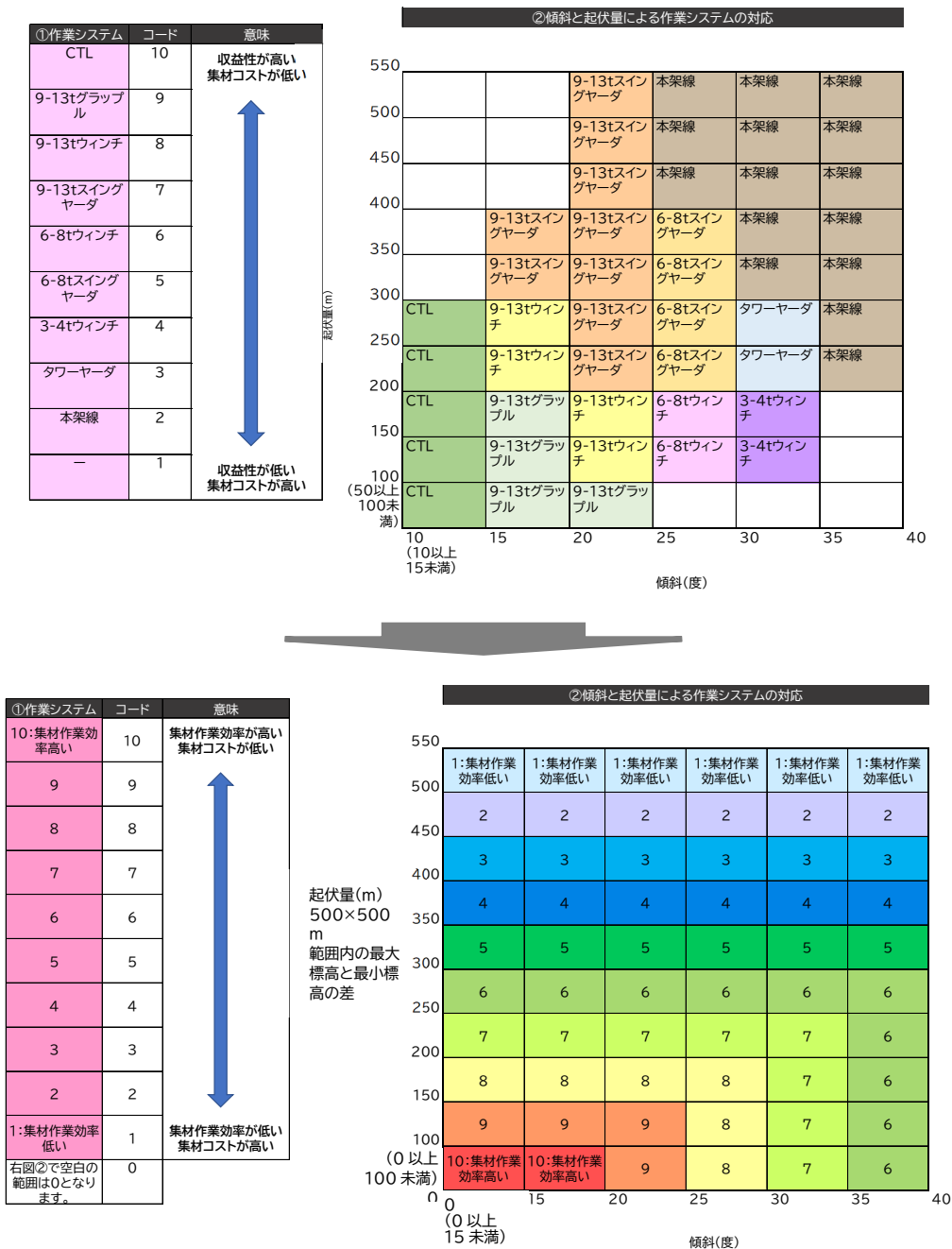


図 4-10 集材作業効率の設定表

4.5. 現地実証

4.5.1. 現地実証の方法

検討した策定手法により作成したゾーニング図が現地に適合しているかを確認することを目的として、各モデル地区における現地実証の調査を令和3年10月から12月にかけて実施した（表4-9）。

現地では、道府県及び市町の担当者同行のもと、各モデル地区の林業試験場の研究員等、判定に係る有識者（新潟県は不在）の指導の下で確認を行った。調査対象は、自動車通行可能な林道沿いの林地（林内立入りなし）とし、3日間でモデル地区内を調査できる行程とした。

表 4-9 現地実証日

地区	都道府県	市町村	期間	判定に係る有識者
北海道	北海道	津別町	10月13～15日	北海道立総合研究機構林業試験場
東北	—	—	—	—
関東	新潟県	村上市	9月13～15日	—
中部	長野県	上田市	（事前調査：8月23日） 9月29～10月1日	（長野県林業総合センター） —
近畿	京都府	京丹波町	10月13～15日	京都府森林技術センター
	兵庫県	神河町	10月27～29日	兵庫県森林林業技術センター
中国	島根県	津和野町	11月16～18日	島根県中山間地域研究センター
四国	徳島県	那賀町	11月10～12日	徳島県立農林水産総合技術支援センター
九州	宮崎県	日向市	12月1～3日	宮崎県林業技術センター 宮崎大学

調査地点は、ゾーニング図より4象限に分類されたそれぞれの場所を選び、設定した。要素やゾーニング結果の適・不適を判定するため、現地にはCS立体図含む拡大図を持参し、微地形状況も確認しながら行った。

野帳フォーマットは図4-11のとおりである。

各調査地点では、現存する林分の樹種や生育状況、路網の整備状況が、収益性を構成する要素と整合するか、周辺の地形が災害リスクを構成する要素と合致しているか等に着目し、ゾーニングの適否を評価した。各要素別の適・不適の判定が困難な調査地点もあったため、4象限が適切でなかった場合にその要因を遡って確認するという実証方法とした。

【路網再造林】モデル地区現地実証調査票 (地区) 長野県上田市

3	日時	年 月 日	: ~ :	調査者			
地域	上田市真田町長			判定者			
GNSS waypoint No	N		E				
斜面方位 (斜面下方)	N・NE・E・SE・S・SW・W・NW			斜面傾斜			
ヒノキ収益性軸	6	適・不適		災害リスク軸	7	適・不適	
カラマツ収益性軸	7	適・不適		地形の複雑さ	0.017209	適・不適	
ヒノキ地位 (m)	17.4708	適・不適		傾斜 (°)	33.1006	適・不適	
カラマツ地位 (m)	23.2229	適・不適		保全対象 (有:1、無:3)	3	適・不適	
集材作業効率	0	適・不適		4象限図	1	適・不適	
地利 (m)	10	適・不適					
概況平面図 ●撮影位置、×GNSS測量位置 (地形がわかる林外からの写真添付)							

※ は調査予定ポイントのデータを入力しておく。

図 4-11 野帳フォーマット

4.6. 実証結果

4.6.1. 調査結果概要

調査地点の設定に際し、徳島県那賀町及び宮崎県日向市を除く地区では、徒歩移動で観察可能な範囲に 4 象限区分の区域が併存する場所を選ぶこととした。一方、徳島県那賀町では、収益性が高い第 1・2 象限と判定された区域を中心として調査地点を選んだ。他方、宮崎県日向市では、過去に森林組合が伐採搬出を行った林分ごとに施業の難易度を聞き取ったうえで、施業の難易に偏りがないよう、調査地点とする林分を選んだ。地区によって調査地点数にばらつきはあるものの、各市町域内をまんべんなく調査できるよう、それぞれ 10~72 地点を設定した (表 4-10)。

ゾーニング図の試作結果と現地の状況を比較し、ゾーニングの適否を評価した結果、徳島県那賀町及び宮崎県日向市を除く地区では、適合率が 85.0~97.2%であり、試作したゾーニング図は、概ね現地の地形等を反映した妥当なものであったと考えられる (表 4-11、図 4-12)。徳島県那賀町及び宮崎県日向市では、適合率がそれぞれ 67.9%及び 60.0%と

比較的低かった。適合していなかった事例では、露岩や治山えん堤等の局所的な地形が含まれた場所や、実際の施業の難易度との隔たりがあると判断されたため、地利の要素を道からの水平距離として算出していることが影響した可能性のある場所が多かった。

表 4-10 モデル地区における現地実証の調査地点

モデル地区	樹種	調査地点数	(4象限区分内訳)			
			第1象限	第2象限	第3象限	第4象限
北海道津別町	カラマツ	20	11	7	1	1
新潟県村上市	スギ	62	16	16	15	15
長野県上田市	ヒノキ	64	16	16	16	16
	カラマツ※	64	22	25	7	10
京都府京丹波町	スギ	72	18	18	18	18
兵庫県神河町	スギ	47	9	13	12	12
島根県津和野町	スギ	65	16	19	14	16
徳島県那賀町	ヒノキ	28	13	13	0	2
宮崎県日向市	スギ	10	3	4	3	0

※：ヒノキと同一の地点で調査した

表 4-11 モデル地区の現地実証におけるゾーニング適合率

モデル地区	調査地点数	ゾーニング 適合率 (%)
北海道津別町	20	85.0
新潟県村上市	62	95.2
長野県上田市	64	95.3
京都府京丹波町	72	97.2
兵庫県神河町	47	89.4
島根県津和野町	65	96.9
徳島県那賀町	28	67.9
宮崎県日向市	10	60.0
モデル地区合計・平均	368	85.9

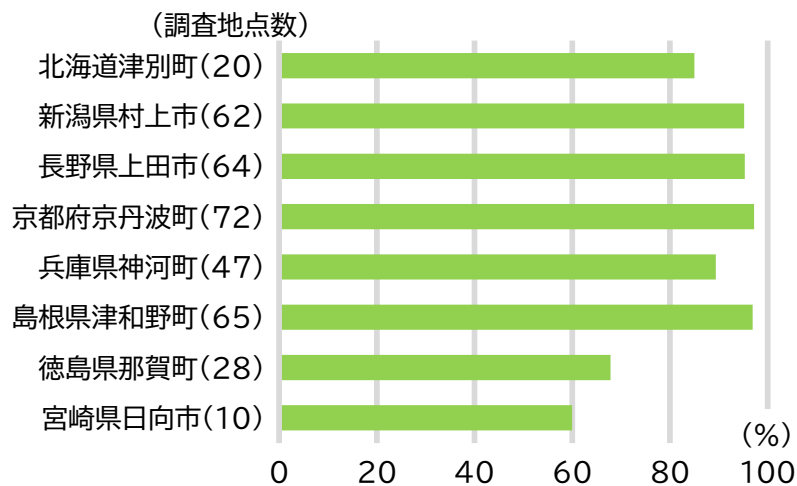


図 4-12 モデル地区の現地実証におけるゾーニング適合率

しかし、図 4-1 で示したとおり、本事業のゾーニングのプロセスでは、現地調査の結果から閾値を再検討し、再ゾーニングすることを求めているため、現地実証における適合率が低いことは、最終的なゾーニング図の評価が低いことを意味していない。したがって、試作したゾーニング図は、いずれの地区においても、本事業のゾーニング手法上は十分な実用性を備えていたものと考えられる。

4.6.2. モデル地区別のゾーニングのポイント及び調査結果

(1) 北海道津別町

① 地域概況及びゾーニングのポイント (表 4-3)

町総面積に占める森林面積は 86%となっており、そのうち民有林（道有林・一般民有林）面積は約 55%、その内訳は道有林が約 74%、一般民有林が約 26%である。カラマツ及びトドマツを主体とした町内民有林の人工林率は、40%と全道平均より高い。

全域において傾斜が緩く、路網も整備されており、全域が林業経営適地とも言える中で、ゾーニングに影響があるのは路網からの距離と傾斜であると判断した。

➤ 収益性

地利のみで評価されるよう閾値を設定した。

- ・ 地位：全域で収益性が高いと判断したため、全域が 3 点となるよう、林齢 40 年時点の上層樹高 19m と 20m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：全域で収益性が高いと判断したため、作業システムの違いが収益性の判定に影響を及ぼすことを避け、全域が 2 点となるように閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考としながら、2 点の範囲

が広がるよう、0.01 と 0.05 をそれぞれ閾値として設定した。

- ・ 傾斜：一般論として、 20° 以下では施業が容易であるが、 35° を超えると安全に気を付ける必要があることを念頭におき、それぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：土砂災害警戒区域が町内にはほとんど分布していないため、他地域と比較すると保全対象を含む流域の災害リスクに与える影響力は弱いと考えられる。このことから、保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 2 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-13、調査データ及び所見を表 4-12、現地写真を図 4-14～図 4-16 に示した。全データは巻末資料に示した。

調査した 20 地点のうち 17 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。No53 の調査地点では、実在する主要路網がゾーニングに使用した林道データに含まれていないため、地利の要素が過小に評価されていた。No611 の地点は、傾斜の要素が影響し、第 1 象限として判定されたが、実際の施業では林業適地として扱っており、今後は閾値設定に工夫を要すると考えられる。同様に、No1519 も第 1 象限とされたものの、当該区域内の急傾斜地はきわめて限られており、実務上は、林業適地としての対応が妥当であると判断した。

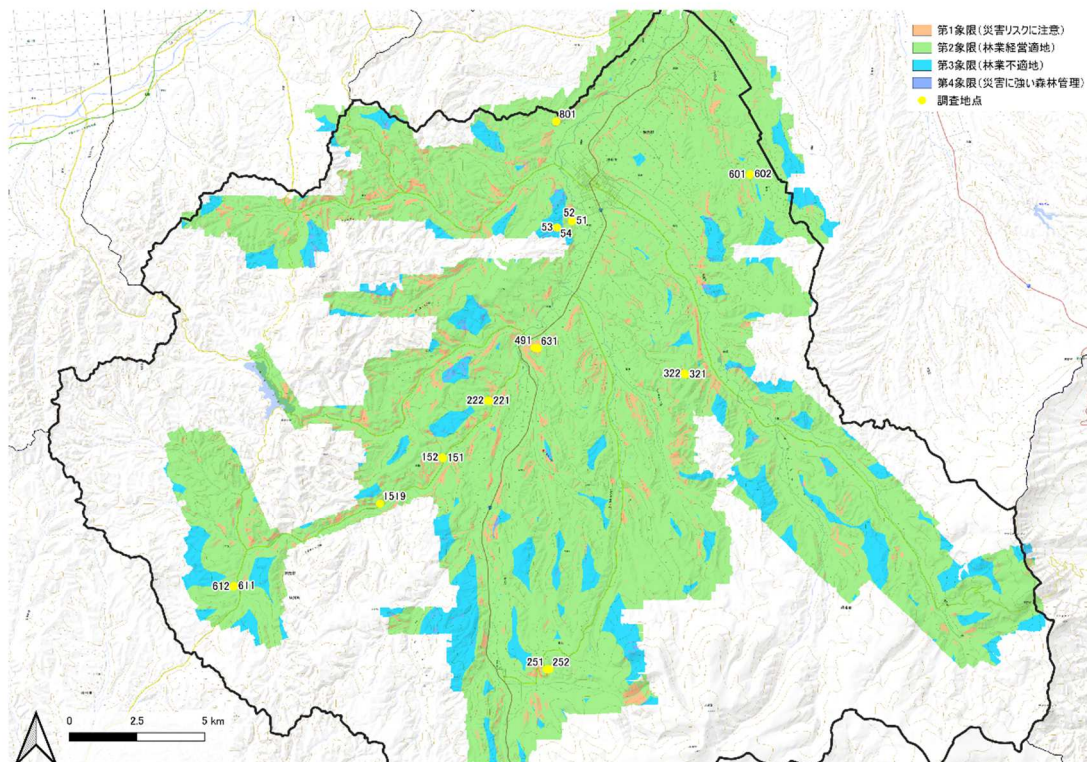


図 4-13 北海道津別町のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-12 北海道津別町における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		カメラ地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	4象限区分	ソーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分
		N	E											
51	共和	43°41'38.33"	144°0'50.86"	21.9	該当なし	44.7	0.01	37.5	無	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。林道データが なく地利400m以上と なっていた模様。	2
52	共和	43°41'37.81"	144°0'50.63"	23.5	フォワード	40.0	0.01	13.5	無	2	適	★		
53	共和	43°41'30.18"	144°0'25.65"	23.4	該当なし	632.4	0.02	4.2	無	3	否	★		
54	共和	43°41'29.96"	144°0'26.48"	23.4	該当なし	626.2	0.02	40.9	無	4	適	★		
611	二又	43°34'17.4"	143°51'35.18"	22.3	トトラップ	76.2	0.02	22.2	有	1	否	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。傾斜20度以上 で施業可能。	2
612	二又	43°34'16.63"	143°51'34.33"	22.2	トトラップ	64.0	0.02	19.3	無	2	適	★		
1519	木種	43°35'57.94"	143°55'35.28"	21.6	該当なし	89.4	0.02	40.1	有	1	否	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。傾斜40度箇所 で施業実施。	2
151	木種	43°36'52.63"	143°57'18.97"	22.5	集材用トラクタ	10.0	0.01	26.2	有	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。急崖部分がある。	2
152	木種	43°36'53.26"	143°57'17.71"	22.5	トトラップ	10.0	0.01	11.1	無	2	適	★		
221	木種	43°38'1.29"	143°58'34.53"	21.8	集材用トラクタ	10.0	0.02	24.8	有	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。保全対象が 近くにある。	2
222	木種	43°38'1.45"	143°58'32.53"	21.6	集材用トラクタ	20.0	0.02	25.0	無	2	適	★		
251	相生	43°32'39.26"	144°0'11.19"	22.1	集材用トラクタ	51.0	0.02	28.6	有	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。DEM10mリ サンプリングで傾斜がや や急に表現されたのでは ないか。	2
252	相生	43°32'39.18"	144°0'15.64"	22.1	集材用トラクタ	145.6	0.02	30.7	無	2	適	★		
491	双葉	43°39'5.08"	143°59'49.54"	23.0	集材用トラクタ	22.4	0.02	26.0	有	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。傾斜20度以上 で施業可能。	2
631	双葉	43°39'4.31"	143°59'54.99"	22.6	集材用トラクタ	0.0	0.02	29.9	有	1	適	★		
321	恩根	43°38'33.5"	144°3'58.26"	22.3	該当なし	10.0	0.02	35.6	無	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。傾斜急な場所 を避けて施業可能。	2
322	恩根	43°38'34.44"	144°3'57.29"	22.4	集材用トラクタ	0.0	0.02	22.6	無	2	適	★		
601	東岡	43°42'34"	144°5'44.48"	23.5	該当なし	14.1	0.02	36.5	無	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。	2
602	東岡	43°42'34.57"	144°5'45.08"	22.6	集材用トラクタ	20.0	0.02	32.4	無	2	適	★		
801	最上	43°43'37.04"	144°0'24.23"	22.7	集材用トラクタ	10.0	0.01	24.2	有	1	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。周辺地全体 としては林業適地として 判定可能。	2



図 4-14 北海道津別町における現地実証の現地写真



図 4-15 北海道津別町における現地実証の現地写真(続き)

1519 木樋

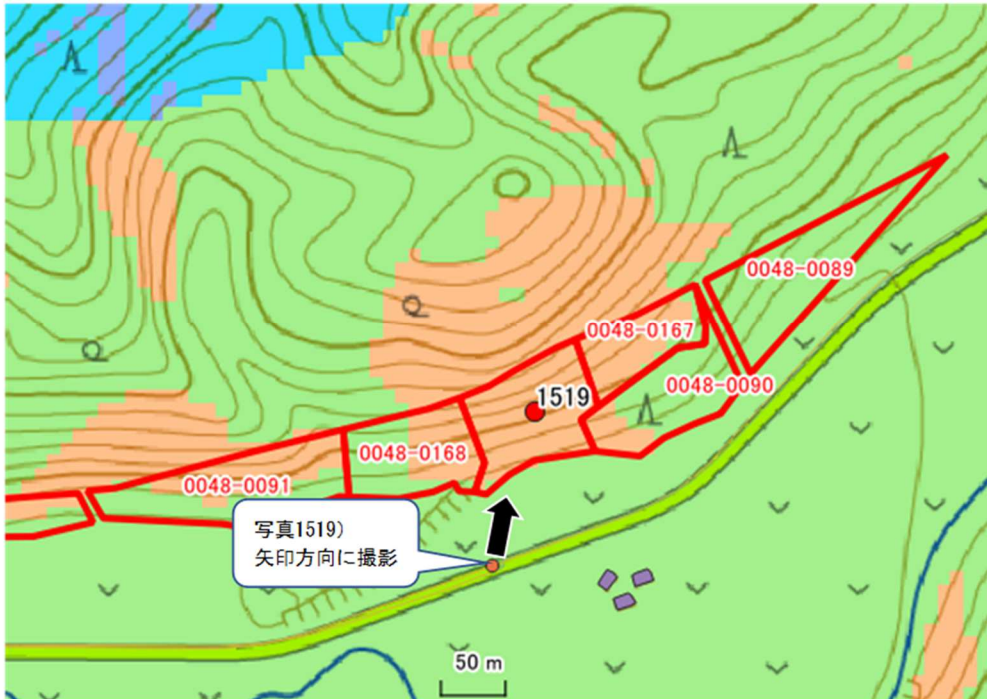


図 4-16 北海道津別町における現地実証の現地写真(続き)

(2) 新潟県村上市

① 地域概況及びゾーニングのポイント（表 4-3）

調査対象とした山北地域は、村上市内の民有林面積の 43.5%を占めており、民有林保有面積が市内で最大の地域である。天然林と人工林の比率は、天然林 54.3%であるのに対し、スギを主体とした人工林は 43.1%を占めている。

➤ 収益性

- ・ 地位：地位別上層樹高曲線を参考とし、林齢 40 年時点の上層樹高 17m と 18.5m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：点数を設定した作業システムを本架線とその他の機械に大別し、該当なしを含め、それぞれが 3 区分となるよう閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考とし、0.018 と 0.022 をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 傾斜：一般的な傾斜区分において、急傾斜とされる 35°、急峻とされる 45° をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 3 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-17、調査データ及び所見を表 4-13、現地写真を図 4-18 に示した。全データは巻末資料に示した

調査した 62 地点のうち 59 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。No71 及び No74 の調査地点は、保全対象を含む流域に含まれているため、それぞれ第 1 象限と第 4 象限に区分されていたが、保全対象である建物が、すでに柱のない廃屋となっていた状況を加味すると、それぞれ第 2 象限と第 3 象限に区分した方がよいと考えられる。また、No122 の地点では、法面が傾斜の要素に反映されていないと考えられたため、実際の災害リスクはより高いものと想定された。

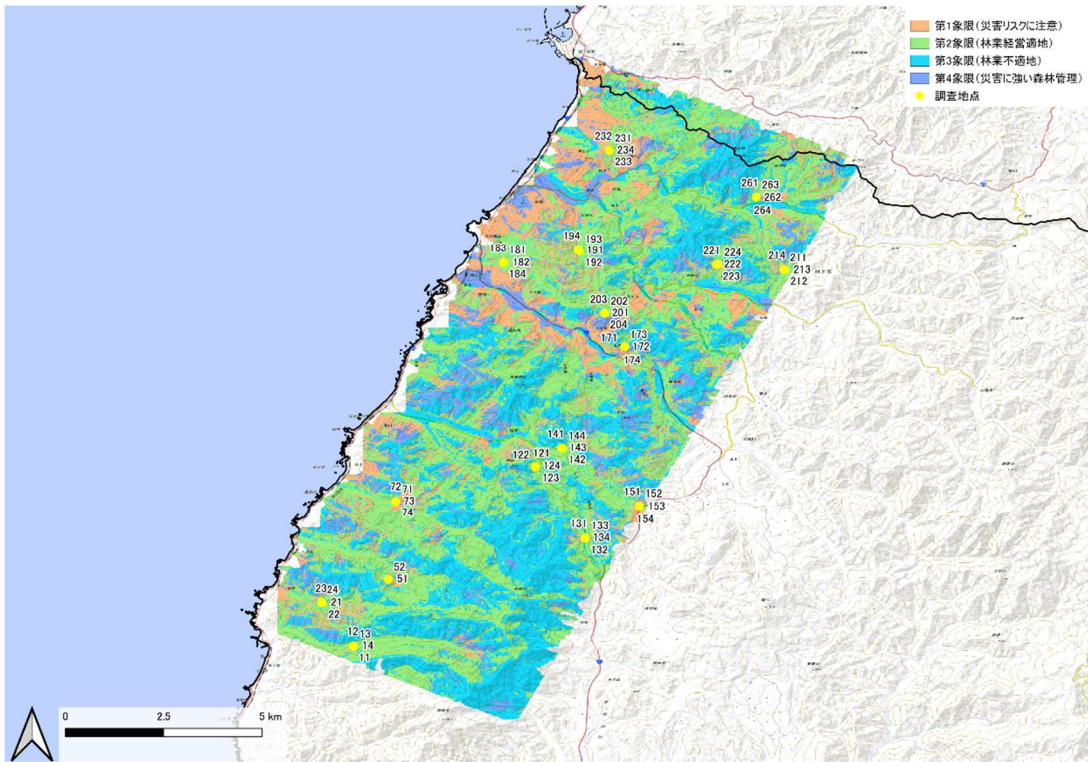
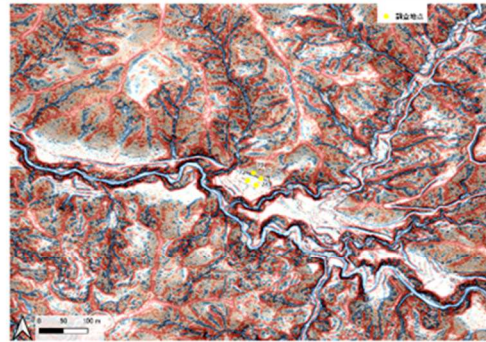
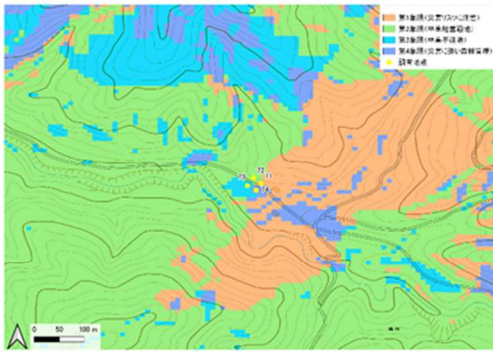


図 4-17 新潟県村上市のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-13 新潟県村上市における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		スズ地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	4象限区分	ゾーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分
		N	E											
11	笹川	38°22'55.37"	139°29'4.71"	19.9	該当なし	28.3	0.0195	45.8	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
12	笹川	38°22'56.11"	139°29'4.21"	19.9	該当なし	10.0	0.0191	37.3	無	2	適	★		
13	笹川	38°22'56.01"	139°29'5.12"	17.9	該当なし	20.0	0.0191	44.5	無	3	適			
14	笹川	38°22'55.99"	139°29'5.56"	17.9	該当なし	22.4	0.0191	46.3	無	4	適		判定可能。	
21	板貝	38°23'41.08"	139°28'32.77"	18.8	該当なし	20.0	0.0235	40.3	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
22	板貝	38°23'40.35"	139°28'32.72"	18.8	該当なし	0.0	0.0226	31.4	無	2	適	★		
23	板貝	38°23'40.86"	139°28'31.13"	18.4	該当なし	10.0	0.0230	41.9	無	3	適			
24	板貝	38°23'42.05"	139°28'31.13"	14.4	該当なし	41.2	0.0239	40.7	無	4	適		判定可能。	
51	今川	38°24'5.42"	139°29'42.06"	17.9	本架線	10.0	0.0223	37.2	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
52	今川	38°24'5.6"	139°29'41.24"	17.2	本架線	0.0	0.0211	28.4	無	2	適	★		
71	脇川	38°25'27.4"	139°29'49.77"	16.2	CTL	10.0	0.0210	17.7	有	1	否		廃屋がゾーニングに影響したと考えられ、災害リスクはより低いものと想定。	2
72	脇川	38°25'27.87"	139°29'49.14"	16.2	該当なし	10.0	0.0206	26.0	無	2	適	★		
73	脇川	38°25'27.24"	139°29'48.64"	16.2	該当なし	0.0	0.0200	4.4	無	3	適			
74	脇川	38°25'26.86"	139°29'49.36"	16.2	該当なし	0.0	0.0199	3.2	有	4	否			
121	寒川	38°26'3.03"	139°32'15.23"	19.1	該当なし	0.0	0.0218	49.1	無	1	適		法面が傾斜に反映されておらず、災害リスクはより高いものと想定。	2
122	寒川	38°26'3.69"	139°32'15.2"	19.1	本架線	0.0	0.0207	29.5	無	2	否	★		
123	寒川	38°26'3.62"	139°32'16.49"	18.0	該当なし	14.1	0.0208	1.1	無	3	適			
124	寒川	38°26'4.47"	139°32'15.27"	18.0	該当なし	10.0	0.0202	45.5	無	4	適			
131	蒲萄	38°24'48.33"	139°33'7.82"	17.4	該当なし	10.0	0.0229	37.0	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
132	蒲萄	38°24'47.4"	139°33'7.5"	17.7	該当なし	0.0	0.0230	27.9	無	2	適	★		
133	蒲萄	38°24'48.81"	139°33'8.21"	17.5	該当なし	20.0	0.0229	6.0	無	3	適			
134	蒲萄	38°24'48.5"	139°33'7.12"	17.4	該当なし	0.0	0.0226	47.6	無	4	適		判定可能。	
141	越沢	38°26'23.05"	139°32'43.58"	19.3	該当なし	0.0	0.0186	45.8	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
142	越沢	38°26'22.67"	139°32'44.26"	19.3	CTL	10.0	0.0191	10.5	無	2	適	★		
143	越沢	38°26'23.29"	139°32'42.65"	17.1	該当なし	22.4	0.0183	42.4	無	3	適			
144	越沢	38°26'23.6"	139°32'44.02"	16.4	該当なし	10.0	0.0186	45.6	無	4	適		判定可能。	
151	大沢	38°25'22.68"	139°34'3.88"	18.2	CTL	0.0	0.0189	10.4	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地としては災害リスクに要注意の区域として判定可能。	1
152	大沢	38°25'23.11"	139°34'4.47"	16.0	CTL	14.1	0.0182	13.0	有	2	適			
153	大沢	38°25'21.93"	139°34'4.93"	18.2	該当なし	10.0	0.0187	4.6	有	3	適			
154	大沢	38°25'22.24"	139°34'4.06"	18.2	該当なし	10.0	0.0191	8.2	有	4	適			
171	上大鳥	38°28'8.8"	139°33'49.49"	16.5	該当なし	10.0	0.0230	38.1	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
172	上大鳥	38°28'9"	139°33'48.76"	18.4	CTL	10.0	0.0226	11.5	無	2	適	★		
173	上大鳥	38°28'9.43"	139°33'48.68"	18.4	該当なし	14.1	0.0225	7.1	無	3	適			
174	上大鳥	38°28'9.13"	139°33'49.89"	16.5	該当なし	14.1	0.0229	40.5	無	4	適		判定可能。	
181	勝木	38°29'38.18"	139°31'42.02"	18.6	該当なし	20.0	0.0265	37.9	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
182	勝木	38°29'37.2"	139°31'43.08"	17.7	該当なし	10.0	0.0267	31.2	無	2	適	★		
183	勝木	38°29'37.81"	139°31'42.98"	17.7	該当なし	10.0	0.0268	0.6	無	3	適			
184	勝木	38°29'36.85"	139°31'41.6"	18.1	該当なし	10.0	0.0263	40.9	無	4	適		判定可能。	
191	大谷沢	38°29'49.95"	139°33'0.64"	17.8	該当なし	0.0	0.0237	35.5	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
192	大谷沢	38°29'48.97"	139°33'1.66"	18.7	該当なし	14.1	0.0229	4.0	無	2	適	★		
193	大谷沢	38°29'50.06"	139°33'1.48"	17.9	該当なし	10.0	0.0230	2.7	無	3	適			
194	大谷沢	38°29'51.07"	139°33'0.2"	18.3	該当なし	10.0	0.0238	40.8	無	4	適		判定可能。	
201	荒川口	38°28'44.31"	139°33'27.27"	18.5	該当なし	10.0	0.0198	47.0	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
202	荒川口	38°28'44.36"	139°33'28.46"	18.5	該当なし	14.1	0.0199	38.0	無	2	適			
203	荒川口	38°28'43.77"	139°33'28.54"	17.2	該当なし	10.0	0.0197	41.2	無	3	適			
204	荒川口	38°28'43.91"	139°33'27.75"	17.2	該当なし	10.0	0.0198	47.5	無	4	適	★	判定可能。	
211	中継	38°29'29.9"	139°36'36.1"	18.0	該当なし	10.0	0.0227	36.3	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
212	中継	38°29'29.26"	139°36'36.53"	19.9	該当なし	10.0	0.0221	8.9	無	2	適	★		
213	中継	38°29'29.6"	139°36'37.45"	18.0	該当なし	10.0	0.0217	9.3	無	3	適			
214	中継	38°29'29.88"	139°36'35.31"	16.2	該当なし	20.0	0.0231	40.9	無	4	適		判定可能。	
221	中継	38°29'35"	139°35'27.09"	17.5	該当なし	30.0	0.0234	35.2	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
222	中継	38°29'35.27"	139°35'24.56"	17.9	CTL	20.0	0.0240	17.8	無	2	適	★		
223	中継	38°29'34.42"	139°35'25.86"	17.2	該当なし	10.0	0.0235	5.9	無	3	適			
224	中継	38°29'35.73"	139°35'27.36"	17.5	該当なし	40.0	0.0230	40.9	無	4	適		判定可能。	
231	中浜	38°31'36.17"	139°33'32.68"	16.9	CTL	0.0	0.0246	11.1	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として	2
232	中浜	38°31'35.84"	139°33'33.51"	16.0	CTL	20.0	0.0253	10.5	無	2	適	★		
233	中浜	38°31'35.52"	139°33'32.72"	16.0	該当なし	0.0	0.0248	8.1	無	3	適			
234	中浜	38°31'35.88"	139°33'32.67"	16.0	該当なし	0.0	0.0247	8.9	有	4	適		判定可能。	
261	小俣	38°30'46.75"	139°36'6.95"	16.8	CTL	0.0	0.0183	10.6	有	1	適	★	土石流危険渓流及び砂防指定地であり（看板あり）、ゾーニング結果も	1
262	小俣	38°30'46.37"	139°36'6.54"	17.0	CTL	0.0	0.0179	12.3	有	2	適			
263	小俣	38°30'47.41"	139°36'6.82"	16.8	該当なし	0.0	0.0191	9.0	無	3	適			
264	小俣	38°30'47.07"	139°36'6.77"	16.8	該当なし	0.0	0.0187	8.9	有	4	適		整合していた。	

71・74 脇川

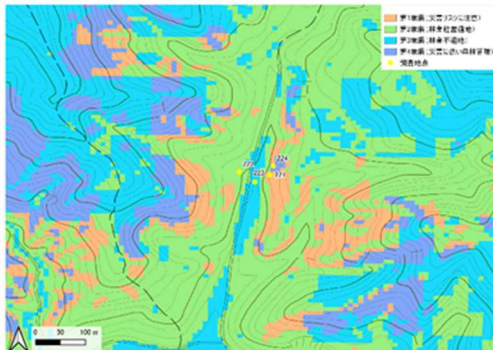


廃屋がゾーニングに影響したと考えられ、災害リスクはより低いものと想定。

ゾーニング：第1・4象限
↓
評価結果：第2・3象限



222 中継



緩傾斜の生育良好なスギ林で、地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。

ゾーニング：第2象限
↓
評価結果：第2象限



図 4-18 新潟県村上市における現地実証の現地写真

(3) 長野県上田市

① 地域概況及びゾーニングのポイント（表 4-3）

森林面積が総面積の 70%を占め、アカマツ、カラマツを主体とした民有林の人工林率 51%と県平均（48%）を上回っている。

➤ 収益性

- ・ 地位：地位別上層樹高曲線を参考とし、ヒノキでは林齢 40 年時点の上層樹高 17m と 18m、カラマツでは同様に 21.5m と 22.5m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：先進的な CTL と大型機械である 9-13t クラスと、6-8t クラスの作業システムに分けて閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考とし、0.013 と 0.017 をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 傾斜：一般的な傾斜区分において、急傾斜とされる 35°、急峻とされる 45° をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 3 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-19、調査データ及び所見を表 4-14、現地写真を図 4-20 に示した。全データは巻末資料に示した。

地位の要素としてヒノキのデータを使用して調査した結果、64 地点のうち 61 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。No151 及び No154 の調査地点は、地形の複雑さの要素が影響し、第 1 象限及び第 4 象限と判定されていたが、周辺一帯が平坦地である状況を踏まえると、実際の災害リスクはより低いと考えられた。また、No171 は第 1 象限と判定されたが、区域内に緩傾斜地が多いため、災害リスクはより低いと考えられる。

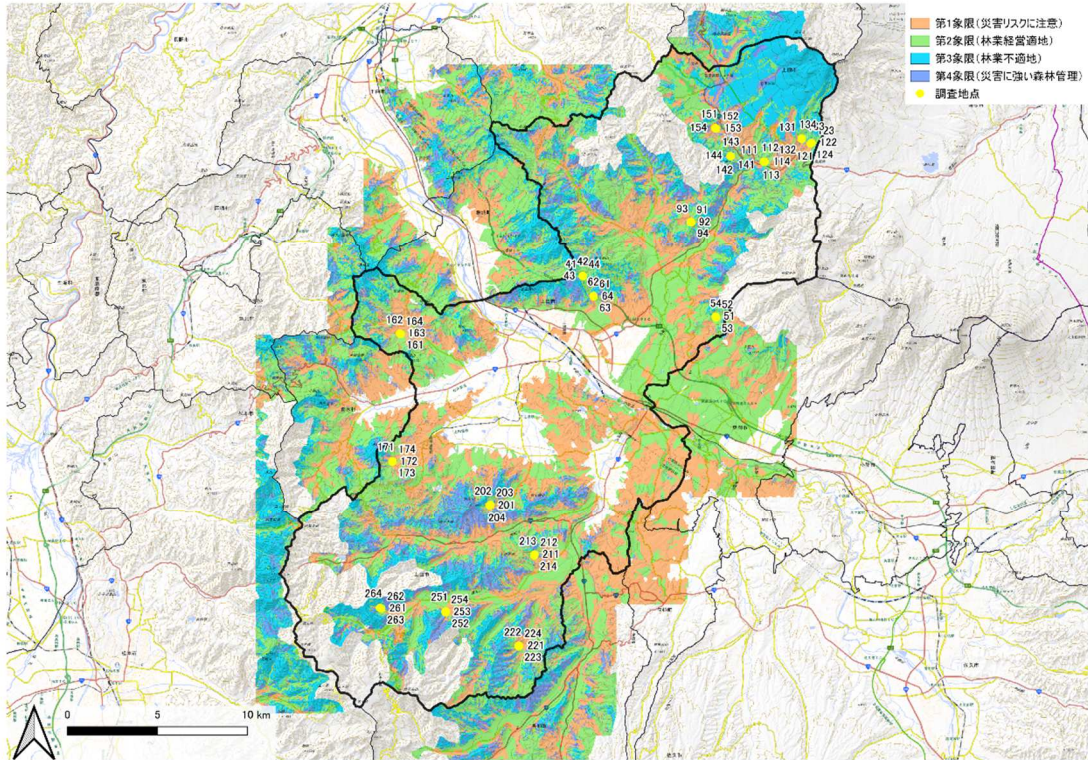
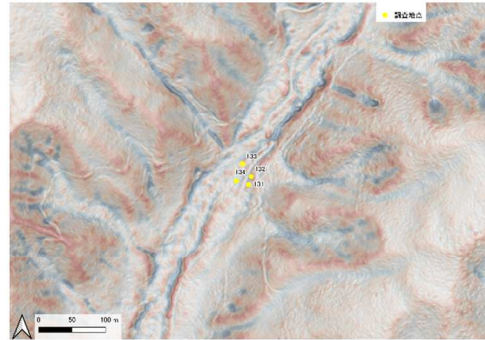
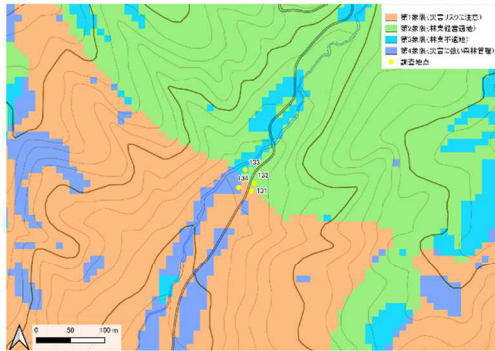


図 4-19 長野県上田市のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-14 長野県上田市における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		ヒノキ地位 (m)	カラマツ地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	ヒノキ制限 区分	カラマツ限 限区分	ゾーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分	
		N	E														
41	上田	36°26'3.88"	138°15'21.72"	18.0	23.0	該当なし	10.0	0.0146	47.9	無	1	1	適		地形はよく反映されてい	3	
42	上田	36°26'4.37"	138°15'22.21"	18.0	23.0	該当なし	10.0	0.0145	17.9	無	2	2	適	★	るが、天然林が広がって		
43	上田	36°26'3.54"	138°15'23.28"	17.0	21.9	該当なし	10.0	0.0144	31.1	無	3	2	適		いる。林業不適地として		
44	上田	36°26'3.53"	138°15'22.44"	17.0	21.9	該当なし	10.0	0.0146	50.9	無	4	1	適		の判定が妥当。		
51	殿城	36°24'51.63"	138°20'18.15"	17.4	22.1	該当なし	20.0	0.0183	35.3	無	1	1	適		地形等を反映した妥当な	2	
52	殿城	36°24'51.7"	138°20'19.39"	17.6	22.2	該当なし	20.0	0.0187	16.5	無	2	2	適	★	ゾーニング。周辺地全体		
53	殿城	36°24'50.05"	138°20'18.96"	17.0	21.5	該当なし	10.0	0.0198	32.6	無	3	2	適		としては林業適地として		
54	殿城	36°24'49.39"	138°20'19"	16.9	21.4	該当なし	10.0	0.0204	35.3	無	4	4	適		判定可能。アカマツ多。		
61	上田	36°25'28.25"	138°15'46.24"	17.2	21.6	該当なし	10.0	0.0110	41.6	有	1	1	適	★	地形等を反映した妥当な	1	
62	上田	36°25'27.83"	138°15'45.92"	17.6	22.1	該当なし	0.0	0.0110	33.0	有	2	2	適		ゾーニング。周辺地とし		
63	上田	36°25'26.55"	138°15'46.67"	16.6	20.9	該当なし	0.0	0.0109	33.9	有	3	3	適		ては災害リスクに要注意		
64	上田	36°25'26.96"	138°15'46.84"	16.6	20.9	該当なし	0.0	0.0110	39.1	有	4	4	適		の区域として判定可能。		
91	真田町長	36°27'43.68"	138°19'22.89"	17.7	23.1	該当なし	14.1	0.0142	24.1	有	1	1	適		地形等を反映した妥当な	2	
92	真田町長	36°27'42.51"	138°19'22.45"	17.1	22.0	該当なし	10.0	0.0144	25.8	無	2	2	適	★	ゾーニング。周辺地全体		
93	真田町長	36°27'42.17"	138°19'23.28"	16.9	21.5	該当なし	10.0	0.0140	33.7	無	3	3	適		としては林業適地として		
94	真田町長	36°27'42.47"	138°19'24.2"	16.9	21.5	該当なし	28.3	0.0134	31.8	有	4	4	適		判定可能。		
111	真田町長	36°29'31.83"	138°22'4.8"	17.0	22.0	該当なし	10.0	0.0198	35.2	無	1	1	適	★	地形等を反映した妥当な	1	
112	真田町長	36°29'31.21"	138°22'5.19"	17.0	22.0	該当なし	10.0	0.0195	15.2	無	2	2	適		ゾーニング。周辺地全体		
113	真田町長	36°29'31.84"	138°22'7.04"	16.8	21.7	該当なし	0.0	0.0200	6.4	無	3	2	適		としては林業適地として		
114	真田町長	36°29'31.17"	138°22'7.79"	16.8	21.7	該当なし	20.0	0.0193	37.5	無	4	1	適		判定可能。アカマツ多。		
121	真田町長	36°30'5.8"	138°23'51.12"	17.1	23.1	該当なし	0.0	0.0192	9.4	有	1	1	適	★	地形等を反映した妥当な	1	
122	真田町長	36°30'5.88"	138°23'52.07"	17.1	23.1	該当なし	0.0	0.0194	15.5	無	2	2	適		ゾーニング。周辺地とし		
123	真田町長	36°30'6.33"	138°23'51.68"	16.4	21.9	該当なし	0.0	0.0196	9.2	無	3	2	適		ては災害リスクに要注意		
124	真田町長	36°30'4.29"	138°23'49.34"	16.9	22.6	該当なし	0.0	0.0186	9.9	有	4	1	適		の区域として判定可能。		
131	真田町長	36°30'12.72"	138°23'29.95"	16.9	22.7	該当なし	0.0	0.0145	16.6	有	1	1	適		局所地形（堆積土砂）も	2	
132	真田町長	36°30'13.11"	138°23'30.12"	16.9	22.7	該当なし	0.0	0.0147	16.7	無	2	2	適		反映した妥当なゾーニ		
133	真田町長	36°30'13.72"	138°23'29.6"	16.9	22.7	該当なし	14.1	0.0149	9.4	無	3	2	適		ング。周辺地としては林業		
134	真田町長	36°30'12.89"	138°23'29.22"	16.9	22.5	該当なし	14.1	0.0146	8.9	有	4	1	適	★	適地として判定可能。		
141	菅平高原	36°29'41.42"	138°20'50.61"	17.3	23.3	該当なし	10.0	0.0219	39.8	無	1	1	適		地形等を反映した妥当な	3	
142	菅平高原	36°29'41.25"	138°20'51.45"	17.3	23.3	該当なし	10.0	0.0222	22.3	無	2	2	適		ゾーニング。急傾斜部に		
143	菅平高原	36°29'41.77"	138°20'51.66"	16.9	22.8	該当なし	0.0	0.0228	34.4	無	3	2	適	★	要注意ではあるが、林業		
144	菅平高原	36°29'41.93"	138°20'50.89"	16.9	22.8	該当なし	14.1	0.0227	37.7	無	4	1	適		適地として判定可能。		
151	菅平高原	36°30'31.35"	138°20'17.38"	17.0	22.4	該当なし	10.0	0.0133	6.4	有	1	1	否	★	地形の複雑さの影響大。	2	
152	菅平高原	36°30'32.02"	138°20'18"	16.8	22.0	CTL	10.0	0.0124	12.1	有	2	2	適		しかし、周辺一帯は平坦		
153	菅平高原	36°30'31.07"	138°20'18.99"	17.0	22.3	該当なし	10.0	0.0122	6.8	有	3	2	適		地。災害リスクはより低		
154	菅平高原	36°30'32.06"	138°20'16.38"	16.9	22.1	該当なし	10.0	0.0136	7.8	有	4	1	否		いものと想定。		
161	上笠賀	36°24'18.86"	138°8'37.37"	17.5	22.2	該当なし	10.0	0.0216	39.4	無	1	1	適		局所的な急傾斜部を除	2	
162	上笠賀	36°24'18.17"	138°8'37.42"	18.1	23.2	該当なし	0.0	0.0219	27.1	無	2	2	適	★	き、周辺は緩傾斜地多。		
163	上笠賀	36°24'19.62"	138°8'35.4"	16.4	20.5	該当なし	50.0	0.0212	6.7	無	3	3	適		周辺地全体としては林業		
164	上笠賀	36°24'19.9"	138°8'35.39"	16.4	20.5	該当なし	60.0	0.0212	6.2	有	4	4	適		適地として判定可能。		
171	別所温泉	36°20'29.93"	138°8'19.39"	17.1	21.1	該当なし	0.0	0.0223	5.7	有	1	4	否	★	第1象限とされた区域で	2	
172	別所温泉	36°20'29.25"	138°8'19.24"	17.1	21.1	CTL	10.0	0.0225	12.7	無	2	2	適		も緩傾斜地が多いため、		
173	別所温泉	36°20'28.56"	138°8'19.63"	16.9	21.0	該当なし	10.0	0.0226	9.4	無	3	3	適		災害リスクはより低いも		
174	別所温泉	36°20'29.88"	138°8'20.38"	16.9	21.0	該当なし	22.4	0.0220	7.2	有	4	4	適		のと想定。		
201	古安曾	36°19'10.61"	138°11'56.88"	17.6	22.5	該当なし	0.0	0.0184	42.3	無	1	1	適		地形はよく反映されてい	3	
202	古安曾	36°19'11.06"	138°11'55.94"	17.9	22.9	該当なし	0.0	0.0182	32.4	無	2	2	適	★	るが、過去に植林された		
203	古安曾	36°19'12.62"	138°11'58.03"	16.9	21.4	該当なし	10.0	0.0169	40.8	無	3	3	適		形跡なし。林業不適地と		
204	古安曾	36°19'11.43"	138°11'58.02"	16.9	21.4	該当なし	0.0	0.0177	38.3	無	4	4	適		しての判定が妥当。		
211	下武石	36°17'41.55"	138°13'35.94"	17.0	21.2	該当なし	10.0	0.0173	40.2	無	1	4	適		地形等を反映した妥当な	2	
212	下武石	36°17'41.97"	138°13'36.76"	17.7	22.1	該当なし	0.0	0.0174	25.7	無	2	2	適	★	ゾーニング。周辺地全体		
213	下武石	36°17'39.81"	138°13'35.8"	16.8	20.8	該当なし	10.0	0.0174	32.6	無	3	3	適		としては林業適地として		
214	下武石	36°17'40.35"	138°13'35.66"	16.8	20.8	該当なし	0.0	0.0175	37.6	無	4	4	適		判定可能。アカマツ多。		
221	武石余里	36°14'58.21"	138°13'3.41"	17.1	21.6	該当なし	0.0	0.0141	30.8	有	1	1	適	★	地形等を反映した妥当な	1	
222	武石余里	36°14'57.07"	138°13'2.74"	17.1	21.6	該当なし	0.0	0.0144	26.6	無	2	2	適		ゾーニング。周辺地とし		
223	武石余里	36°14'57.55"	138°13'1.56"	16.9	21.3	該当なし	10.0	0.0141	33.0	無	3	3	適		ては災害リスクに要注意		
224	武石余里	36°14'58.8"	138°13'1.84"	16.7	21.1	該当なし	10.0	0.0136	34.3	有	4	4	適		の区域として判定可能。		
251	武石上本入	36°15'59.49"	138°10'20.03"	17.6	22.6	該当なし	0.0	0.0158	32.4	有	1	1	適	★	地形等を反映した妥当な	1	
252	武石上本入	36°15'57.73"	138°10'20.19"	17.7	22.9	該当なし	10.0	0.0167	29.8	無	2	2	適		ゾーニング。周辺地とし		
253	武石上本入	36°15'58.13"	138°10'18.58"	17.0	21.9	該当なし	30.0	0.0164	42.5	無	3	2	適		ては災害リスクに要注意		
254	武石上本入	36°15'59.17"	138°10'18.64"	17.0	21.9	該当なし	30.0	0.0156	34.2	有	4	1	適		の区域として判定可能。		
261	武石上本入	36°16'4.07"	138°7'55.99"	17.0	22.8	該当なし	10.0	0.0181	35.4	無	1	1	適	★	崩壊跡があり、周辺は林	4	
262	武石上本入	36°16'4.63"	138°7'56.52"	17.0	22.8	該当なし	0.0	0.0174	26.1	無	2	2	適		業不適地の区域も多い。		
263	武石上本入	36°16'3.74"	138°7'56.41"	16.9	22.5	該当なし	10.0	0.0182	30.8	無	3	2	適		災害に強い森林管理の区		
264	武石上本入	36°16'5.33"	138°7'52.72"	16.7	22.5	該当なし	28.3	0.0184	38.1	無	4	1	適		域としての判定が妥当。		

134 真田町長

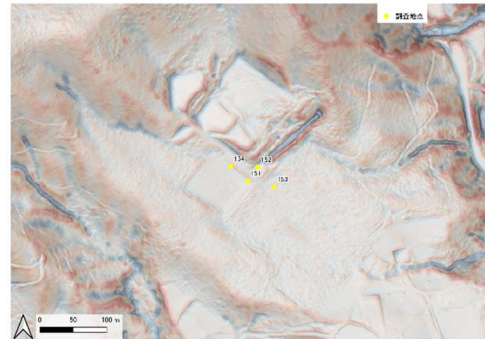
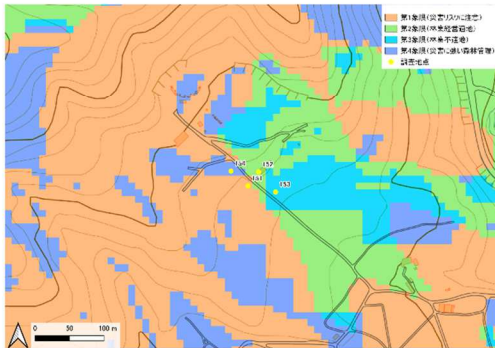


沢部に堆積土砂があり、ゾーニング図にも反映され、災害リスクが高いと判定されていた。周辺地は全体的に緩傾斜であり、林業適地として判定可能であった。

ゾーニング：第4象限
↓
評価結果：第4象限



151 菅平高原



周辺一帯は平坦あるいは緩傾斜の場所であったが、地形の複雑さの要素が影響し、災害リスクが高めに判定されていた。実際には、災害リスクはより低いものと想定された。

ゾーニング：第1象限
↓
評価結果：第2象限



図 4-20 長野県上田市における現地実証の現地写真

(4) 京都府京丹波町

① 地域概況及びゾーニングのポイント（表 4-3）

町面積の約 83%を森林が占め、その 9 割以上が公有林と私有林を合わせた民有林で構成されている。そのうち、スギ、ヒノキ、マツ等の針葉樹が約 6 割、広葉樹が 4 割となっている。

➤ 収益性

- ・ 地位：地位別上層樹高曲線を参考とし、林齢 40 年時点の上層樹高 16m と 18m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：点数を設定した作業システムが 9-13t スイングヤード、6-8t ウィンチ及び本架線の 3 種類であったため、該当なし、本架線、その他の 3 区分となるよう閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考とし、0.02 と 0.026 をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 傾斜：一般的な傾斜区分において、急傾斜とされる 35°、急峻とされる 45° をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 3 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-21、調査データ及び所見を表 4-15、現地写真を図 4-22 に示した。全データは巻末資料に示した。

調査した 72 地点のうち 70 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。No103 の調査地点では、水田跡とみられる平坦地において、点数設定のあった作業システムが適用されず、集材作業効率が過小に評価されたため、第 3 象限と判定されている区域も第 2 象限とすることが妥当であると考えられた。同様に No283 でも、平坦地での集材作業効率が過小評価されていた。

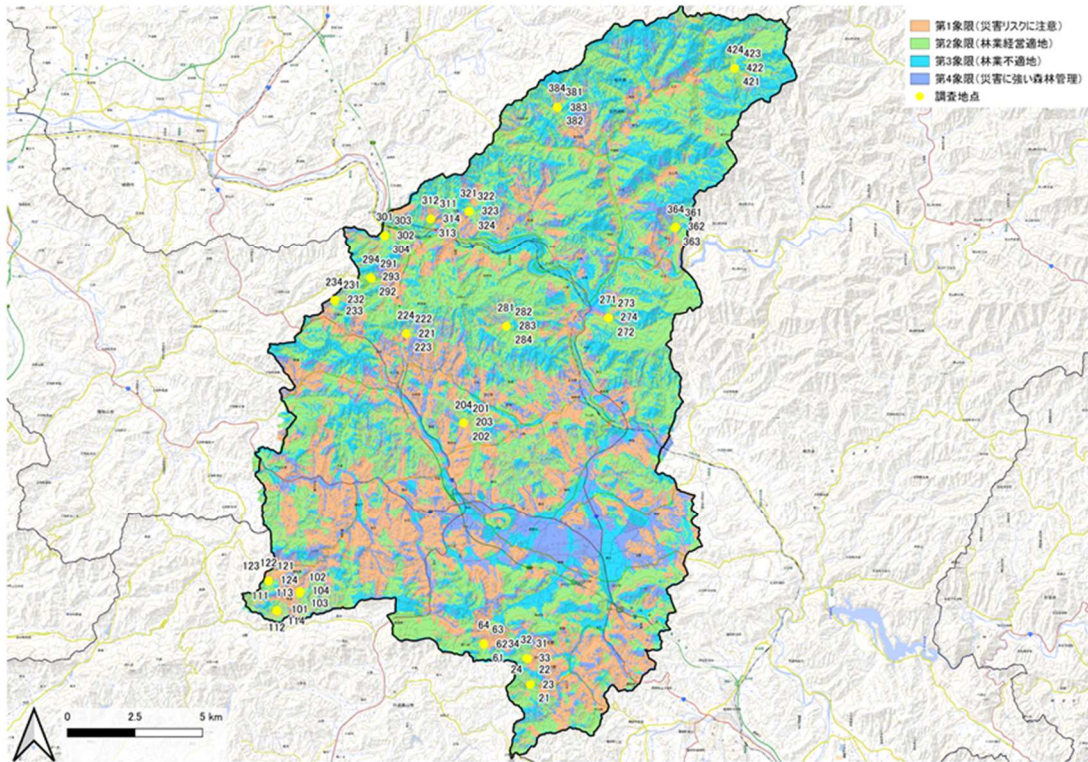
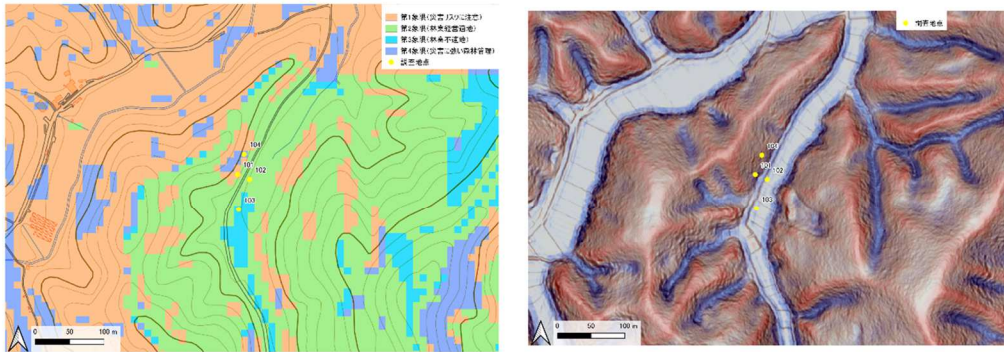


図 4-21 京都府京丹波町のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-15 京都府京丹波町における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		ス干地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	4象限区分	ゾーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分		
		N	E													
21	口八田	35°7'17.74"	135°23'44.19"	16.2	本架線	20.0	0.0278	35.6	無	1	適	★	一部で法面が傾斜に反映	2		
22	口八田	35°7'17.48"	135°23'44.62"	16.0	本架線	10.0	0.0273	34.1	無	2	適		されていないものの、周		2	
23	口八田	35°7'16.79"	135°23'44.96"	14.8	該当なし	10.0	0.0267	5.9	無	3	適		辺地全体としては林業適			2
24	口八田	35°7'17.76"	135°23'45.33"	16.0	本架線	10.0	0.0272	35.4	無	4	適		地として判定可能。			
31	高岡	35°7'48.61"	135°23'40.43"	16.2	本架線	10.0	0.0288	35.1	無	1	適		地形等を反映した妥当な	2		
32	高岡	35°7'49.03"	135°23'38.39"	17.7	6-8tワインチ	10.0	0.0287	18.1	無	2	適	★	ゾーニング。周辺地全体		2	
33	高岡	35°7'48.55"	135°23'39.18"	16.2	該当なし	0.0	0.0288	8.1	無	3	適		としては林業適地として			2
34	高岡	35°7'48.24"	135°23'41.19"	15.1	本架線	10.0	0.0288	35.6	無	4	適		判定可能。			
61	安井	35°8'5.46"	135°22'36.66"	18.0	本架線	0.0	0.0272	35.8	無	1	適		地形等を反映した妥当な	2		
62	安井	35°8'4.71"	135°22'36.56"	18.0	本架線	0.0	0.0269	25.7	無	2	適	★	ゾーニング。周辺地全体		2	
63	安井	35°8'5.15"	135°22'35.85"	18.0	該当なし	10.0	0.0266	8.3	無	3	適		としては林業適地として			2
64	安井	35°8'6.06"	135°22'36.23"	15.6	本架線	10.0	0.0271	38.5	無	4	適		判定可能。天然林含む。			
101	鎌谷奥	35°9'6.31"	135°18'6.73"	17.9	本架線	10.0	0.0297	35.5	無	1	適		水田跡の平坦地での集材	2		
102	鎌谷奥	35°9'6.07"	135°18'7.43"	19.4	該当なし	10.0	0.0294	5.5	無	2	適	★	作業効率が影響し、第3		2	
103	鎌谷奥	35°9'4.65"	135°18'6.81"	17.9	該当なし	0.0	0.0291	7.6	無	3	否		象限と判定されている区			2
104	鎌谷奥	35°9'7.26"	135°18'7.11"	16.4	該当なし	20.0	0.0299	40.2	無	4	適		域も、第2象限が妥当。			
111	鎌谷奥	35°8'43.62"	135°17'34.15"	17.4	本架線	10.0	0.0293	39.0	無	1	適	★	地形等を反映した妥当な	2		
112	鎌谷奥	35°8'44.51"	135°17'33.15"	18.9	該当なし	10.0	0.0285	7.9	無	2	適		ゾーニング。周辺地全体		2	
113	鎌谷奥	35°8'43.09"	135°17'33.69"	17.4	該当なし	10.0	0.0291	4.5	無	3	適		としては林業適地として			2
114	鎌谷奥	35°8'43.28"	135°17'32.94"	17.4	該当なし	20.0	0.0291	41.0	無	4	適		判定可能。			
121	鎌谷奥	35°9'19.33"	135°17'21.09"	17.4	6-8tワインチ	0.0	0.0215	17.0	有	1	適		露岩を含む地形を反映し	2		
122	鎌谷奥	35°9'18.79"	135°17'20.67"	16.0	6-8tワインチ	0.0	0.0223	12.0	無	2	適	★	た妥当なゾーニング。周		2	
123	鎌谷奥	35°9'19.33"	135°17'20.38"	16.0	本架線	14.1	0.0223	37.8	無	3	適		辺地全体としては林業適			2
124	鎌谷奥	35°9'19.68"	135°17'20.78"	16.0	本架線	10.0	0.0217	37.5	有	4	適		地として判定可能。			
201	保井谷	35°12'30.97"	135°22'5.19"	16.2	本架線	10.0	0.0267	33.6	有	1	適		地形等を反映した妥当な	2		
202	保井谷	35°12'31.68"	135°22'5.1"	16.2	6-8tワインチ	0.0	0.0266	23.7	無	2	適	★	ゾーニング。周辺地全体		2	
203	保井谷	35°12'32.04"	135°22'4.55"	16.2	該当なし	10.0	0.0267	9.1	無	3	適		としては林業適地として			2
204	保井谷	35°12'30.75"	135°22'4.62"	16.6	該当なし	10.0	0.0264	7.9	有	4	適		判定可能。			
221	水呑	35°14'17.65"	135°20'40"	17.6	6-8tワインチ	0.0	0.0288	22.4	有	1	適		地形等を反映した妥当な	1		
222	水呑	35°14'18.04"	135°20'40.04"	17.6	6-8tワインチ	0.0	0.0288	15.3	有	2	適	★	ゾーニング。周辺地とし		1	
223	水呑	35°14'18.36"	135°20'39.51"	17.6	該当なし	10.0	0.0290	5.7	無	3	適		ては災害リスクに要注意			1
224	水呑	35°14'18.01"	135°20'39.5"	17.6	該当なし	10.0	0.0290	6.8	無	4	適		の場所として判定可能。			
231	戸津川	35°14'58.29"	135°18'54.77"	18.1	本架線	14.1	0.0264	35.0	無	1	適		地形等を反映した妥当な	4		
232	戸津川	35°14'58.08"	135°18'55.64"	18.1	6-8tワインチ	0.0	0.0257	16.6	無	2	適		ゾーニング。砂防指定地		4	
233	戸津川	35°14'56.69"	135°18'54.75"	17.4	該当なし	0.0	0.0254	5.5	無	3	適		であり、ゾーニング結果			4
234	戸津川	35°14'57.36"	135°18'53.96"	15.4	該当なし	14.1	0.0260	41.3	無	4	適	★	も整合していた。			
271	升谷	35°14'38.33"	135°25'35.27"	16.2	本架線	10.0	0.0221	32.6	有	1	適		地形等を反映した妥当な	4		
272	升谷	35°14'38.06"	135°25'36.01"	16.2	本架線	0.0	0.0227	37.3	無	2	適		ゾーニング。災害に強い		4	
273	升谷	35°14'38.36"	135°25'36.81"	14.6	該当なし	10.0	0.0232	40.4	無	3	適		森林管理の区域としての			4
274	升谷	35°14'38.97"	135°25'35.46"	14.8	本架線	10.0	0.0225	37.5	有	4	適	★	判定が妥当。生育不良。			
281	安柄里	35°14'27.91"	135°23'5.9"	17.5	本架線	10.0	0.0227	39.8	有	1	適	★	平坦地での集材作業効率	1		
282	安柄里	35°14'27.39"	135°23'6.46"	17.5	6-8tワインチ	0.0	0.0221	22.3	無	2	適		が影響し、第3象限と判		1	
283	安柄里	35°14'27.89"	135°23'7.02"	17.5	該当なし	10.0	0.0223	5.7	無	3	否		定されている区域も、第			1
284	安柄里	35°14'28.21"	135°23'6.54"	17.5	該当なし	10.0	0.0224	6.5	有	4	適		2象限が妥当。			
291	大簾	35°15'23.94"	135°19'48.74"	17.5	本架線	0.0	0.0269	35.6	無	1	適		地形等を反映した妥当な	2		
292	大簾	35°15'24.82"	135°19'47.09"	14.5	本架線	0.0	0.0262	34.7	無	2	適		ゾーニング。道路南側は		2	
293	大簾	35°15'25.64"	135°19'46.8"	14.5	該当なし	0.0	0.0257	40.1	無	3	適		生育良好なスギ林で、林			2
294	大簾	35°15'24.98"	135°19'47.87"	14.5	該当なし	0.0	0.0265	43.6	無	4	適	★	業適地として判定可能。			
301	広野	35°16'16.92"	135°20'7.31"	19.1	該当なし	20.0	0.0214	48.2	無	1	適		地形等を反映した妥当な	2		
302	広野	35°16'16.39"	135°20'7.82"	19.1	該当なし	0.0	0.0210	6.1	無	2	適		ゾーニング。周辺地全体		2	
303	広野	35°16'16.96"	135°20'8.87"	17.7	該当なし	0.0	0.0214	2.7	無	3	適		としては林業適地として			2
304	広野	35°16'15.98"	135°20'6.44"	17.5	該当なし	10.0	0.0214	46.2	無	4	適	★	判定可能。			
311	広瀬	35°16'37.52"	135°21'15.22"	15.2	6-8tワインチ	10.0	0.0232	16.9	有	1	適	★	地形等を反映した妥当な	1		
312	広瀬	35°16'37.22"	135°21'14.23"	15.8	6-8tワインチ	10.0	0.0230	13.6	無	2	適		ゾーニング。周辺地とし		1	
313	広瀬	35°16'36.77"	135°21'14.03"	15.8	該当なし	0.0	0.0222	9.6	無	3	適		ては災害リスクに要注意			1
314	広瀬	35°16'36.82"	135°21'14.79"	15.2	該当なし	0.0	0.0227	3.3	有	4	適		の場所として判定可能。			
321	広瀬	35°16'45.99"	135°22'10.19"	16.9	本架線	10.0	0.0217	33.8	無	1	適	★	地形等を反映した妥当な	2		
322	広瀬	35°16'46.84"	135°22'10.43"	16.9	6-8tワインチ	14.1	0.0220	16.0	無	2	適		ゾーニング。周辺地全体		2	
323	広瀬	35°16'46.47"	135°22'11.35"	17.5	該当なし	10.0	0.0210	5.7	無	3	適		としては林業適地として			2
324	広瀬	35°16'46.1"	135°22'11.33"	17.5	該当なし	10.0	0.0209	2.3	有	4	適		判定可能。			
361	塩谷	35°16'28.76"	135°27'14.23"	18.6	本架線	0.0	0.0199	37.2	有	1	適		地形等を反映した妥当な	2		
362	塩谷	35°16'29.37"	135°27'13.21"	18.6	6-8tワインチ	14.1	0.0193	11.6	有	2	適	★	ゾーニング。周辺地全体		2	
363	塩谷	35°16'28.19"	135°27'11.79"	17.2	該当なし	10.0	0.0191	7.6	有	3	適		としては林業適地として			2
364	塩谷	35°16'28.18"	135°27'13.36"	15.4	本架線	10.0	0.0202	36.9	有	4	適		判定可能。			
381	西河内	35°18'52.05"	135°24'18.62"	17.8	本架線	10.0	0.0263	37.5	無	1	適		地形等を反映した妥当な	4		
382	西河内	35°18'52.06"	135°24'19.4"	18.1	該当なし	0.0	0.0260	4.0	無	2	適		ゾーニング。災害に強い		4	
383	西河内	35°18'50.79"	135°24'19.94"	17.0	該当なし	10.0	0.0250	3.2	無	3	適		森林管理の区域としての			4
384	西河内	35°18'52.45"	135°24'18.6"	17.8	該当なし	10.0	0.0269	41.9	無	4	適	★	判定が妥当。生育不良。			
421	仏主	35°19'39.97"	135°28'38.08"	19.4	該当なし	10.0	0.0216	45.0	無	1	適		露岩を含む地形を反映し	2		
422	仏主	35°19'39.32"	135°28'37.9"	19.4	6-8tワインチ	0.0	0.0217	17.3	無	2	適	★	た妥当なゾーニング。周		2	
423	仏主	35°19'39.34"	135°28'39.28"	16.2	該当なし	10.0	0.0216	40.2	無	3	適		辺地全体としては林業適			2
424	仏主	35°19'39.65"	135°28'39.19"	16.2	該当なし	14.1	0.0216	45.3	無	4	適		地として判定可能。			

102 鎌谷奥



水田跡とみられる平坦地において、点数設定のあった作業システムが適用されず、集材作業効率が過小に評価された。周辺全体としては、林業適地として判定可能であった。

ゾーニング：第3象限
↓
評価結果：第2象限

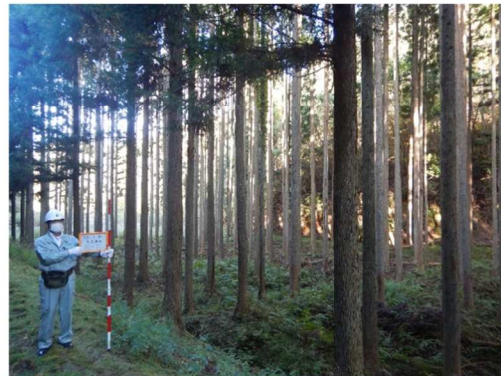


図 4-22 京都府京丹波町における現地実証の現地写真

(5) 兵庫県神河町

① 地域概況及びゾーニングのポイント（表 4-3）

総面積のうち山林が約 9 割を占め、標高 1,000 m 級の山々に囲まれた急峻な地形の多い地域である。

➤ 収益性

- ・ 地位：地位別上層樹高曲線を参考とし、林齢 40 年時点の上層樹高 16m と 20m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：9-13t クラスと 6-8t クラスの作業システムに大別した。そのうえで、大型機械のうち、高性能な 9-13t プロセッサと、その他が分かれるよう閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考とし、0.013 と 0.019 をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 傾斜：一般的な傾斜区分において、急傾斜とされる 35°、急峻とされる 45° をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 2 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-23、調査データ及び所見を表 4-16、現地写真を図 4-24 に示した。全データは巻末資料に示した。

調査した 47 地点のうち 42 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。No313、314 及び 319 の調査地点では、第 3 象限と判定された区域と、隣接する第 4 象限とを比較したところ、同様の地形の様相を呈しており、いずれも第 4 象限と判定して差し支えないと考えられた。また、No122 及び 422 は、地形の複雑さの要素が影響し、災害リスクが高い区域として判定されたが、隣接する区域との明瞭な差を認めることはできなかった。

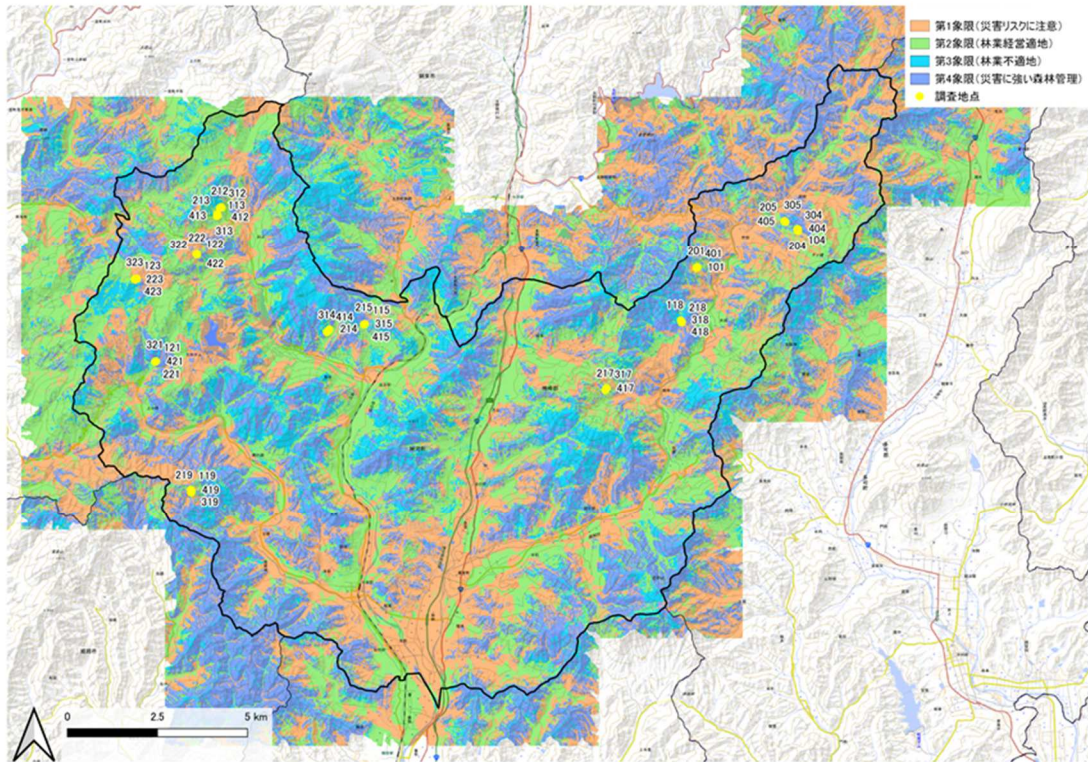
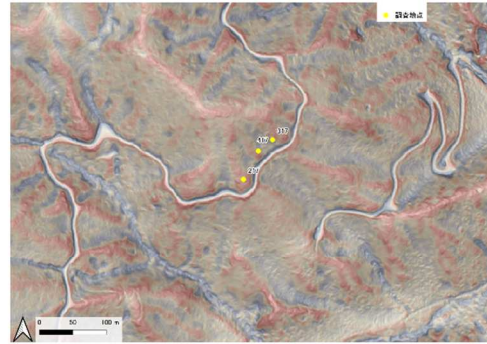
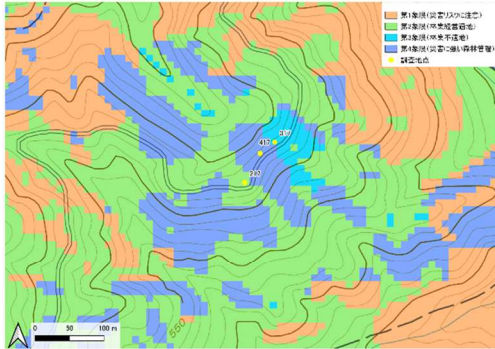


図 4-23 兵庫県神河町のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-16 兵庫県神河町における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		スギ地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	4象限区分	ソーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分
		N	E											
101	大畑	35°8'42.11"	134°50'46.94"	16.3	該当なし	10.0	0.0151	42.0	無	1	適		地形等を反映した妥当な ソーニング。第1象限と 第4象限の差は地位。生 育良好なスギ林。	2
201	大畑	35°8'41.89"	134°50'46.41"	16.3	1-13スギゾーン	0.0	0.0154	30.8	無	2	適	★		
401	大畑	35°8'42.33"	134°50'47.6"	14.9	該当なし	0.0	0.0151	42.2	無	4	適			
104	作畑	35°9'16.18"	134°52'37.69"	22.7	6-8ヒノキベスタ	370.1	0.0179	37.4	無	1	適		地形等を反映した妥当な ソーニング。全体的に急 傾斜地。岩質地帯で適付 けも困難。	4
204	作畑	35°9'15.94"	134°52'37.4"	18.9	1-13スギゾーン	379.9	0.0180	30.6	無	2	適			
304	作畑	35°9'17.46"	134°52'38.1"	18.9	9-13ワインチ	419.9	0.0180	18.8	無	3	適			
404	作畑	35°9'17.07"	134°52'38.07"	15.5	6-8ヒノキベスタ	420.1	0.0184	35.7	無	4	適	★		
205	作畑	35°9'24.38"	134°52'23.22"	17.2	9-13ザウルス	388.3	0.0173	34.3	無	2	適		地形等を反映した妥当な ソーニング。生育良好な スギ林であるが、搬出は 困難。	4
305	作畑	35°9'23.4"	134°52'24.41"	16.8	9-13ザウルス	430.1	0.0175	31.3	無	3	適			
405	作畑	35°9'23.71"	134°52'24.41"	16.8	該当なし	422.0	0.0175	40.2	無	4	適	★		
212	川上	35°9'38.33"	134°42'4.34"	15.0	1-13スギゾーン	10.0	0.0102	34.2	無	2	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。斜面は急傾 斜。生育良好なスギ林で あるが、搬出は困難。	2
312	川上	35°9'39.04"	134°42'5.51"	15.0	該当なし	10.0	0.0125	41.6	無	3	適			
412	川上	35°9'38.72"	134°42'4.82"	15.3	該当なし	0.0	0.0130	43.1	無	4	適			
113	川上	35°9'30.49"	134°42'0.87"	16.0	該当なし	22.4	0.0139	40.8	無	1	適		第3象限とされた区域石 第4象限として差し支え ない様相。全体的に急傾 斜地。生育良好。	3
213	川上	35°9'32.78"	134°42'1.37"	16.8	該当なし	0.0	0.0108	42.0	無	2	適			
313	川上	35°9'32.15"	134°42'1.2"	15.6	該当なし	0.0	0.0114	41.2	無	3	否	★		
413	川上	35°9'31.07"	134°42'0.92"	15.6	該当なし	0.0	0.0131	41.7	無	4	適			
214	長谷	35°7'48.04"	134°44'3.7"	14.9	1-13スギゾーン	10.0	0.0136	33.7	無	2	適		第3象限とされた区域が 急傾斜で、第4象限とし て差し支えない様相。崩 落跡あり。	3
314	長谷	35°7'45.67"	134°44'0.87"	14.0	該当なし	10.0	0.0128	40.9	無	3	否	★		
414	長谷	35°7'46.62"	134°44'2.47"	14.4	該当なし	10.0	0.0133	41.6	無	4	適			
115	長谷	35°7'52.62"	134°44'42.8"	15.8	9-13ザウルス	364.0	0.0190	24.9	無	1	適		地形等を反映した妥当な ソーニング。平坦な沢と 沢を挟んだ急傾斜の斜 面。	2
215	長谷	35°7'52.31"	134°44'41.58"	15.9	9-13ザウルス	366.7	0.0189	29.1	無	2	適	★		
315	長谷	35°7'52.45"	134°44'42.05"	15.9	9-13ザウルス	362.5	0.0189	30.2	無	3	適			
415	長谷	35°7'52.66"	134°44'42.45"	15.8	9-13ザウルス	367.7	0.0190	34.8	無	4	適			
217	越知	35°6'52"	134°49'5.81"	14.0	1-13スギゾーン	0.0	0.0147	30.3	無	2	適	★	地形等を反映した妥当な ソーニング。全体的に急 傾斜なスギ林。	2
317	越知	35°6'53.89"	134°49'7.54"	14.8	該当なし	10.0	0.0125	41.7	無	3	適			
417	越知	35°6'53.36"	134°49'6.7"	14.6	該当なし	10.0	0.0145	40.5	無	4	適			
118	越知	35°7'53.24"	134°50'30.3"	16.3	9-13ザウルス	691.9	0.0190	11.3	無	1	適		地形等を反映した妥当な ソーニング。生育良好な スギ林。	3
218	越知	35°7'53.63"	134°50'29.73"	16.3	9-13ザウルス	710.2	0.0187	29.1	無	2	適			
318	越知	35°7'54.65"	134°50'29.01"	15.8	9-13ザウルス	711.8	0.0184	17.6	無	3	適	★		
418	越知	35°7'52.73"	134°50'29.91"	15.9	9-13ザウルス	703.5	0.0191	22.5	無	4	適			
119	宮野	35°5'21.12"	134°41'30.89"	17.9	該当なし	10.0	0.0174	41.4	無	1	適		第3象限とされた区域が 急傾斜で、第4象限とし て差し支えない様相。ス ギとヒノキの造林地。	2
219	宮野	35°5'21.91"	134°41'31.51"	15.5	1-13スギゾーン	0.0	0.0183	30.4	無	2	適	★		
319	宮野	35°5'21.41"	134°41'31.7"	15.5	該当なし	10.0	0.0182	9.6	無	3	否			
419	宮野	35°5'23.36"	134°41'31.71"	15.1	該当なし	0.0	0.0177	41.1	無	4	適			
121	上小田	35°7'19.72"	134°40'53.65"	17.2	9-13ザウルス	510.9	0.0191	22.3	無	1	適		谷地形であり、沢上部か らの供給による岩質土砂 の堆積地。全体的に緩傾 斜。生育良好なスギ林。	4
221	上小田	35°7'20.05"	134°40'53.47"	17.2	9-13ザウルス	504.4	0.0190	19.2	無	2	適			
321	上小田	35°7'19.35"	134°40'52.19"	14.8	9-13ザウルス	484.1	0.0188	16.7	無	3	適			
421	上小田	35°7'19.36"	134°40'53.1"	14.8	9-13ザウルス	496.8	0.0191	23.4	無	4	適	★		
122	川上	35°8'56.37"	134°41'38.13"	13.8	9-13ザウルス	0.0	0.0194	10.3	無	1	否	★	地形の複雑さの影響を認 めることはできなかった。 生育良好なスギ林。	1
222	川上	35°8'56.22"	134°41'38.96"	13.8	9-13ザウルス	10.0	0.0187	11.0	無	2	適			
322	川上	35°8'55.92"	134°41'38.95"	13.8	該当なし	14.1	0.0187	8.4	無	3	適			
422	川上	35°8'56.21"	134°41'38.55"	13.8	該当なし	0.0	0.0191	2.7	無	4	否			
123	上小田	35°8'33.65"	134°40'32.1"	13.7	9-13ワインチ	90.5	0.0194	19.9	無	1	適	★	平坦な峰部で災害リスク は相応に低いと想定され るが、樹木成長は不良。 広葉樹、ヒノキ林あり。	1
223	上小田	35°8'33.34"	134°40'31.18"	13.5	9-13ワインチ	100.0	0.0188	19.3	無	2	適			
323	上小田	35°8'33.74"	134°40'30.49"	14.0	該当なし	92.2	0.0186	8.6	無	3	適			
423	上小田	35°8'34.33"	134°40'32.88"	13.8	該当なし	76.1	0.0197	6.5	無	4	適			

217 越知

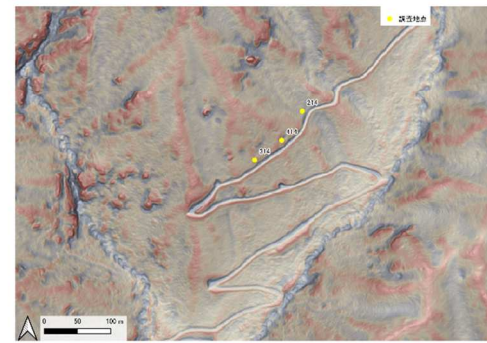
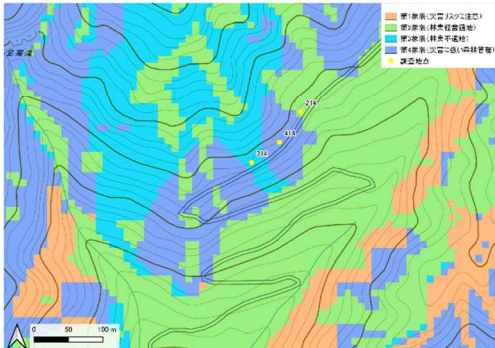


全体的に急傾斜なスギ林で、地形を反映した妥当なゾーニングであった。
 周辺全体としては、林業適地として判定可能であった。

ゾーニング：第2象限
 ↓
 評価結果：第2象限



314 長谷



第3象限とされた区域が急傾斜で、第4象限として差し支えない様相。崩落跡あり。

ゾーニング：第3象限
 ↓
 評価結果：第4象限



図 4-24 兵庫県神河町における現地実証の現地写真

(6) 島根県津和野町

① 地域概況及びゾーニングのポイント（表 4-3）

町の南西部から南東部に標高 500 m から 1,200 m の急峻な山々が中国山脈へと連なる地形で、町面積の 90%を森林が占めている。

➤ 収益性

- ・ 地位：地位別上層樹高曲線を参考とし、林齢 40 年時点の上層樹高 17m と 20m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：車両系の 9-13t グラップルと、架線系の作業システムに大別した。そのうえで、架線系のうち、本架線以下の収益性とした作業システムが分かれるよう閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考とし、0.02 と 0.03 をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 傾斜：一般的な傾斜区分において、急傾斜とされる 35°、急峻とされる 45° をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 2 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-25、調査データ及び所見を表 4-17、現地写真を図 4-26 に示した。全データは巻末資料に示した。

調査した 65 地点のうち 63 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。No202 の調査地点では、第 2 象限と判定された区域に大面積の擁壁があり、林業適地としての判定が適切でないと考えられた。また、No252 は、林業適地としてのゾーニングがなされていたが、現地では崩壊跡が認められたため、実際の災害リスクはより高い可能性がある。しかし、本事業のゾーニング手法は、地質の情報を利用していないため、計算上は表現できなかったものと考えられる。

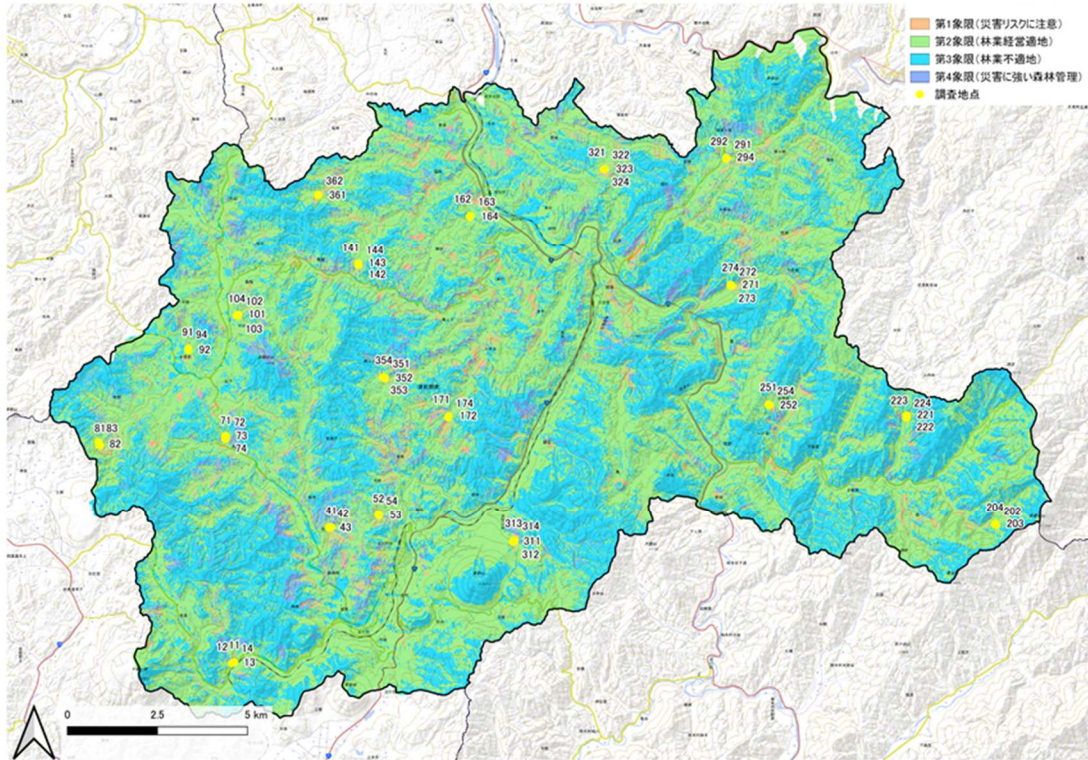
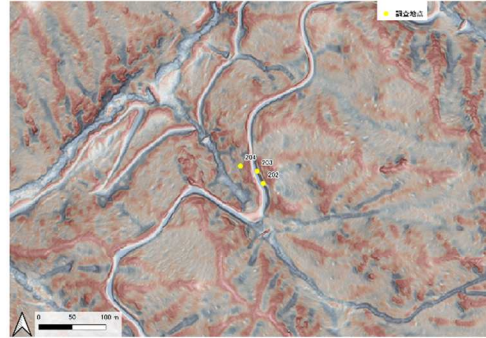
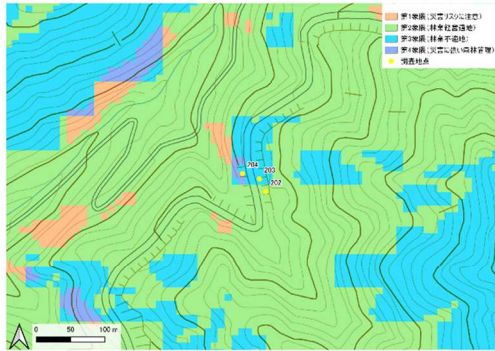


図 4-25 島根県津和野町のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-17 島根県津和野町における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		スギ地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	4象限区分	ゾーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分
		N	E											
11	名賀	34°26'32.6"	131°43'26.57"	17.6	該当なし	0.0	0.0189	47.6	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体	2
12	名賀	34°26'31.7"	131°43'24.04"	15.4	該当なし	10.0	0.0201	32.7	有	2	適	★	としては林業適地として	
13	名賀	34°26'32.06"	131°43'25.12"	16.2	該当なし	10.0	0.0198	41.7	有	3	適		判定可能。	
14	名賀	34°26'32.46"	131°43'26.06"	16.2	該当なし	0.0	0.0190	48.8	有	4	適		判定可能。	
41	田二穂	34°28'34.01"	131°45'11.43"	17.0	本架線	14.1	0.0251	39.9	有	1	適	★	露岩を含む地形を反映した妥当なゾーニング。災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
42	田二穂	34°28'34.43"	131°45'9.64"	17.0	本架線	0.0	0.0259	10.1	無	2	適			
43	田二穂	34°28'33.61"	131°45'8.95"	16.2	本架線	0.0	0.0253	37.3	無	3	適			
52	寺田	34°28'45.38"	131°46'2.74"	15.2	該当なし	10.0	0.0261	31.3	有	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。生育良好。	2
53	寺田	34°28'45.24"	131°46'3.43"	15.2	該当なし	0.0	0.0253	8.8	有	3	適			
54	寺田	34°28'46.18"	131°46'2.6"	15.2	本架線	10.0	0.0259	36.4	有	4	適			
71	邑輝	34°29'55.28"	131°43'16.14"	17.3	該当なし	10.0	0.0287	40.7	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。天然林。	4
72	邑輝	34°29'56.58"	131°43'16.69"	17.9	該当なし	14.1	0.0292	8.9	有	2	適	★		
73	邑輝	34°29'56.48"	131°43'15.3"	16.6	本架線	0.0	0.0274	37.6	無	3	適			
74	邑輝	34°29'53.88"	131°43'15.62"	16.3	本架線	10.0	0.0271	39.5	有	4	適			
81	吹野	34°29'47.77"	131°40'59.5"	18.8	該当なし	20.0	0.0213	40.3	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
82	吹野	34°29'48.59"	131°40'58"	18.4	本架線	0.0	0.0211	17.0	無	2	適			
83	吹野	34°29'50.64"	131°40'57.8"	16.8	該当なし	10.0	0.0221	8.3	無	3	適	★		
91	中曽野	34°31'14.75"	131°42'34.47"	17.9	本架線	10.0	0.0310	19.3	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。天然林。	2
92	中曽野	34°31'13.9"	131°42'34.79"	17.9	本架線	14.1	0.0320	23.5	無	2	適			
94	中曽野	34°31'15.34"	131°42'34.86"	16.3	該当なし	20.0	0.0305	7.0	有	4	適			
101	中川	34°31'46.09"	131°43'28.8"	18.6	本架線	0.0	0.0232	36.4	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。天然林あり。	2
102	中川	34°31'45.57"	131°43'28.95"	18.6	本架線	10.0	0.0233	25.8	有	2	適	★		
103	中川	34°31'44.74"	131°43'28.45"	16.8	該当なし	14.1	0.0236	7.6	有	3	適			
104	中川	34°31'45.02"	131°43'27.63"	16.8	本架線	0.0	0.0234	39.9	有	4	適			
141	豊稼	34°32'31.6"	131°45'39.17"	18.3	本架線	10.0	0.0247	35.5	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。天然林あり。	2
142	豊稼	34°32'31.22"	131°45'40.23"	19.7	本架線	10.0	0.0255	25.0	有	2	適	★		
143	豊稼	34°32'32.74"	131°45'39.21"	16.6	該当なし	10.0	0.0233	5.8	有	3	適			
144	豊稼	34°32'32.25"	131°45'39.91"	16.2	本架線	10.0	0.0246	39.4	有	4	適			
162	柳村	34°33'16.38"	131°47'40.58"	17.9	本架線	10.0	0.0246	21.4	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
163	柳村	34°33'16.71"	131°47'41.52"	15.9	本架線	0.0	0.0249	36.7	無	3	適			
164	柳村	34°33'15.77"	131°47'41.42"	14.7	該当なし	10.0	0.0249	47.0	無	4	適			
171	商人	34°30'14.98"	131°47'18.24"	18.5	本架線	10.0	0.0263	35.2	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地としては災害リスクに要注意の場所として判定可能。	1
172	商人	34°30'15.34"	131°47'18.82"	17.2	本架線	10.0	0.0259	34.9	有	2	適			
174	商人	34°30'14.35"	131°47'18.25"	16.8	該当なし	20.0	0.0265	47.4	有	4	適			
202	左鏡	34°28'38.24"	131°57'14.57"	18.4	該当なし	10.0	0.0191	40.6	無	2	否	★	第2象限と判定された区域に大面積の擁壁。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
203	左鏡	34°28'38.84"	131°57'14.21"	16.8	該当なし	10.0	0.0193	44.1	無	3	適			
204	左鏡	34°28'39.09"	131°57'13.24"	16.8	該当なし	0.0	0.0200	48.2	無	4	適			
221	左鏡	34°30'17.55"	131°55'36.5"	18.1	該当なし	14.1	0.0210	40.2	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。天然林。	2
222	左鏡	34°30'15.41"	131°55'37.02"	16.4	本架線	10.0	0.0198	34.8	有	2	適			
223	左鏡	34°30'15.41"	131°55'36.54"	16.4	本架線	0.0	0.0197	35.1	有	3	適			
224	左鏡	34°30'15.9"	131°55'36.54"	16.6	本架線	10.0	0.0201	39.6	有	4	適	★		
251	左鏡	34°30'26.86"	131°53'6.58"	18.3	本架線	10.0	0.0230	36.5	有	1	適	★	崩壊跡が認められ、災害リスクはより高いものと想定。竹林。	4
252	左鏡	34°30'25.97"	131°53'7.46"	16.6	本架線	0.0	0.0237	35.0	有	2	否			
254	左鏡	34°30'26.4"	131°53'7.68"	16.6	本架線	10.0	0.0235	39.2	有	4	適			
271	須川	34°32'14.27"	131°52'26.01"	17.3	該当なし	0.0	0.0228	46.9	無	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業不適地として判定可能。天然林。	3
272	須川	34°32'13.7"	131°52'26.1"	24.3	該当なし	10.0	0.0225	45.0	無	2	適	★		
273	須川	34°32'13.9"	131°52'25.23"	15.9	本架線	10.0	0.0219	36.1	無	3	適			
274	須川	34°32'14.57"	131°52'24.83"	15.9	該当なし	10.0	0.0222	45.6	無	4	適			
291	相撲ヶ原	34°34'8.86"	131°52'20.51"	18.7	本架線	10.0	0.0265	35.1	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。天然林。	2
292	相撲ヶ原	34°34'8.86"	131°52'19.62"	18.7	本架線	10.0	0.0262	30.7	有	2	適	★		
294	相撲ヶ原	34°34'9.54"	131°52'19.81"	16.1	本架線	0.0	0.0260	35.8	有	4	適			
311	直地	34°28'21.88"	131°48'28.95"	19.9	本架線	36.1	0.0203	38.8	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。林業適地として判定可能。沿道のスギを除き天然林。	2
312	直地	34°28'21.82"	131°48'30.59"	18.6	該当なし	10.0	0.0208	8.9	有	2	適	★		
313	直地	34°28'22.9"	131°48'29.68"	17.0	該当なし	10.0	0.0203	6.6	有	3	適			
314	直地	34°28'23.2"	131°48'30.87"	17.0	本架線	20.0	0.0204	37.0	有	4	適			
321	添谷	34°33'58.75"	131°50'6.72"	15.1	本架線	0.0	0.0316	23.6	有	1	適		地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地としては林業適地として判定可能。皆伐跡の天然林。	2
322	添谷	34°33'59.29"	131°50'7.49"	15.9	本架線	10.0	0.0310	23.0	無	2	適	★		
323	添谷	34°33'58.76"	131°50'7.92"	15.1	該当なし	10.0	0.0312	3.8	無	3	適			
324	添谷	34°33'59.04"	131°50'7.11"	15.9	該当なし	0.0	0.0312	9.5	有	4	適			
351	商人	34°30'49.83"	131°46'9.14"	18.8	本架線	0.0	0.0218	36.9	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。竹林。	4
352	商人	34°30'49.17"	131°46'8.8"	18.8	本架線	10.0	0.0220	12.3	有	2	適			
353	商人	34°30'50.09"	131°46'6.75"	16.3	該当なし	0.0	0.0222	9.2	有	3	適			
354	商人	34°30'50.12"	131°46'7.76"	14.4	本架線	0.0	0.0222	39.8	有	4	適			
361	畠田	34°33'34.4"	131°44'55.81"	21.8	該当なし	10.0	0.0203	40.6	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。林業適地として判定可能。生育良好なスギ林と天然林。	2
362	畠田	34°33'35.08"	131°44'55.73"	21.8	本架線	0.0	0.0196	35.9	有	2	適			

202 左鏡

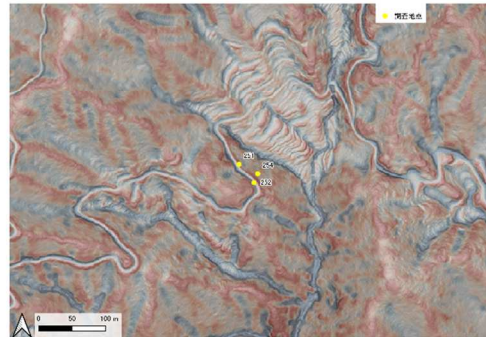
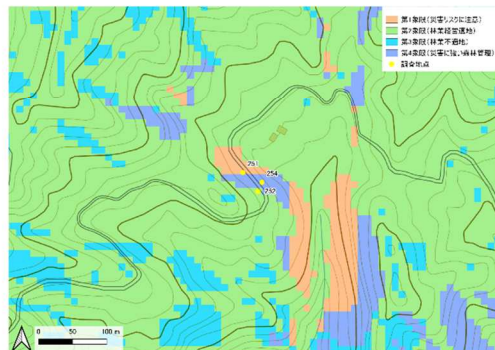


第2象限と判定された区域に大面積の擁壁があり、林業適地としての判定が適切でないと考えられた。
 周辺全体としては、林業適地として判定可能であった。

ゾーニング：第2象限
 ↓
 評価結果：第1象限



252 左鏡



崩壊跡が認められ、災害リスクはより高いものと想定。竹林。

ゾーニング：第2象限
 ↓
 評価結果：第1象限



図 4-26 島根県津和野町における現地実証の現地写真

(7) 徳島県那賀町

① 地域概況及びゾーニングのポイント（表 4-3）

町面積の 95%を森林が占め、その 93%が民有林であり、そのうちの 77%が人工林である。

➤ 収益性

- ・ 地位：地位別上層樹高曲線を参考とし、林齢 40 年時点の上層樹高 17.5m と 19m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：点数を設定した作業システムを本架線とその他の機械に大別し、該当なしを含め、それぞれが 3 区分となるよう閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考とし、0.01 と 0.02 をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 傾斜：一般的な傾斜区分において、急傾斜とされる 35°、急峻とされる 45° をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 3 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-27、調査データ及び所見を表 4-18、現地写真を図 4-28 に示した。全データは巻末資料に示した。

調査した 28 地点のうち 19 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。No20、21、25、26、33、39 の調査地点では、岩場、治山えん堤、崖地等の反映が十分でなく、実際の災害リスクはより高いものと想定された。反対に、No12 及び 40 では、傾斜や周囲の民家に注意して施業することは可能と考えられ、いずれも林業適地としての判定が適切と判断した。

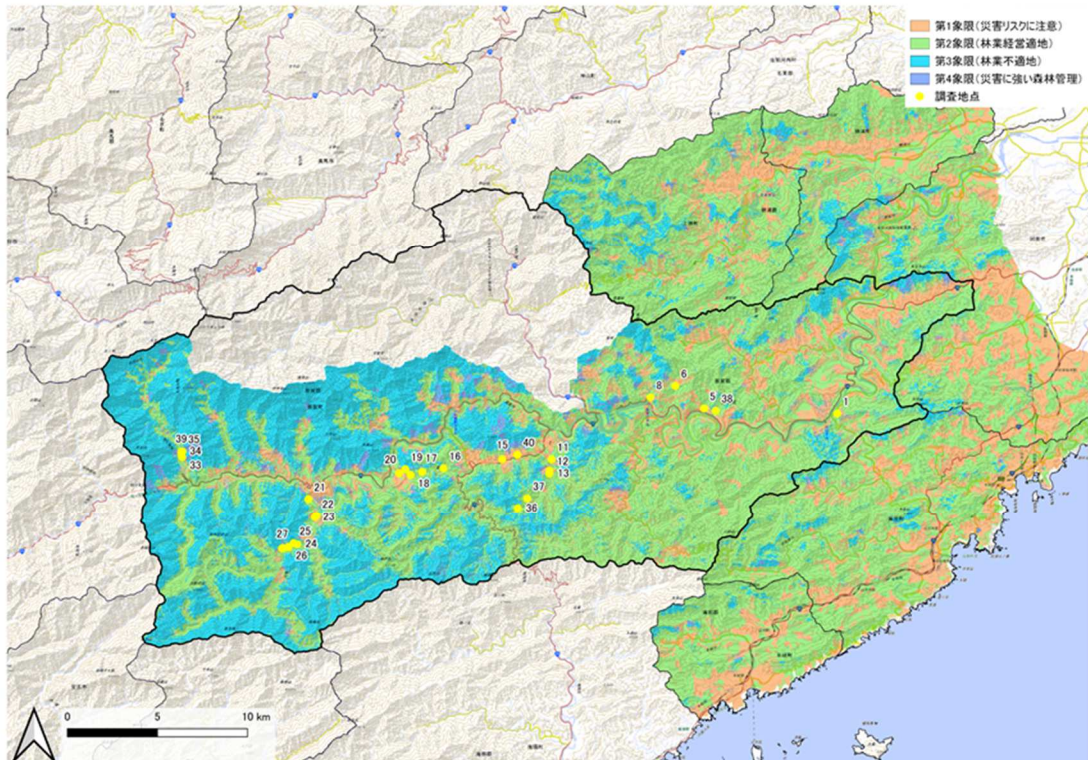
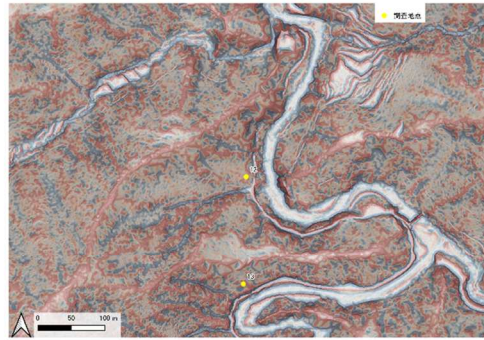
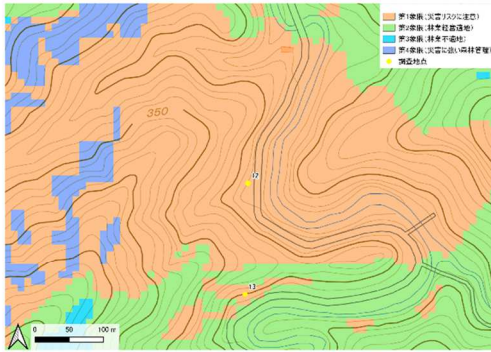


図 4-27 徳島県那賀町のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-18 徳島県那賀町における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		ヒ/ハ地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	4象限区分	ソーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分
		N	E											
1	川口	33°48'11.86"	134°28'26.01"	19.2	タワ-ヤ-ダ	147.6	0.014	39.6	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。収益性は高いが、民家があるため施業方法要検討。	1
5	音谷	33°48'23.15"	134°23'38.43"	19.0	タワ-ヤ-ダ	20.0	0.021	15.5	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。収益性は高いが、民家があるため施業方法要検討。	1
6	白ヶ谷	33°49'4.32"	134°22'36.86"	18.3	該当なし	14.1	0.020	40.0	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。収益性は高いが、急傾斜地あり。	1
8	長安口	33°48'44.01"	134°21'43.12"	18.4	該当なし	14.1	0.014	48.6	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。収益性は高いが、建物がある。	1
11	丈ヶ谷	33°46'53.84"	134°18'8.61"	18.1	該当なし	10.0	0.022	51.5	無	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
12	丈ヶ谷	33°46'33.32"	134°18'3.94"	19.2	タワ-ヤ-ダ	10.0	0.024	34.0	有	1	否	★	緩傾斜で、周辺地全体も含めて林業適地として判定可能。	2
13	丈ヶ谷	33°46'28.05"	134°18'3.72"	19.0	該当なし	10.0	0.020	47.0	無	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。急傾斜地。周囲は林業適地。	2
15	久保	33°46'54.52"	134°16'22.21"	19.0	タワ-ヤ-ダ	0.0	0.023	13.1	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。谷で緩傾斜であるが、周囲は急傾斜。スギの成長はよい。	1
16	星越峠	33°46'39.07"	134°14'15.23"	18.6	タワ-ヤ-ダ	0.0	0.020	33.1	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。急傾斜地が点在している。	2
17	星越峠	33°46'32.95"	134°13'29.38"	18.8	タワ-ヤ-ダ	10.0	0.023	30.9	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
18	久則谷	33°46'27.31"	134°13'4"	19.1	タワ-ヤ-ダ	20.0	0.022	36.5	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
19	久則谷	33°46'37.91"	134°12'52.78"	18.1	該当なし	80.0	0.015	50.3	無	2	適	★	緩傾斜であることを除き、地形等を反映した妥当なゾーニング。柚子畑跡にスギ植栽か。	2
20	久則谷	33°46'30.64"	134°12'39.45"	19.1	該当なし	0.0	0.021	44.8	有	1	否	★	岩場で成長も悪い。災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
21	南川	33°45'44.83"	134°9'23.2"	18.5	タワ-ヤ-ダ	20.0	0.016	29.9	無	2	否	★	治山えん堤に岩が堆積し、傾斜は緩いが岩場。災害リスクに要注意の場所としての判定が妥当。	1
22	南川	33°45'14.04"	134°9'40.47"	17.4	該当なし	128.1	0.018	43.2	有	4	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。成長悪く、災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
23	南川	33°45'11.53"	134°9'37.2"	18.0	タワ-ヤ-ダ	20.0	0.019	38.5	有	1	否	★	災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
24	木頭折宇	33°44'22.52"	134°8'58.76"	18.8	タワ-ヤ-ダ	14.1	0.016	28.0	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
25	木頭折宇	33°44'24.53"	134°8'51.14"	18.5	タワ-ヤ-ダ	14.1	0.014	38.1	無	2	否	★	治山えん堤のある沢で、周囲は崖地。周辺地全体としては災害リスクに要注意の場所としての判定が妥当。	1
26	木頭折宇	33°44'17.31"	134°8'39.02"	18.8	タワ-ヤ-ダ	30.0	0.021	38.8	無	2	否	★	岩場の沢で崖地も含む。災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
27	木頭折宇	33°44'15.45"	134°8'26.15"	18.6	タワ-ヤ-ダ	0.0	0.018	33.7	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。作業道が入っているが、架線の方が通している。横の沢には治山工あり。	2
33	高の瀬峡	33°47'2.69"	134°4'51.67"	18.3	該当なし	28.3	0.016	56.9	無	2	否	★	崖地であり、災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
34	高の瀬峡	33°47'12.49"	134°4'50.54"	17.8	該当なし	14.1	0.015	45.2	有	1	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。岩場であり、災害リスクに要注意の場所としての判定が妥当。	1
35	高の瀬峡	33°47'12.48"	134°4'52.14"	17.5	該当なし	51.0	0.016	57.2	有	4	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。岩場であり、災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
36	音谷	33°45'25.37"	134°16'54.82"	19.2	タワ-ヤ-ダ	22.4	0.021	26.5	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。再造林地。	2
37	音谷	33°45'43.44"	134°17'15.19"	18.4	該当なし	10.0	0.025	42.8	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。周辺地全体としては林業適地として判定可能。	2
38	音谷	33°48'18.86"	134°24'3.32"	19.5	タワ-ヤ-ダ	22.4	0.017	13.6	無	2	適	★	地形等を反映した妥当なゾーニング。再造林地でシカ害が多発している。	2
39	高の瀬峡	33°47'9.42"	134°4'49.6"	18.0	タワ-ヤ-ダ	0.0	0.018	28.1	無	2	否	★	岸壁であり、災害に強い森林管理の区域としての判定が妥当。	4
40	成瀬	33°47'2.7"	134°16'54.71"	18.6	該当なし	10.0	0.023	2.5	有	1	否	★	民家に近いが施業は可能で、林業適地として判定も可能と思われる。	2

12 丈ヶ谷



緩傾斜で、周辺地全体も含めて林業適地として判定可能。

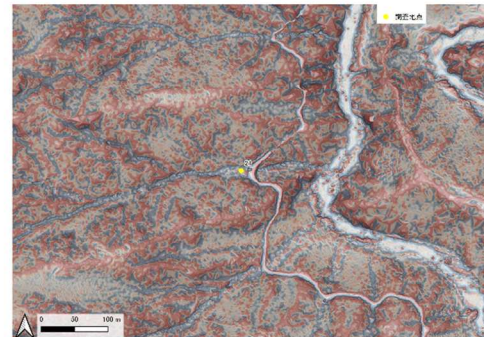
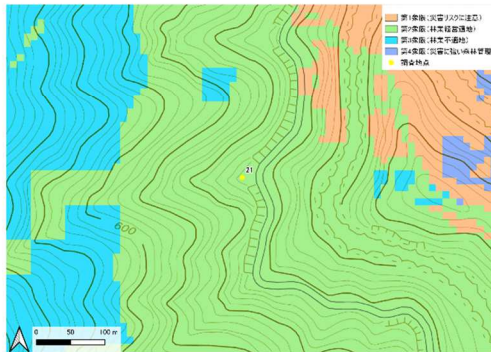
ゾーニング：第1象限

↓

評価結果：第2象限



21 南川



治山えん堤に岩が堆積し、傾斜は緩いが岩場。災害リスクに要注意の場所としての判定が妥当。

ゾーニング：第2象限

↓

評価結果：第1象限



図 4-28 徳島県那賀町における現地実証の現地写真

(8) 宮崎県日向市

① 地域概況及びゾーニングのポイント（表 4-3）

森林面積が市総面積の 75.8%であり、そのうち民有林が 92.2%を占めている。民有林のうち人工林が 55.3%、このうち標準伐期齢以上に達した森林面積が 79.1%を占めており、本格的な収穫期を迎えている。

➤ 収益性

- ・ 地位：地位別上層樹高曲線を参考とし、林齢 40 年時点の上層樹高 17m と 19m をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 集材作業効率：点数を設定した作業システムが 13t スイングヤードと本架線の 2 種類であったため、該当なしを含め、それぞれが 3 区分となるよう閾値を設定した。
- ・ 地利：作業を効率化できる道からの距離とされている車両系での 200m 以下、架線系での 400m 以下をそれぞれ閾値として設定した。

➤ 災害リスク

- ・ 地形の複雑さ：CS 立体図及び地すべり地形分布図を参考とし、-1 と 0.065 をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 傾斜：一般的な傾斜区分において、急傾斜とされる 35°、急峻とされる 45° をそれぞれ閾値として設定した。
- ・ 保全対象を含む流域：保全対象を含まない流域を 1 点、保全対象を含む流域を 3 点として設定した。

② 調査結果

試作したゾーニング図及び調査地点を図 4-29、調査データ及び所見を表 4-19、現地写真を図 4-30 に示した。全データは巻末資料に示した。

調査した 10 地点のうち 6 地点では、地形等を反映した妥当なゾーニングであった。そのうち、No4 の調査地点は、付近に民家はあるが、傾斜が緩やかであるため、施業に留意すれば問題はないと判断された。これは、試作したゾーニング図が、保全対象を含む流域に位置していることを注意喚起する機能を発揮した好事例であった。ゾーニングが現地の状況と適合していなかった調査地点では、地利の要素を道からの水平距離として算出していることが影響し、施業の難易度とゾーニングとの同調性が低下した可能性がある。また、No1 及び No3 では、地形の複雑さの要素において、全面的に中程度となるように閾値を設定したため、法面の複雑さを表現できなかつたと考えられる。

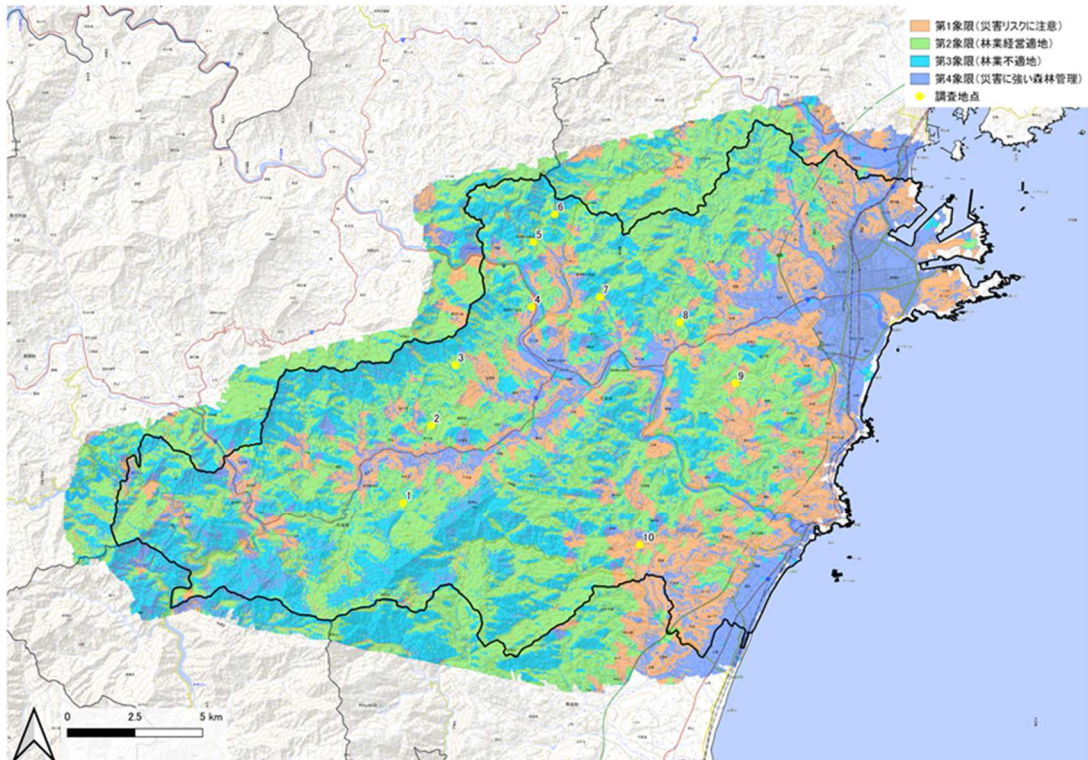
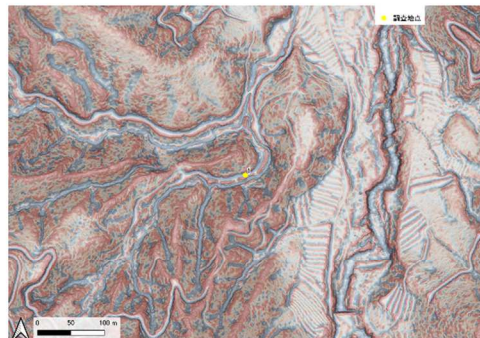
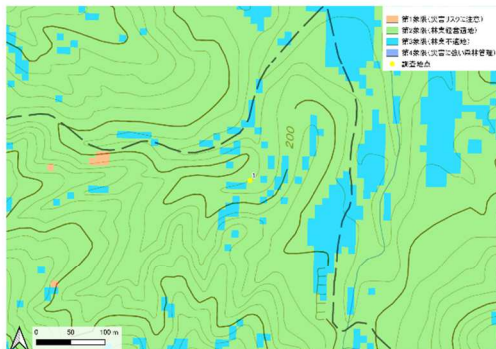


図 4-29 宮崎県日向市のゾーニング図及び現地実証の調査地点

表 4-19 宮崎県日向市における現地実証の調査データ及び所見

No	地域	調査地点		スギ地位 (m)	集材作 業効率	地利 (m)	地形の 複雑さ	傾斜 (°)	保全対象 の有無	4象限区分	ソーニ ング適否	現地写真	所見	周辺地 4象限区分
		N	E											
1	東郷町坪谷	32°20'45.39"	131°27'10.99"	18.4	13スイングヤード	58.3	0.0241	18.0	無	2	否	★	林道終点から狭隘な谷沿いに続く林分で、集材路の作設が難しく、かつ、斜面は起伏に富み複雑さが高く、スイングヤードによる集材においては、作業の煩雑さが増すことになり、収益性の評価に疑問がある。	2
2	東郷町山除戊	32°22'18.92"	131°27'48.42"	20.2	13スイングヤード	0.0	0.0235	24.5	無	2	適	★	伐採搬出しやすかった林分。法面は緩傾斜で斜面長も集材に適しており、地形等を反映した妥当なソーニング。	2
3	東郷町山除己	32°23'32.33"	131°28'20.87"	19.2	13スイングヤード	94.3	0.0302	15.9	無	2	否	★	伐採搬出しにくかった林分。狭隘で集材が困難な谷や複雑な法面あり。一帯は災害リスクの低い区域としてソーニングされているが、施業の難易とは関連していない。	2
4	東郷町八重原	32°24'43.72"	131°30'7.69"	16.2	13スイングヤード	10.0	0.0202	19.0	有	1	適	★	伐採搬出しやすかった林分。民家があるが、緩斜面で注意して施業すれば問題なし。保全対象を含む流域であることを注意喚起できるソーニング結果としての好事例。	1
5	東郷町迫野内	32°26'3.09"	131°30'8.19"	17.8	13スイングヤード	76.2	0.0166	12.5	無	2	適	★	伐採搬出しやすかった林分。傾斜のある長大でまとまりのある法面。地形等を反映した妥当なソーニング。	2
6	東郷町迫野内	32°26'36.61"	131°30'37.81"	16.4	本架線	192.4	0.0160	28.3	無	3	否	★	伐採搬出しやすかった林分。尾根部に位置する緩傾斜地。林道は狭いつづら折りで距離もあるが、市場至近。地形に基づくソーニングと搬出コストとの関係性が低い。	3
7	東郷町山除丙	32°24'57.04"	131°31'43.85"	16.3	該当なし	0.0	0.0205	8.0	無	3	適	★	伐採搬出しやすかった林分。広大でまとまりのある法面で効率的な施業が可能。地形等を反映した妥当なソーニング。	2
8	東郷町山除乙	32°24'28.68"	131°33'37.99"	15.7	13スイングヤード	250.0	0.0146	13.0	無	3	適	★	伐採搬出しやすかった林分。斜面下部は急傾斜で地形も複雑であるが、林道の通る上部は緩斜面で複雑さもない。地形等を反映した妥当なソーニング。	2
9	平岩	32°23'16.68"	131°34'57.82"	21.2	13スイングヤード	0.0	0.0225	28.5	有	1	適	★	伐採搬出しやすかった林分。公道沿いにあり、斜面傾斜及び斜面長に問題なし。地形等を反映した妥当なソーニング。	1
10	東郷町山除甲	32°19'59.63"	131°32'46.87"	22.4	13スイングヤード	0.0	0.0256	24.1	有	1	否	★	伐採搬出しにくかった林分。溪流沿いにあり、斜面上部に進入路を作設して集材。斜面傾斜と位置を考慮すると、天然更新による自然林としての管理が望ましい。	1

1 東郷町坪谷

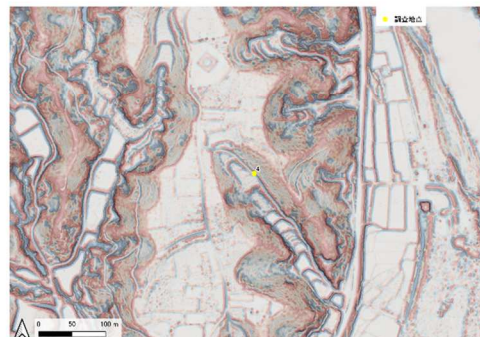
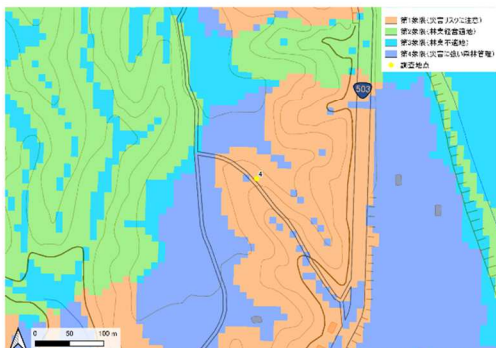


林道終点から狭隘な谷沿いに続く林分で、集材路の作設が難しく、かつ、斜面は起伏に富み複雑さが高く、スイングヤードによる集材においては、作業の煩雑さが増すことになり、収益性の評価に疑問がある。

ゾーニング：第2象限
↓
評価結果：第3・4象限



4 東郷町八重原



伐採搬出しやすかった林分。民家があるが、緩斜面で注意して施業すれば問題はなかった。周辺全体としては、災害リスクに要注意の場所として判定可能であった。

ゾーニング：第1象限
↓
評価結果：第1象限



図 4-30 宮崎県日向市における現地実証の現地写真

5章. ゾーニングプログラム（試作品）の作成

5.1. ゾーニングプログラムの概要

5.1.1. ゾーニングプログラムの開発方針

「2.3 市町村レベルでのゾーニングを簡単に行えるプログラム、手引書」（p.8）に詳述したとおり、QGISのプラグインとして作成した。

本プラグインは、行政職員が一般的に入手可能なデータを使い、地域の合意形成を経てゾーニングを行うことを想定しており、行政職員自らが簡単に行えるプログラムとして、ゾーニングの品質より使いやすさを優先して開発した（図 5-1）。

なお、開発にあたって想定した要件や利用方法は以下のとおりである。

- 利用者の要件
 - ・ QGIS の基本操作を習得していること
 - ・ 対象地域の森林・林業の現状を把握し、閾値の設定が可能であること

- 利用 PC 等の要件
 - ・ Windows10 64bit
 - ・ 4GB 以上のメモリ
 - ・ 十分な空容量のあるストレージ
 - ・ QGIS3.16LTR

- 想定される利用方法
 - ・ 都道府県、市町村等の計画担当職員がプラグインを利用して算出
 - ・ プラグインの利用を前提とし、業者に委託（プラグインがない場合より安価、統一手法で算出）

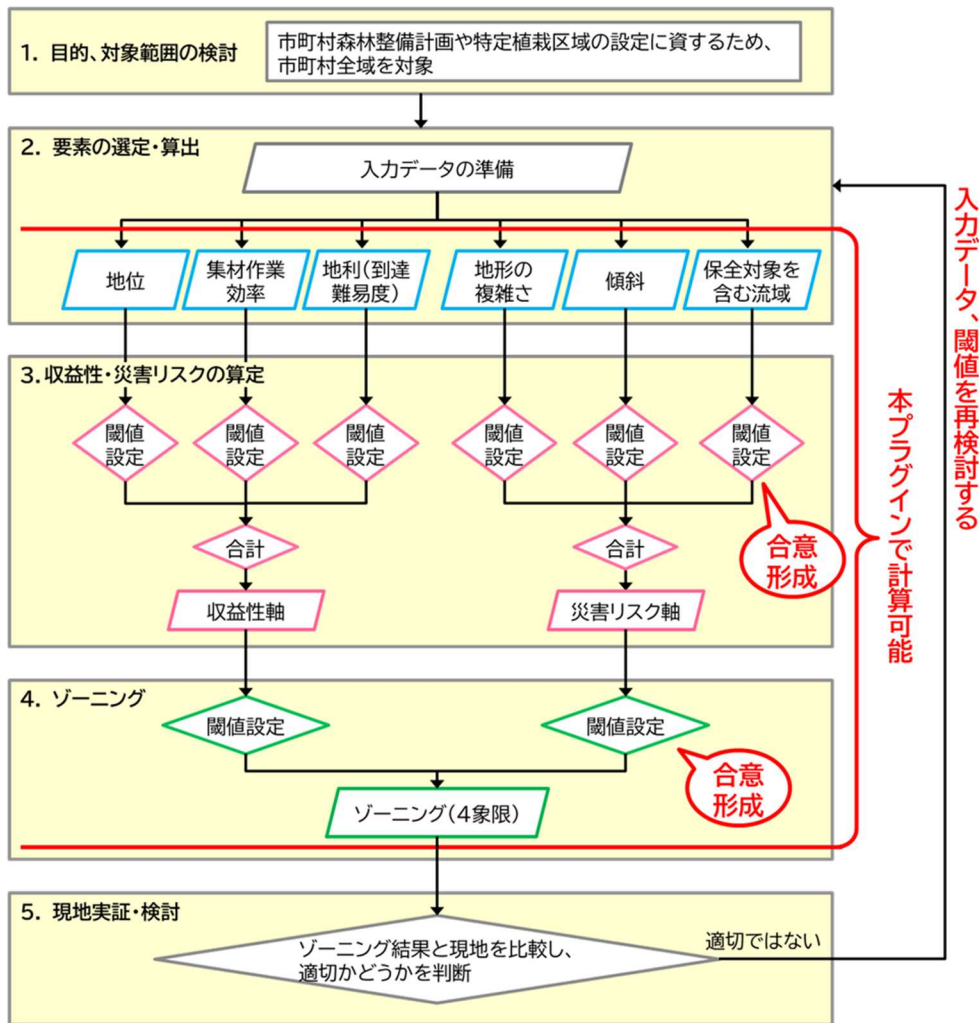


図 5-1 ゾーニングのプロセス(再掲)

また、ゾーニングプログラムの機能の改良については、現地実証やワークショップ開催での不具合等発見に対し随時行った。一方で、機能だけではなく、現地実証やワークショップでの合意形成というゾーニングのプロセス、閾値設定に役立つ事例の紹介が重要であることが明らかとなり、手引きの充実で対応することとした。

5.1.2. ゾーニングプログラムの長所

ゾーニングプログラム（試作品）として、QGIS プラグイン「森林ゾーニング支援ツール」（通称：もりぞん）（ZIP ファイル「MORIZON」）作成した。

ゾーニングプログラムの長所について、ゾーニングプログラムを使用しない場合との対比によって表 5-1 に示した。

表 5-1 ゾーニングプログラムの長所

長所	ゾーニングプログラムを使用しない場合
点数化したラスタは出力されず、メモリ上の計算で処理できるため、出力ラスタは要素×6 ファイル、収益性・災害リスク軸×2 ファイル、4 象限図×1 ファイルの計 9 ファイルのみであり、データ管理が容易となる。	点数化したラスタを都度出力する必要があるため、要素×6 ファイル、点数化した要素×6 ファイル、収益性・災害リスク軸×2 ファイル、点数化した収益性・災害リスク軸×2 ファイル、4 象限図×1 ファイルの計 17 ファイルが出力されることとなり、データ容量が大きく、管理が煩雑となる。
閾値を変更しても、点数化ラスタの出力が不要であるため、データ管理が比較的容易である。	点数化したラスタを出力する必要があるため、閾値を変更するたびにファイルが増え、データ管理が煩雑となる。
閾値設定のダイアログを表示しつつ、マップの移動、拡大・縮小ができるため、作業しやすい。	閾値設定のためにレイヤのプロパティから色を設定するが、プロパティのダイアログを閉じない限り、マップの移動等はできない。そのため、閾値の変更がどのようにゾーニング図を変化させたか、確認に手間を要する。

5.2. ワークショップによるゾーニングプログラムへの要望

5.2.1. ワークショップ開催概要

令和 3 年 12 月から令和 4 年 2 月にかけて、ゾーニングプログラムとして作成した QGIS のプラグインを用い、各モデル地区のデータから実際にゾーニング図を作成するワークショップを地区別に開催した（表 5-2）。参加者同士で相談しながら、閾値設定を体験する機会とするとともに、試作品の使用感の評価や、今後の改良に向けた情報の収集を目的とし、意見交換を行った。参加者は、道府県及び市町の担当者、道府県試験研究機関の研究者であり、一部地区では地域の森林組合職員も参加した。

表 5-2 モデル地区におけるワークショップの開催概要

モデル地区	開催日	会場	参加者数	(内訳)				
				道府県行政	道府県研究	市町	森林組合	関係機関
北海道津別町	令和4年2月4日	津別町役場	5	2	1	2	0	0
新潟県村上市	令和4年1月14日	新潟県村上地域振興局	7	2	0	5	0	0
長野県上田市	令和3年12月20日	上田市役所	6	3	0	2	1	0
京都府京丹波町	令和4年1月25日	京丹波町役場	12	3	2	2	5	0
兵庫県神戸町	令和4年1月19日	兵庫県姫路総合庁舎	10	6	1	1	2	0
島根県津和野町	令和4年1月12日	津和野町役場津和野庁舎	7	3	1	3	0	0
徳島県那賀町	令和3年12月23日	那賀町林業ビジネスセンター	16	5	1	3	5	2
宮崎県日向市	令和4年2月8日	日向市役所	11	4	1	3	2	1

5.2.2. ワークショップ開催結果

各モデル地区でワークショップを開催した結果、試作品の使用感としては、操作方法がわかりやすいという点で概ね好意的な評価であった。一方、今後の改良に向けた要望・意見として、閾値設定の目安となる数値の提示や地質に関する情報の活用を求めるものが多かった。この点については、要望は多いものの、合意形成の下で閾値を設定すること自体がゾーニングの重要な部分を占めていることから、閾値の自動設定の機能や一律の数値の提示は行わないこととする。

また、路網や建物のデータを精査することの重要性を認識した参加者が多かった。参加者からの主な意見を表 5-3 に示した。

表 5-3 モデル地区におけるワークショップ参加者からの主な意見

試作品の使用感	<ul style="list-style-type: none"> ・数値を動かしながら調整できるので使いやすい。 ・閾値を設定し直し、結果の図をすぐに更新できるところがよい。 ・操作は簡単で、事業者等と話しながら使えるのがよい。 ・自分の地域を見ながら、ゾーニングまでできそう。 ・QGIS は初めて使ったが、ストレスなく使えた。 ・プラグインをつくったことのある立場からするとよくできていると思った。 ・PC スペックにもよると思うが、動作もよかった。
試作品の今後の改良に向けた要望・意見	<p>(全体について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダイアログの最小化ができるとうよい。 <p>(データ・要素の計算について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地位、地利の要素で海洋を除いて計算する必要がある。 ・地利の要素において、河川等をまたぐ場合の過大評価を修正する必要がある。 ・地形の複雑さの要素は、3 等分でよいと思った。 ・収益性軸及び災害リスク軸の色分けが、現状の 2 色では両極端となってしまうため、色数を増やせないか。 ・実際の作業（架線、作業道を付ける）を想定したゾーニングができるとうよい。 <p>(データ・要素の追加について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・林小班のデータがあれば具体的な場所のイメージが共有しやすく、より議論が深まる。 ・土質や湧水の有無を反映した計算ができるとうよい。 ・露岩（地質）の要素があるとよい。 ・土質の要素も追加すべき。

	<ul style="list-style-type: none"> ・市町村森林整備計画における公益的機能別施業森林の設定（見直し）に関する要素が入れられるとよい。 <p>（閾値設定について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・点数化したラスタにおいて、各色の面積割合がわかるとよい ・閾値の試行錯誤の経過を確認できるとよい。 ・ヒストグラムや統計値を見ながら閾値を設定したい。 ・閾値設定の基準、目安の値があるとよい。 ・閾値の設定画面で説明、単位が表示されているとよい。
所感等	<p>（プログラム全体について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プログラムの使用にあたって、データのもつ意味をよく勉強する必要がある。 ・DEMデータの整備は進んでいないが、プラグインで使用方法を提示しながら、整備を進めて行けるとよい。 ・伐採事業者との打合せにより、より地域に適したゾーニングが可能になると思う。 ・目的に応じて閾値の設定を工夫していく必要がある。 ・手さぐり状態で進めてきた森林整備の手がかりになる。 ・再造林を推進する区域の設定に使うツールとしてありがたいと思う。 ・潜在的な資源量や地形情報をここまで見える化したものはなかった。 ・市町村にとって一つのツール、基準として活用できる。 ・慣れた担当者がいない市町村では、使い方が難しいと感じる可能性もあると思った。 ・4象限のゾーニング結果と要素段階での感覚がつながりにくく、要素の再調整が難しい。 ・多くのマトリックス図では、最も優先されるものが第1象限に位置するので、混乱しやすいかもしれない。そこで、左右を反転させた方がよいと感じた。 <p>（データ・要素について）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・現地調査も同時並行で進め、データの高度化を図っていく必要がある。 ・路網データに過不足があるため、整備しておく必要がある。 ・路網の規格や幅員をデータ化しておく必要がある。 ・建物データも、よく選別しておく必要がある。 ・地位の要素計算の結果が日頃の感覚と異なった。 ・地位は成長が良い場所も点数が低い。その逆もあった。

	<ul style="list-style-type: none"> ・集材作業効率で使用している起伏量を SHC に変更して計算した結果、土砂生産源でのあてはまりはよかったが、土砂堆積域の場合はよくなかった。 ・スイングヤードは道が必要となるので、地利の要素において、その場所がわかるように閾値を設定したい。 ・国道、県道沿いの林分は作業がしにくいにもかかわらず、作業効率がよいとされていた。 ・林道沿いの林分は本来さらに収益性が高いと思われる。 ・地形の複雑さはスコアの付け方が分からず、ヒストグラムと図面の色分けを見ただけで閾値を決めてしまった。 ・地形、傾斜等は厳しめに閾値を設定したい。 ・保全対象として、使用していない建物も含まれている。 <p>(追加したい要素について)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・森林作業道がつくれるかどうか、切り通すと崩壊しやすい場所を見分けるため、崩壊の履歴、地すべり地、断層の位置を重ねて使用したい。 ・崩壊が多い地区では、土質の要素を追加したい。 ・森林簿や流域のポリゴンを表示して使用したい。
--	--

5.3. 手引きの作成

別添「収益性と災害リスクを考慮した森林ゾーニングの手引き 森林ゾーニング支援ツール（もりぞん）プラグイン操作マニュアル」を作成した。

手引きの構成は、ゾーニングプログラムの操作マニュアルに加え、「山地災害リスク低減プロジェクト」の成果を参考としてゾーニングの考え方を整理し、ゾーニングプログラムを使わずにゾーニングする場合にも活用できるものとした。また、事例編として、今年度のモデル地区で得られた閾値設定の考え方の事例を掲載し、実務上の参考となるよう留意した。さらに、応用編として、ゾーニングプログラムの活用にあたって、地域の実情に応じて工夫できるポイントを整理した。

6章. 路網整備計画の策定実証

6.1. 事例調査

路網整備計画に関わる事例調査として、森林利用学会誌を中心に、1987年から2021年までの43本の文献を収集した。文献リストは巻末資料に示す。

1980年代～90年代には「トラクタ集材路」の路網計画、配置計画に関する論文が見られる。2000年代に入り、森林作業道の開設や路網密度に関する論文や、航空レーザ計測による地形データを用いた路網設計に関する論文が見られる。2010年の森林・林業再生プラン（林野庁）において森林作業道を含む林内路網の整備が重要項目として位置付けられたことから、その後は論文だけでなく、作業道開設に関する手引きやテキストなど実務に向けた文献も多くみられる。

2010年代には、各地の特性に合わせた路網整備に関する事例、論文が見られる。

2020年代に入り、ICTの活用による情報化施工に関する論文があり、現状の取りまとめとして「今後の路網整備の在り方検討会報告書」（2021年1月、林野庁）（巻末資料文献番号1）が示され、今後の路網整備の論点と対応方向として、次の6点が挙げられている。

- (1) 長期的・広域的・総合的な路網整備計画の策定
- (2) 木材の大量輸送への対応
- (3) 作業システムの進展・普及への対応
- (4) 災害に強い路網整備への対応
- (5) 森林土木技術者の人材不足への対応
- (6) 路網整備水準の適切な指標・目標

本事業においては「(1) 長期的・広域的・総合的な路網整備計画の策定」で示された以下の課題と対応方向に沿った検討を行う必要があると考えられ、本事業で行うゾーンニングとの関連部分を下線で示した。

(1) 長期的・広域的・総合的な路網整備計画の策定

①検討会における主な意見

- 各地域の原木供給量などのポテンシャル、長期的な林産物の需要や木材加工・流通体制の整備動向等を見据えた上で、それぞれの地域の主伐・再造林や保育、間伐、森林空間利用等の持続的な森林管理・施業と連動した路網整備計画を策定する必要がある。
- 近年は、林道の中でも林業専用道を中心とした道づくりが進められてきたが、これまでつくってきた林道専用道を活かした上で、今後はトレーラ等の大型車両も通行可能な幹線林道を整備していくべきではないか。
- 現在の市町村森林整備計画はマスタープランになっておらず、幹線として、どこを重点的に整備するのか実のある計画を策定すべきではないか。

②課題と対応方向

各都道府県において、森林資源の状況や地域の要望等を踏まえ、整備すべき路線、優先度の高い路線等を明確にし、計画的な整備に活用できる民有林林道整備計画を策定する。

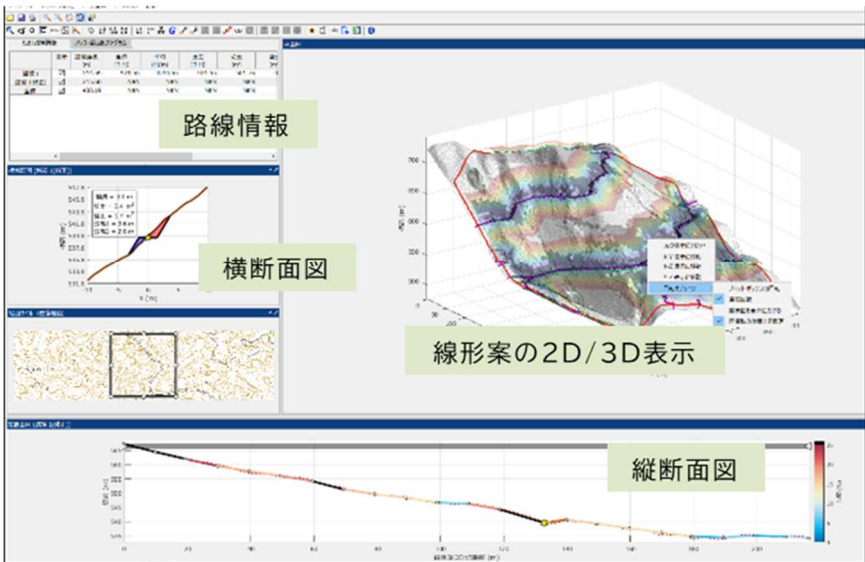
「高解像度 DEM を利用した崩壊危険地推定—路線選定支援を目的として—」（巻末資料文献番号 8）では、表層崩壊の発生する危険性の高い斜面を DEM から算出する方法を開発しており、路線選定を行う上で危険地を避ける支援情報として活用できるとしている。次項の実証で用いる路網計画の既存プログラムは、当該論文による危険地の推定手法を応用したものである。

6.2. 実証方法

今年度の路網整備計画の策定実証では、事業者から路網整備の要望があった地域において、既存のプログラムを用いて、航空レーザ計測の地形情報に基づき精度の高い路網計画を策定した。

路網計画を作成するプログラムはすでに市販されているものもあることから、新たに開発するのではなく、研究者と共同開発された既存のプログラムを用いて実証することとした。使用したプログラム FRD（Forest Road Designer）の概要を表 6-1 に示す。

表 6-1 実証プログラム概要

名 称	路網設計支援ソフト FRD（Forest Road Designer）
販売会社	住友林業株式会社
開発経緯	白澤紘明氏（森林総合研究所）との共同開発
機能概要	<ul style="list-style-type: none"> ・ ソフト上で山の危険度を把握することで災害に強く安全な路網設計を支援 ・ パラメータを調整し、設計条件を満たす低コストな路線案を自動で設計 ・ パラメータの設定条件により、線形の到達可能範囲を表示 ・ 線形の勾配別・3D表示機能 ・ 任意の点で横断面図・縦断面図を出力可能 ・ 線形案は shp・kml 形式で簡単出力 <p style="text-align: center;">FRDの操作画面</p>  <p>The screenshot displays the FRD software interface with several key components highlighted by green labels:</p> <ul style="list-style-type: none"> 路線情報 (Route Information): A table at the top left showing route details. 横断面図 (Cross-section Diagram): A 2D plot showing the profile of a road segment. 線形案の2D/3D表示 (2D/3D Display of Route Options): A 3D terrain model with a 2D map inset showing the proposed route. 縦断面図 (Longitudinal Section Diagram): A 2D plot showing the elevation profile of a road segment.

実証の対象地としては、モデル地区長野県上田市において地域の林業事業者から路網整備の要望が寄せられたエリア（図 6-1）を選んだ。当該地域は、斜面下方の国道から谷沿いに既存林道が開設されているが、斜面上方の県道に接続した林道間を横断する路線が必要、という要望が出されていた。

そこで本実証では、既設林道の延長にあたる林業専用道を県道に接続すること、林道・林業専用道間を接続する森林作業道（幹線）を計画することとした。

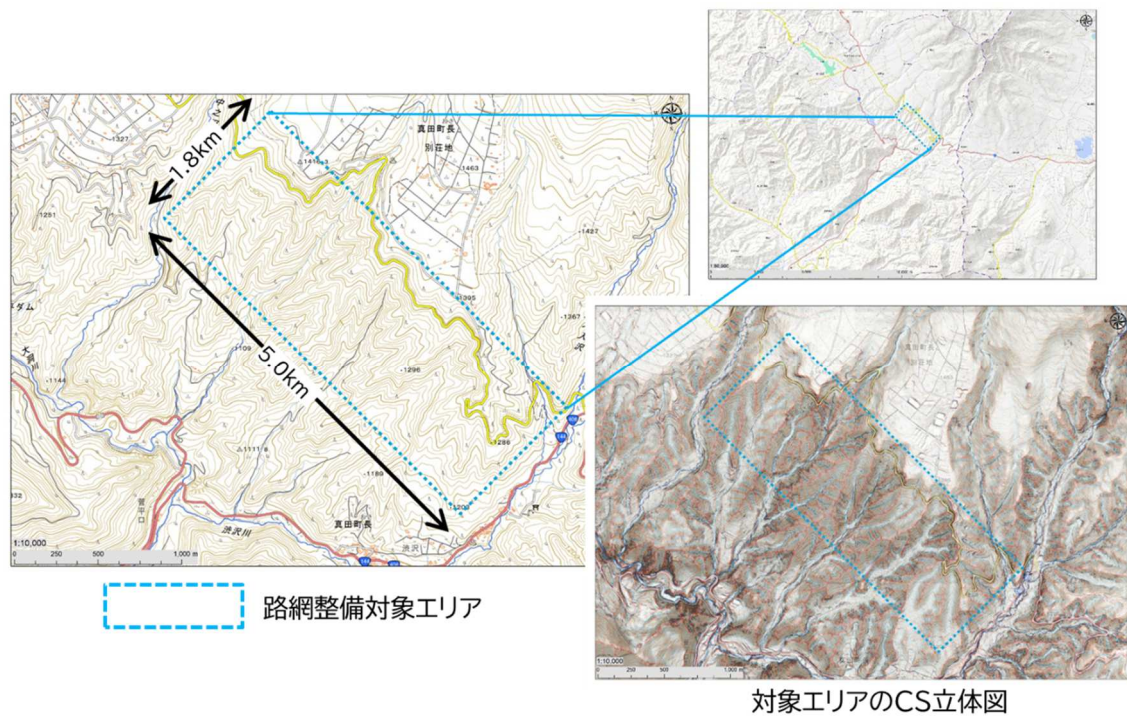


図 6-1 路網整備計画の実証対象エリア

6.3. 実証結果

路網計画に用いる各種パラメータは、長野県及び上田市では詳細な値を把握していないことから、表 6-2、表 6-3 に示す一般的な値を用いた。

DEM は航空レーザ計測による解像度 1m を用いた。

表 6-2 林業専用道のパラメータ

項目		値	
規格	車道幅員	3.00m	
	路肩含む全幅員	3.50m	
	最大縦断勾配	14.0%	
	最小曲線半径	12.0m	
パラメータ	道路中心線における地盤高－計画高の最大値	5.0m	
	道路中心線における計画高－地盤高の最大値	3.0m	
		設定 1	設定 2
	切土勾配 (1:x)	0.60	0.30
	盛土勾配 (1:x)	1.20	1.00
	切土法面の法高の最大値 (m)	3.0	5.0
	盛土法面の法高の最大値 (m)	3.0	4.0

表 6-3 森林作業道(幹線)のパラメータ

項目		値	
規格	車道幅員	2.80m	
	路肩含む全幅員	3.00m	
	最大縦断勾配	18.0%	
	最小曲線半径	8.0m	
パラメータ	道路中心線における地盤高－計画高の最大値	3.0m	
	道路中心線における計画高－地盤高の最大値	3.0m	
		設定 1	設定 2
	切土勾配 (1:x)	0.60	0.20
	盛土勾配 (1:x)	1.20	1.00
	切土法面の法高の最大値 (m)	1.5	3.0
	盛土法面の法高の最大値 (m)	2.0	3.0

計画した線形を図 6-2、図 6-3 に示す。

既存路網から東西方向へ縦貫する線形を要望されたが、複数の谷を通過する必要があること、また地形が複雑な箇所を通過するため崩壊リスクも伴うと予測した。代替案として

- ・ 斜面上方の県道と既存路網を尾根方向に接続する林業専用道 図中林専道 1、2
- ・ エリア東方では既存路網を接続する森林作業道(幹線) 図中作業道 1、2、3
- ・ 斜面上方の県道から南下するのみの森林作業道(幹線) 図中作業道 4
- ・ 既存作業道の一部活用し、谷を避けた線形 図中作業道 5 を計画した。

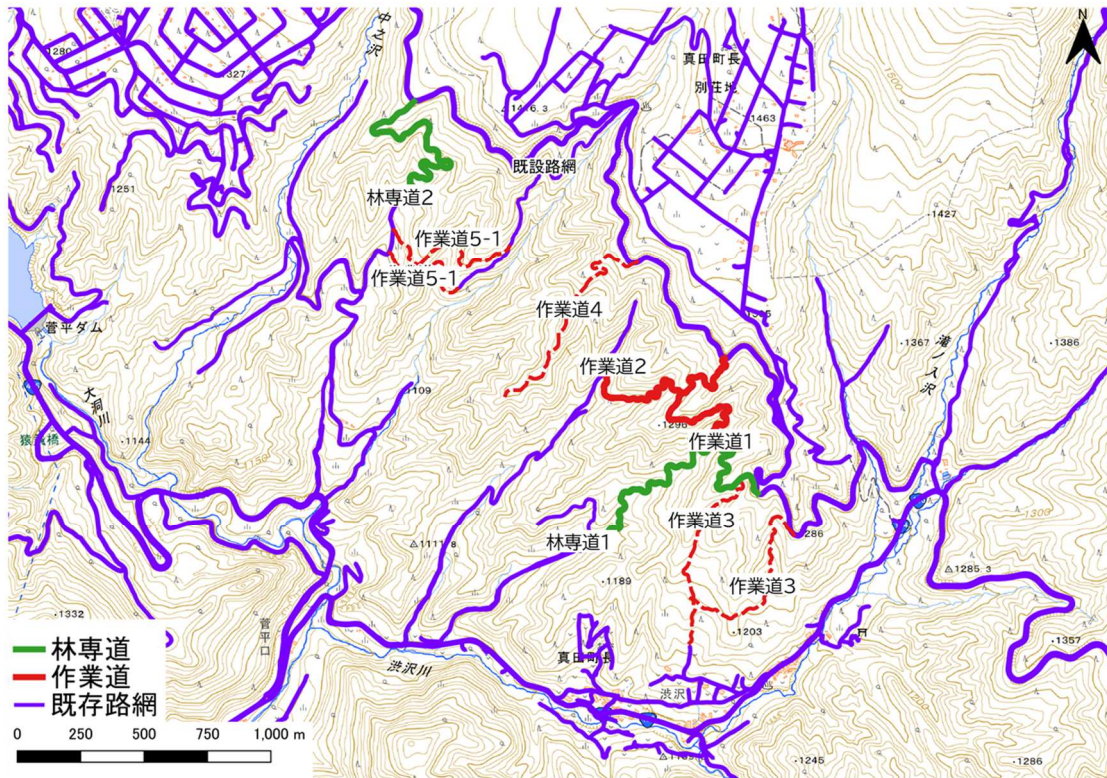


図 6-2 FRD による計画路線

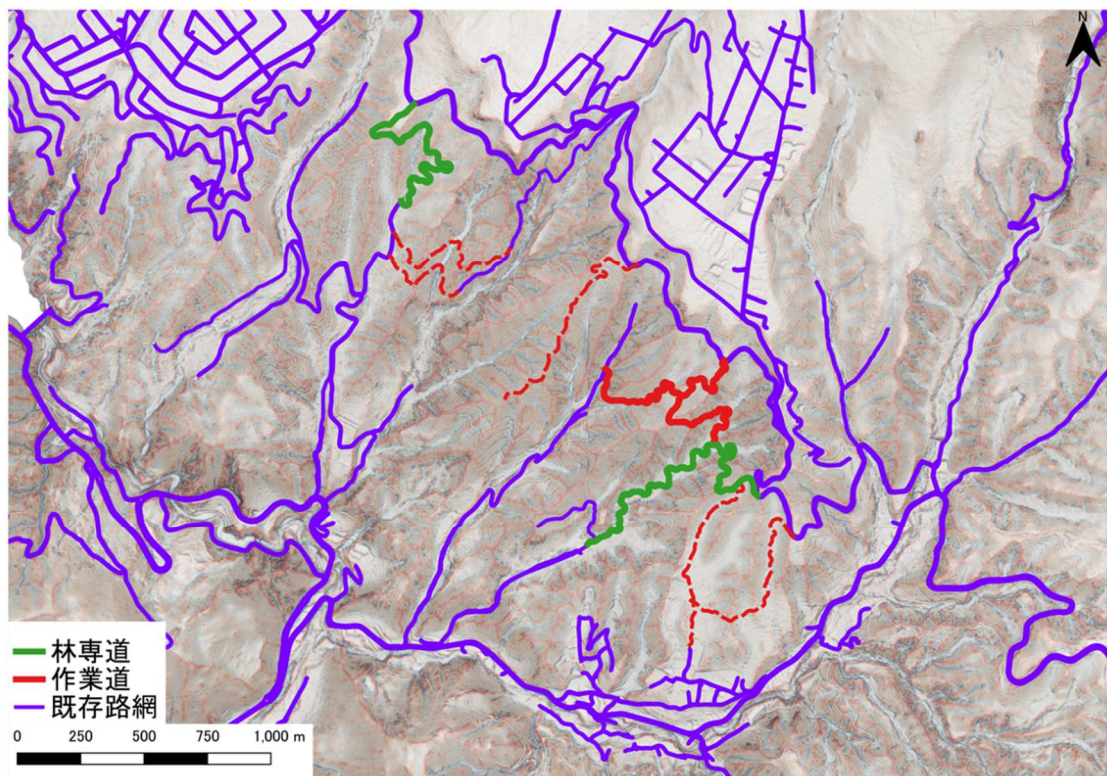
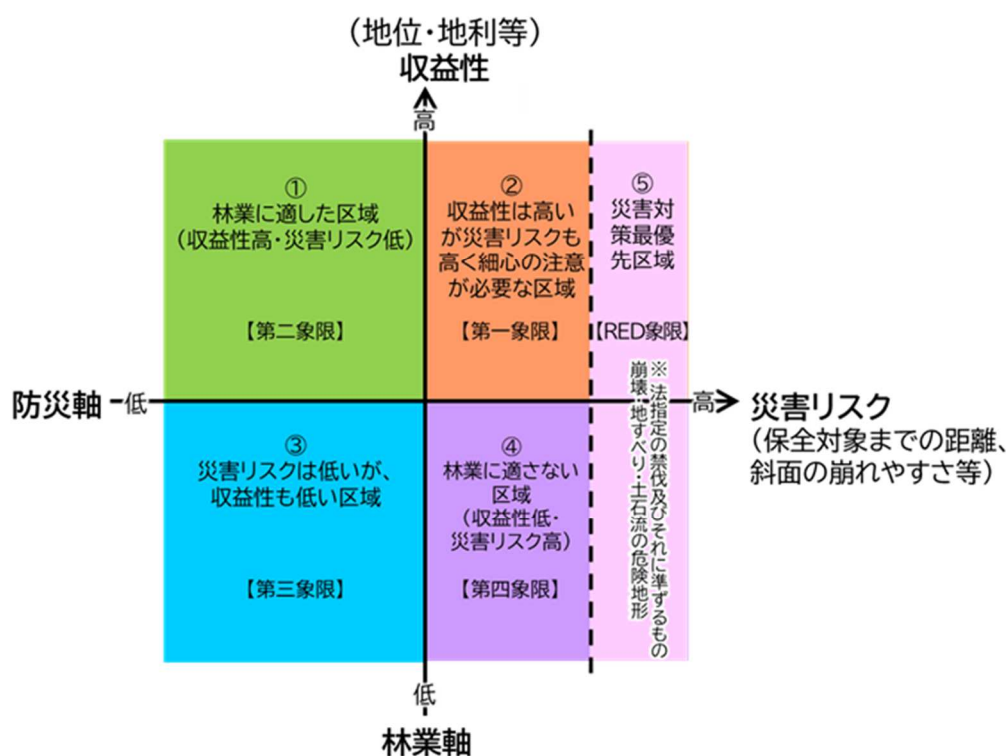


図 6-3 FRD による計画路線(背景 CS 立体図)

既存路網のみによるゾーニング図を図 6-5 に、計画路線も含めたゾーニング図を図 6-6 に示す。計画路線によりゾーニングが「災害リスクは低い、収益性も低い区域【第三象限】」水色から「林業に適した区域（収益性高・災害リスク低）【第二象限】」緑色へ変化したことが分かる。林専道 1、作業道 1 についてはゾーニング図で「収益性は高いが災害リスクも高く細心の注意が必要な区域【第一象限】」オレンジ色の中にわずかにある「林業に適した区域（収益性高・災害リスク低）【第二象限】」緑色をピンポイントで路線として選定していることが分かる。

FRD で計画した路線の注意点としては、県道への接続部について、現地で概要は把握したが、実際にのり面等もあり接続できるかどうかの検討が別途必要であること、すべての路線について現地で適切かどうかを判断する必要があることがあげられる。



※ 法指定の禁伐及びそれに準ずるもの
 森林法:土砂崩壊防備保安林、土砂流出防備保安林
 砂防関係の法律等:砂防指定地、土石流危険溪流、急傾斜地危険地域

図 6-4 山地災害リスクと林業収益性の4象限図（多田、2020 より調整）(再掲)

今年度の実証においては、林業事業者の要望に基づいて実証対象地を選定したが、「6.1 事例調査」で示した「今後の路網整備の在り方検討会報告書」（2021年1月、林野庁）の「(1) 長期的・広域的・総合的な路網整備計画の策定」にあるように、ゾーニングに基づいた路網計画の対象地選定を実施していく必要がある。

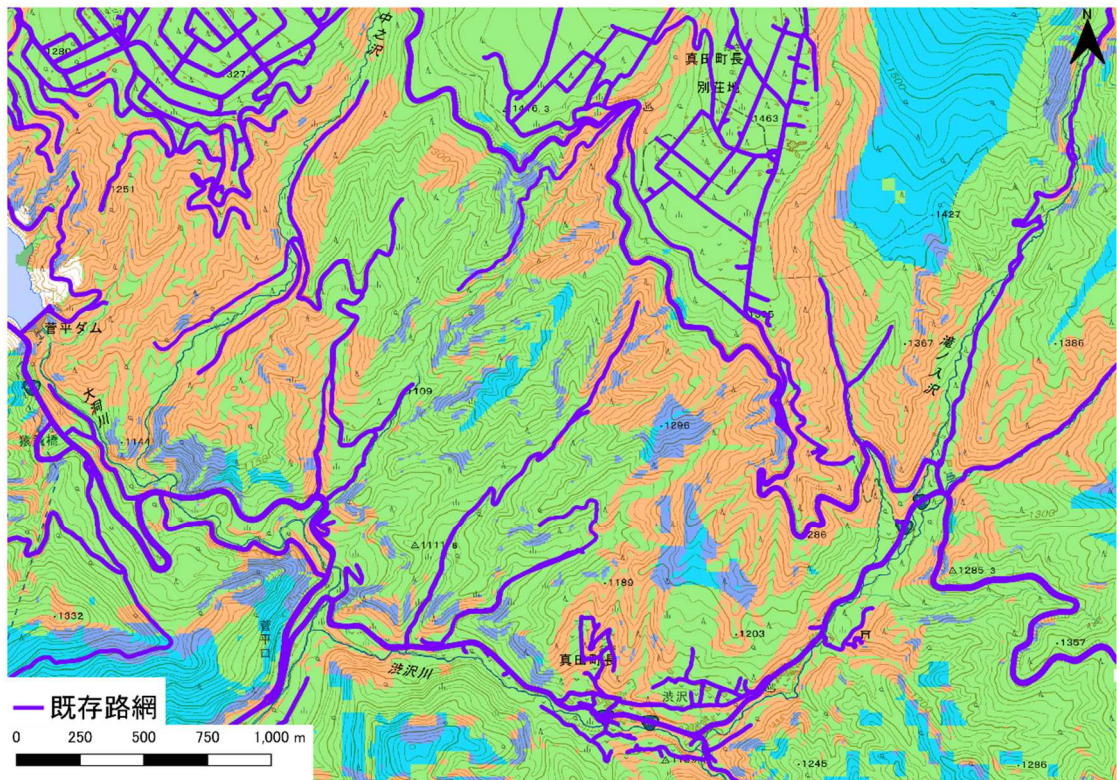


図 6-5 既存路網のみによるゾーニング

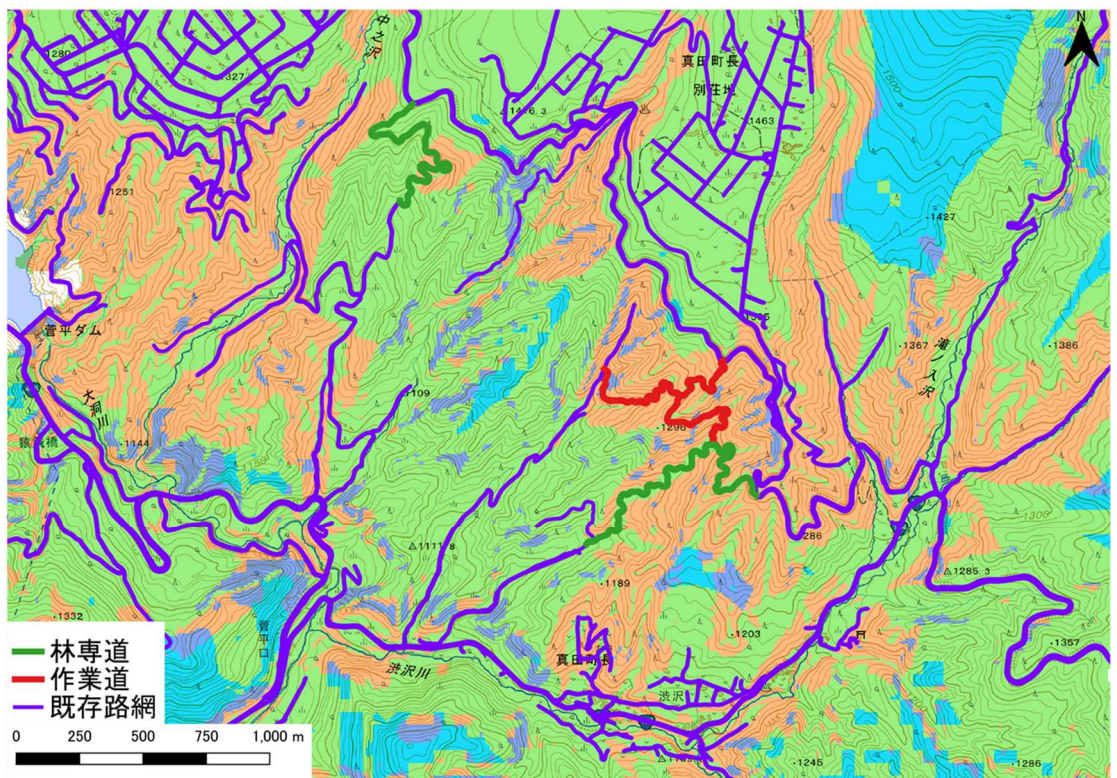


図 6-6 計画路線も含めたゾーニング

7章. まとめ

7.1. 成果

本事業の成果として、これまで高度な GIS 解析技術を必要とした DEM 等を用いた森林ゾーニングを、簡易な操作で実行できる QGIS プラグインとして開発することができた。また、手引きにはゾーニングの考え方からプラグインの操作マニュアル、応用操作まで掲載し、適切なプラグインの利用ができるよう配慮した。したがって、市町村においてゾーニングが実行できる手段が整ったと言える。

路網計画については、既存のプログラムを利用して路線を計画し、既存路網でのゾーニングと計画路線を含む路網でのゾーニングを比較することができた。既存の路網計画プログラムと本事業で開発したゾーニングプログラムをあわせて用いることにより、効果的な路網計画をたてられる可能性が明らかとなった。

7.2. 今後の課題

7.2.1. ゾーニング手法

(1) 普及に向けた課題

今年度はモデル地域に対する説明会やワークショップを開催し、ゾーニングの考え方、閾値設定の方法などの理解を進めることができた。一方で林野庁委託事業において全市町村を対象とした説明会、ワークショップ開催は困難である。都道府県ごとに 2 名程度、本手法を熟知し、市町村等の地域ごとにゾーニングを指導する立場の人材育成が必要と考えられる。

表 7-1 ゾーニングの普及に向けた人材育成の方向性

立場	役職等	想定される役割
指導者	<ul style="list-style-type: none">都道府県の林業試験場、林業普及指導員など地域の大学、研究機関などGIS による解析経験があるとよい	<ul style="list-style-type: none">都道府県に 2 名程度管内でのゾーニングにあたっての説明会、ワークショップ開催などを主導地域特性に応じた必要データ整備
都道府県	<ul style="list-style-type: none">対象市町村の管轄部局など	<ul style="list-style-type: none">管内でのゾーニングにあたっての説明会、ワークショップ開催などを補助
市町村	<ul style="list-style-type: none">森林部局担当者などGIS の基本操作ができるとよい	<ul style="list-style-type: none">閾値設定における合意形成に向けた調整
関係者	<ul style="list-style-type: none">林業事業体、森林所有者、国有林など	<ul style="list-style-type: none">地域特性、実態に応じたゾーニングへの対応

(2) ゾーニング結果の施策（特定植栽推進区域等）への反映

今年度開発したゾーニングプログラムにより作成されるゾーニング図は森林を4区分したものであり、この区分のうち「林業に適した区域（収益性高・災害リスク低）【第二象限】」緑色において特定植栽推進区域を設定することが考えられる。また、「災害リスクは低い、収益性も低い区域【第三象限】」水色に特定植栽推進区域を設定することで路網整備を推進すると考えることも可能である。

(3) データの整備

これまで森林分野においては森林GISが整備されてはきたものの、データは紙媒体の地図・台帳情報をデジタル化したものが主であり、空間解析を意識したデータ整備は遅れている。今回、空間解析を容易に行うゾーニングプログラムを開発したことで、データ整備の必要性が明らかになった。

今年度の事業で不具合が指摘されたデータは表7-2に示すDEM、地位指数、路網、保全対象の4点である。

航空レーザ計測によるDEMの整備が5条森林のみといった場合があり、森林資源量のみを対象とする場合は、問題は少ないと考えられるが、本事業で行うような地形解析は周囲500mなどのエリアで計算を行うため、DEMの境界では正しい計算結果が得られない。したがって、国土の基本的な情報として、全面的データ整備が必要である。

地位指数について、本事業では全国一律で推定可能な算出式を用いているが、別途、航空レーザ計測で得られた樹高から地位指数を推定する方法を用いることも可能であり、令和3年度林野庁委託事業「リモートセンシング技術を用いた森林の機能別調査の手法に関する調査事業」において検討された手法が活用できる。ただし、この手法を用いる場合、林齢情報の精度によって推定される地位指数の精度にも差が出ることに留意する必要がある。

路網については、すでに整備を終えている路網がデータへ未反映であったために、本来は第2象限とされるべきところ、第3象限として判定されたと考えられる事例があった。また、荒廃が進み、実際には使用できない状態の路網のデータが、地利の過大評価につながっている事例もあった。

保全対象については、廃屋が保全対象として計算に加えられたために、本来は第2・3象限とされるべきところ、第1・4象限として判定されたと考えられる事例があった。山中に新たにできたメガソーラーが保全対象としてデータへ未反映となっていた事例があった。

表 7-2 データ整備の課題

データ種別	課題	必要な対応
DEM	5 条森林のみといった部分的な DEM 整備の場合がある。	国有林と民有林の境界部におけるデータ連携。
地位指数	森林簿の地位指数は数十年前に推定されたもので、実態にあっていない。 本事業で用いた地位指数の算出式も全国一律であるため、より精度の高い地位指数が必要である。	航空レーザ計測による樹高から地位指数を推定する。 令和 3 年度林野庁委託事業「リモートセンシング技術を用いた森林の機能別調査の手法に関する調査事業」にて検討。
路網	林道台帳をデジタル化したデータの位置精度が悪い。 一般道、林道ともに林業に使えるか否かの精査が必要。	既存の林道も含め、レーザ計測による微地形図判読や現地の GNSS 計測等からの線形把握。 通行可能情報の把握。
保全対象	基盤地図情報の「建築物の外周線」を用いているが、対象外となるものが含まれていたり、新たな保全対象が含まれていなかったりする。	奥地の一軒家等については保全対象に該当するかどうかの精査、新たな保全対象の追加作業。

7.2.2. ゾーニングプログラム

(1) 機能の改良

今年度開発したゾーニングプログラムは、ワークショップでもほぼ全員が利用できたことから、すぐに実利用可能なものとなっているが、より使いやすくするために改良が必要という要望もある。検討委員会やワークショップで指摘された点をまとめると表 7-3 のとおりである。

閾値設定を支援するための「スコアリング」機能については、合意形成を図りながら試行錯誤するため、よりスムーズに閾値を設定するための機能が必要である。ただし、自動的に設定するという方向性ではなく、あくまでも人間が判断することを前提に、操作をしやすくするという点に限る。

ラスタ出力されたゾーニング図をポリゴンに集約する機能は、実際の行政、施業の単位としては小班等であることから、その単位に集約したデータがあると便利だという指摘があった。なお、QGIS の基本機能で対応することが可能であり、ゾーニングプログラムに機能を付加、あるいは、手引き等で操作方法を説明することを検討する必要がある。

住民説明や他部署との連携のため地図を出力する機能は、閾値設定における合意形成の過程や完成したゾーニング図の住民説明などのために分かりやすい地図をきれいに出力するために必要と考えられる。なお、この機能も QGIS の基本機能で対応することが可能であり、ゾーニングプログラムに機能を付加、あるいは、手引き等で操作方法を説明することを検討する必要がある。

表 7-3 プラグインの改良に対する主な要望

分類	要望
閾値設定を支援するための「スコアリング」機能の改善	閾値の試行錯誤のログを数値で出力する
	ヒストグラム、統計値を見ながら閾値を設定する
	「更新」ボタンの「取り消し（初期値に戻る）」
ラスタ出力されたゾーニング図をポリゴンに集約する機能の追加	流域ポリゴン（プラグインで生成）、小班界ポリゴン等（外部ファイル）を用いてポリゴンごとにゾーニング結果を付与する機能
	集約の方法を検討（最大面積、一部でも含まれれば採用など）
住民説明や他部署との連携のため地図を出力する機能	印刷レイアウト設定の自動化
	出力ファイル形式の検討

(2) 一般公開・保守に関する方法の検討

今年度開発したゾーニングプログラムは、令和 4 年 4 月以降、林野庁への申請により自治体以外にも配布することとしており、申請者としては大学等の研究者、行政から委託を受けてゾーニングを行う業者などが想定される。

さらに前項に示したような改良を加えた令和 4 年度版のゾーニングプログラムについては、オンラインでダウンロード可能となるよう検討（G 空間情報センターの利用など）する。デジタル庁が 2021 年 9 月 1 日に発足し、2021 年 12 月 24 日に閣議決定された「デジタル社会の実現に向けた重点計画」（図 7-1）に基づき社会全体のデジタル化を推進することとなったことから、今後、様々な分野でデータのオープン化などが進むと考えられる。すでに、国土交通省や環境省では「クリエイティブ・コモンズ・ライセンスの表示 4.0 国際に規定される著作権利用許諾条件（以下「CC BY」と言う）」と互換性がある利用条件を提示している場合もあり²、府省庁においても CC BY 表記が広まっていくと考えられる。

一方で、QGIS の開発者向け公開リポジトリ（GitHub）³の場での管理方法などの検討も必要である。

また、自治体によっては情報セキュリティ管理の一環で QGIS をインストールできない場合があると言われていたことから、実務に必要なソフトとして自治体内で認める手続きをとるなどの対応が必要と考えられる。

² 環境省「災害廃棄物対策フォトチャンネル」http://kouikishori.env.go.jp/photo_channel/terms/

国土交通省「国土交通データプラットフォーム」<https://www.mlit-data.jp/platform/>

³ GitHub（ギットハブ）：プログラムの開発者が公開用のプログラムをアップして自分以外のエンジニアに共有し、履歴を残しながら更新したり、自分以外のエンジニアも修正を加えることが可能な場のこと。

デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要		
<p>■ デジタル社会の形成のために政府が迅速かつ重点的に実施すべき施策等を定めるもの。（デジタル社会形成基本法37②等）</p> <p>■ デジタル社会の実現の司令塔であるデジタル庁のみならず各省庁の取組も含め工程表などスケジュールとあわせて明らかにするもの。</p> <p>我が国が目指すデジタル社会 「デジタルの活用により、一人ひとりのニーズに合ったサービスを選ぶことができ、多様な幸せが実現できる社会」</p>		
実現のための6つの方針	実現に向けての理念・原則	デジタル化の基本戦略
<p>① デジタル化による成長戦略</p> <p>② 医療・教育・防災・こども等の準公共分野のデジタル化</p> <p>③ デジタル化による地域の活性化</p> <p>④ 誰一人取り残されないデジタル社会</p> <p>⑤ デジタル人材の育成・確保</p> <p>⑥ DFFTの推進を始めとする国際戦略 <small>in Data Free Flow with Trust</small></p>	<p>誰一人取り残されないデジタル社会の実現 —誰もが、いつでも、どこでもデジタルの恩恵を享受</p> <p>デジタル社会形成のための基本原則 —10原則（デジタル改革基本方針）</p> <p>①オープン ②透明 ③公平・倫理 ④安全・安心 ⑤継続・安定・強靭 ⑥社会課題の解決 ⑦迅速・柔軟 ⑧包摂・多様性 ⑨浸透 ⑩新たな価値の創造 ⑪飛躍・国際貢献</p> <p>—デジタル3原則（国の行政手続オンライン化原則） デジタルファースト/ワンスオンリー/コネクテッド・ワンストップ</p> <p>BPRと規制改革の必要性 <small>Business Process Reengineering</small> クラウド・バイ・デフォルト原則</p>	<p>デジタル臨時行政調査会 デジタル・規制・行政改革に通底する構造改革のためのデジタル原則を定め、全ての法令の適合性を確認</p> <p>デジタル田園都市国家構想実現会議 デジタル原則の遵守やデータ基盤の活用等を前提に、各地域の社会的課題の解決などに向けた取組を支援</p> <p>国際戦略の推進 包括的データ戦略の推進</p> <p>DFFT/諸外国デジタル政策 トラスト/ベース・関連機関との連携強化 レジストリ/オープンデータ</p> <p>安全・安心の確保 デジタル産業の育成</p> <p>サイバーセキュリティ/ベンチャー・中小企業等の育成 個人情報保護/サイバー犯罪</p>
デジタル社会の実現に向けた基本的な施策		
<p>国民に対する行政サービスのデジタル化</p> <ul style="list-style-type: none"> 国・地方公共団体・民間を通じたトータルデザイン（アーキテクチャの将来像整理） 新型コロナウイルス感染症対策など緊急時の行政サービスのデジタル化（ワクチン接種証明書のスマホ搭載の推進/ 公金受取口座登録開始及び行政機関による利用） マイナンバー制度の利活用の推進（情報連携の拡大/各種免許等のデジタル化） マイナンバーカードの普及及び利用の推進（健康保険証利用のための環境整備/R6年度末に運転免許証との一体化/ユースケース拡充） 公共フロントサービスの提供等（ワンストップサービスの推進） 	<p>暮らしのデジタル化</p> <ul style="list-style-type: none"> 準公共分野のデジタル化の推進等（健康・医療・介護（PHR/オンライン診療）/ 教育（校務のデジタル化/教育データ活用）/ 防災/こども/モビリティ/取引） 産業のデジタル化 <ul style="list-style-type: none"> 事業者向け行政サービスの質の向上に向けた取組（電子署名/電子委任状/商業登記電子証明書/GビズID/e-Gov） 中小企業のデジタル化の支援（IT専門家派遣/IT導入補助金/サイバーセキュリティ対策支援） 産業全体のデジタルトランスフォーメーション（DX認定制度/DX銘柄選定/DX投資促進税制/サイバーセキュリティ強化） 	<p>デジタル社会を支えるシステム・技術</p> <ul style="list-style-type: none"> 国の情報システムの刷新（重要システム開発体制整備/ガバメントクラウドの整備/ネットワークの整備） 地方の情報システムの刷新（標準化基本方針の策定等） デジタル化を支えるインフラの整備（5G/光ファイバ/データセンター/海底ケーブル/半導体） デジタル社会に必要な技術の研究開発・実証の推進（情報通信・コンピューティング・セキュリティ技術高度化/スーパーコンピュータ整備） <p>デジタル社会のライフスタイル・人材</p> <ul style="list-style-type: none"> ポストコロナも見据えた新たなライフスタイルへの転換（テレワーク/シェアリングエコノミー） デジタル人材の育成・確保（プログラミング必修化/リカレント教育）

デジタル庁 HP <https://www.digital.go.jp/policies/priority-policy-program>

図 7-1 デジタル社会の実現に向けた重点計画の概要

7.2.3. 路網整備

今年度の実証は、事業者からの要望があったエリアを対象に路線を検討し、計画路線によるゾーニング図の変化を確認した。

今年度作成したゾーニングプログラムは、図 7-2 に示すように市町村レベルでの計画を想定しており、路網計画にあてはめると林道や林業専用道の計画が相当する。森林作業道の計画は、市町村レベルでゾーニングした後の施業地レベルでの森林経営計画などと同等と考えられ、用いる DEM の解像度も市町村レベルでは 10m、施業地レベルでは 1m が必要になると考えられる。

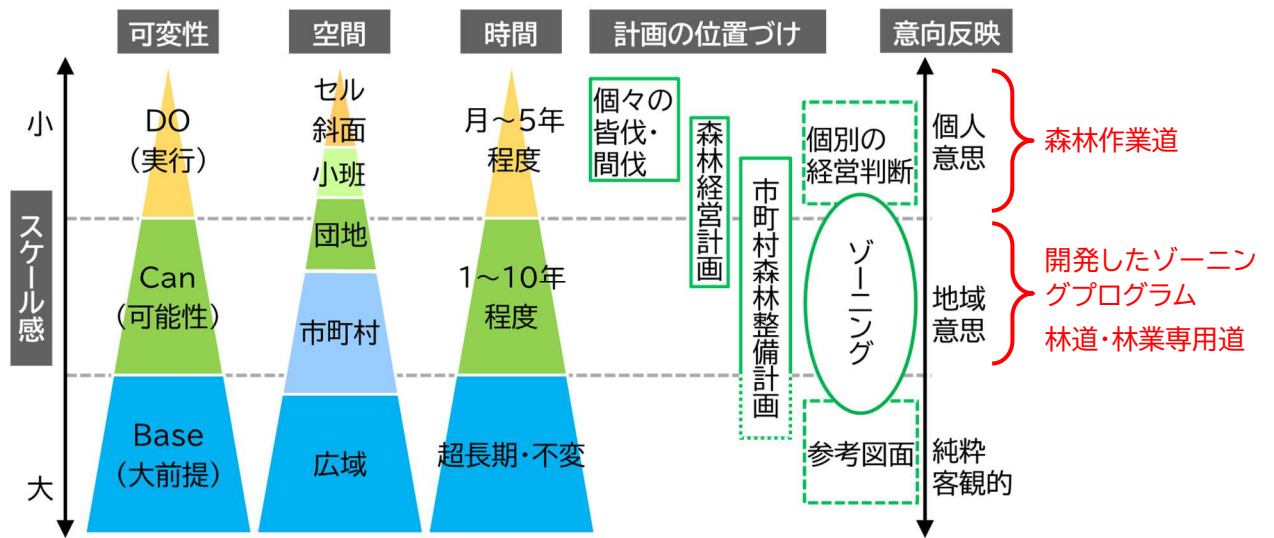


図 7-2 意思決定支援活動や計画活動におけるステージの外見図(再掲)に赤字追加

このように路網計画にもスケール感を考慮することが必要であることを前提に、今後の路網計画において検討が必要な事項を表 7-4 に示す。

なお、「今後の路網整備のあり方検討会報告書」(令和 3 年 1 月、林野庁)における今後の路網整備の論点と対応方向は、次の 6 点が挙げられており、本事業の課題は(1)(4)に位置づけることができる。

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> (1) 長期的・広域的・総合的な路網整備計画の策定 (2) 木材の大量輸送への対応 (3) 作業システムの進展・普及への対応 (4) 災害に強い路網整備への対応 (5) 森林土木技術者の人材不足への対応 (6) 路網整備水準の適切な指標・目標 |
|--|

本事業が課題とする「既存路網の情報整備」は直接的に「今後の路網整備のあり方検討会報告書」に取り上げられてはいないが、(4) 災害に強い路網整備への対応の中で「林道台帳の電子データ化・共有化の必要性を周知し、災害時に林道が有効に活用されるよう平時から防災部局等との連携を推進する。また、オープンデータ化による多角的・高度な利活用を図る。」と情報整備・オープンデータ化が災害時に役立つことが述べられている。

表 7-4 路網整備計画における今後の課題

スケール	課 題	「今後の路網整備のあり方 検討会報告書」との対応
市町村 レベル	今年度開発したゾーニングプログラムを活用し、林道・林業専用道の必要性を検討する手法の検討 <ul style="list-style-type: none"> ・ 要素「地位」が高く要素「地利」が低い地域を抽出し、路網計画を立て収益性が向上することを確認する。 ・ 複数の林道等の計画路線に対し、ゾーニングの結果を比較して最適な路線を選定する。 	(1) 長期的・広域的・総合的な路網整備計画の策定
	既存路網の情報整備 <ul style="list-style-type: none"> ・ 既存路網の情報の精度がゾーニング結果にも反映することから正確な線形、通行可能情報の整備が必要である。 	(4) 災害に強い路網整備への対応
施業地 レベル	詳細な地形情報から災害リスクを読み取り、路網計画に反映する手法の検討	(4) 災害に強い路網整備への対応

令和3年度 路網整備や再造林対策の効果的な推進のための
区域の設定に向けた調査事業 報告書
令和4(2022)年3月

業務受託：一般社団法人 日本森林技術協会

担当 大萱直花、米金良、荒井恭子、藤原聡

〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地

TEL：03-3261-5281（代表）