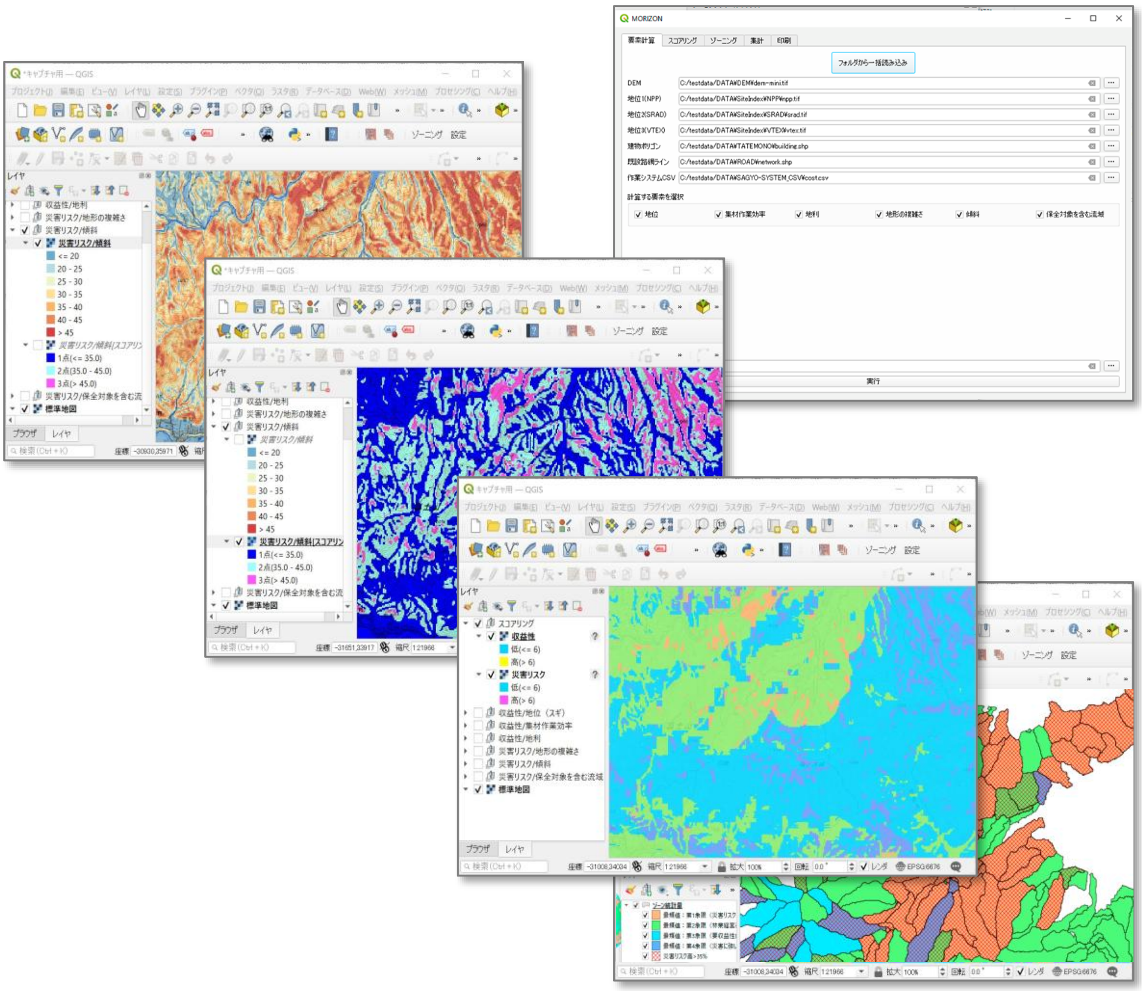
令和６年度林道事業の効率的実施等に向けたデジタル技術の活用に関する調査委託事業

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」

改訂版　操作マニュアル



令和 7(2025)年２月

林野庁

はじめに（本書の使い方）

● 章立てについて

1 章、2 章は森林ゾーニングの考え方を示しており、森林ゾーニング支援ツール「もりぞん」を使わずにゾーニングする場合にも重要な点を記載しています。「もりぞん」使用の有無に関わらず目を通すことをお勧めします。

3 章は「もりぞん」の具体的な操作マニュアルです。ゾーニング図の作成方法から、ワークショップによる合意形成までを説明しています。

4 章は「もりぞん」の応用操作、入力用データの作成方法などを説明しています。基本的な使い方を理解した後に、必要に応じて参考にしてください。

5 章は入力用データの作成方法を説明しています。都道府県の林業職で GIS 操作に慣れている方を対象にしています。ただし、県内全市町村のデータを準備するとなると作業時間、パソコンのスペックが必要になるため、現実的には作業内容を理解したうえで業者に委託することも選択肢の一つです。

ゾーニング図の精度向上手法や活用方法は別冊としました。

● 対象とする方について

準備されたデータを使い、「もりぞん」でゾーニングを行うことは GIS に不慣れな方でも十分に可能です。しきい値設定における合意形成の場では、行政担当者から林業事業体まで、様々な参加者が操作することができます。

ゾーニングに用いるデータの意味を理解し、解釈することや、よりよいゾーニングのために追加すべきデータの検討などには、森林・林業と GIS データ解析の深い知識が必要になります。都道府県の林業試験場、地元の大学、森林総合研究所（支所）などの研究者に参加してもらうことも重要です。

目 次

第 1 章、第 2 章 2.2～2.4 は「山地災害リスクを考慮した森林計画の手引き（第 2 版）」を引用、参照しています。同書は平成 28 年～令和 2 年度農林水産省委託プロジェクト・農林水産分野における気候変動対応のための研究開発・山地災害リスクを低減する技術の開発・森林の防災機能を効率的に発揮させるための森林管理技術の開発の実施課題「山地災害リスクを考慮した新たな森林計画支援技術の開発」の普及マニュアルです。作成者である災害低減共同研究機関は上記課題「山地災害リスクを低減する技術の開発」のためのコンソーシアムです。

同書は、以下で一般公開されています。

https://books.google.co.jp/books/about?id=9qlNEAAAQBAJ&redir_esc=y

第1章 まえがき

1.1. 背景と目的 ～ゾーニングによる適切な森林施業の推進と再造林の確保～

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行いつつ、森林資源の適切な管理・利用を進めることが重要です。

近年は、人工林資源が本格的な利用期を迎えたことなどを背景に、林業・木材産業の成長産業化が掲げられ、各般の施策を推進されてきた結果、国産材木材供給量の拡大等の一定の成果がありました。一方で、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、近年の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ます。今後、効率的な施業を推進し、再造林の実施をより効果的に促進するための方策の一つとして、ゾーニングや造林適地の選定等を通じて、再造林確保の実効性を高めていくことが必要です。

こうした背景から、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 」においては、再造林を計画的かつ効率的に推進するため、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、区域内で特定苗木の植栽を実施しようとする林業事業体等が作成する計画(特定植栽事業計画)を認定する新たな制度が創設されました。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ました。

これらの制度に基づく区域設定を進めるうえでは、これまで蓄積された森林情報に加え、航空レーザ計測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ます。また、ゾーニングにあたっては、造林等の森林施業を効率的に行うための経済性(収益性)を評価する観点に加え、近年、激甚化・頻発化している豪雨災害等を踏まえた災害リスクの観点も大変重要です。持続可能な林業経営には、伐採搬出作業などが斜面の不安定化および山地災害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ります。

本書では、上記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について、都道府県や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ます。

1.2.　4象限図の概念

場所の工夫と作業の工夫

POINT

持続可能な林業経営に必要な経済性（収益性）と山地災害リスク低減を両立させるために考えられる方法には、二つの要素があります。

一つ目は場所の工夫で、大まかに言えばゾーニングです。森林の状況は立地条件を含めて非常に多様なので、どのタイプの森林管理をどこに当てはめるのか、どの場所で特定の作業を回避・禁止するのかというゾーニング＝「場所の見極めと判断」は非常に重要です。

二つ目は、その林分における作業の工夫です。すなわち、路網開設や伐採搬出といった作業の方法を改良・変更することです。伐出に限らず、間伐などの森林保育作業の工夫もこちらに含まれるでしょう。

この二つの要素は区別できるものではなく、実際は両者を統合して「適切な場所の見極めを行い、場所ごとに適切な手法を割り当てる」という形になるでしょう。その土地の条件に応じた林業経営を行う「適地適業」を目指すことが目標です。

この状況を分かりやすく示すのが「4 象限図」です。

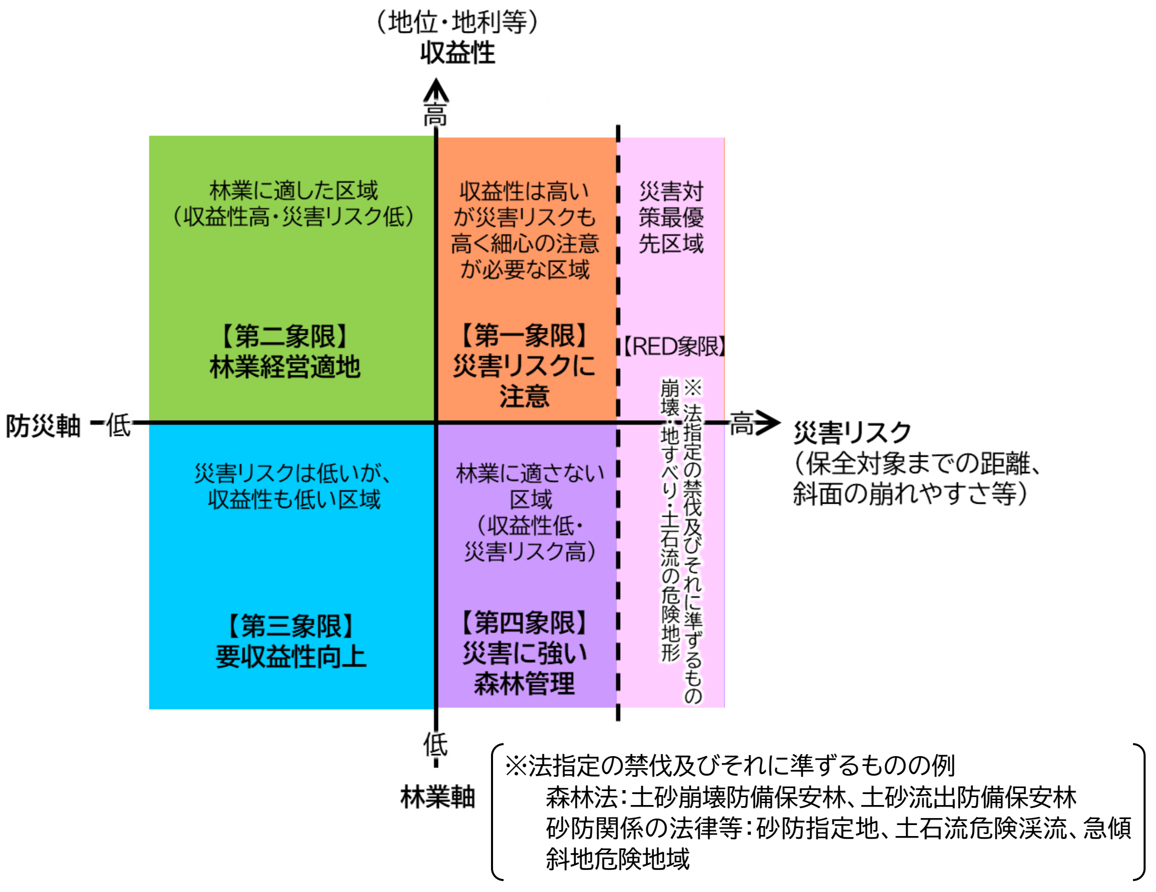


図 1-1　山地災害リスクと林業収益性の4象限図（多田、2020 より調整）

本事業におけるゾーニングの概念を図 1-1 により説明します。縦軸は林業軸として、収益性を表します。収益性は下ほど低く、上ほど高くなっています。また、横軸は防災軸として、災害リスクを表します。災害リスクは左ほど低く、右ほど高くなっています。

第一象限「災害リスクに注意」は、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です。林業経営と災害リスクが最も軋轢を起こしやすいところであり、地域の意思決定が特に必要になるゾーンです。リスク低減の配慮や事業回避を検討し、林業を「うまく行っていく」ことが望ましいといえるでしょう。

第二象限「林業経営適地」は、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であり、森林計画のゾーニングにおいて「生産林」や「資源の循環利用林」などと呼ばれるタイプの林分に分類するのに最も適したゾーンです。

第三象限「要収益性向上」は、収益性が低く災害リスクも低い区域で、収益性が低いことから林業には適さないと考えられますが、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はあります。

第四象限「災害に強い森林管理」は、収益性が低く災害リスクが高い区域であり、収益性を求める林業経営ではなく間伐等により、災害に強い森林とする管理が必要となるゾーンと考えられます。

最後に **RED 象限「災害対策最優先区域」**は、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である場所であり、このような場所では災害回避を最優先すべきです。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だといえるでしょう。なお、強い規制がかかりうるという意味では、希少な生物の生息地なども似たような性格を持つといえるでしょう。

日本では、森林所有者の財産権に根差して木材生産を実施する権利は強いものです。つまり、収益事業としての林業経営が法的に強く規制されるゾーンは限定的です。例えば、指定施業要件が設定される保安林でも、禁伐指定の場所は限られた面積に留まります。したがって、山地災害リスクを考慮した林業経営が求められるゾーンはかなり大きな比率を占めうることになります。地域で合意形成を行い、性格の異なる各種ゾーンによって地域森林を色分け（ゾーニング）し、それぞれのゾーンに対して望ましい森林管理方針を適用できれば、地域林業をより上手に実行することができると期待されます。

なお、全域をどれかの区分にゾーニングする必要はなく、ある象限の性格が濃い森林のみを区分・指定し、中間的な性格の森林は「白抜き」「白地」のまま残した形のゾーニングにすることも考えられます。どのような方法を選択するかは地域の考え方次第です。

地域の意思決定：誰もが受け入れられる地域林業を

POINT

４ 象限図を見ると、「『どの値を境に林業生産を禁止にすべきか』といった具体的な値（しきい値）を知りたい。たとえば、傾斜なら何度以上が危ないとすればよいのか？」ということが非常に気になると思います。しかし、二つの理由から、絶対的なしきい値というものを提示することはできません。

一点目の理由は、我が国の森林は、地形、地質、気象条件等が多種多様であり、これらを一括りにして「これならば災害は絶対に起きない」というゾーニング基準を作ることはできないためです。地域をとりまく様々な状況に鑑み、適切な注意・配慮を行うことによって山地災害の発生確率や災害程度を低く抑えることができますので、そのような合理的な処置をしておくことが求められるでしょう。

二点目の理由は、価値判断基準は人や社会が決めるものだからです。何をどれだけ重視するかは人、地域、時代などによって異なるため、普遍的に正しいしきい値というものは最初から存在しません。

これらのことから、「災害リスクはどの程度まで低減させるべきか」「林業経営に対しての負担・制約をどの程度受け入れるか」について、できる限りの情報をテーブルに並べた上で、なるべく誰もが受け入れられる方針（落としどころ）を見つけて合意形成していくしかありません。これを行うことによって地域全体の総意として、より合理的で、リスク面でも経営面でもより賢い森林経営を実現できると期待されます。

ゾーニングや規制といった災害リスクを回避する工夫・対処を行うことについて、個別の森林所有者や素材生産業者が「林業生産に対する厳しい制約を受けるのは困る」と感じられるとしたら、その気持ちはよく分かりますが、見方を少し変えていただきたいのです。災害が起きて嬉しい人などいないでしょうから、「もともと考慮しなければいけなかったが情報不足等で分かっていなかった災害リスクをも織り込んだ、より適切な林業経営を行えるようになってよかった」「家族や他人の生命・財産を脅かしてしまう可能性や、大損害を被る可能性を下げることができてよかった」と捉えていただければ、納得しやすいのではないでしょうか。その意味でも、地域で広く納得される方針を採用することや、その方針を皆で守っていくことは重要なことです。

1.3. 適切なゾーニングにむけた意思決定の段階

地域として、林業収益性及び山地災害リスクの両方の観点を踏まえつつ、適切なゾーニングを行っていくには、誰が何をどうすればよいのでしょうか。

本書の内容を踏まえ、森林所有者や地域住民の意思を踏まえた、より合理的なゾーニングを行うためには、図 1-2 のように、おおよそ 3 つのステージ(スケール)に分けて考えてみると分かりやすいです。

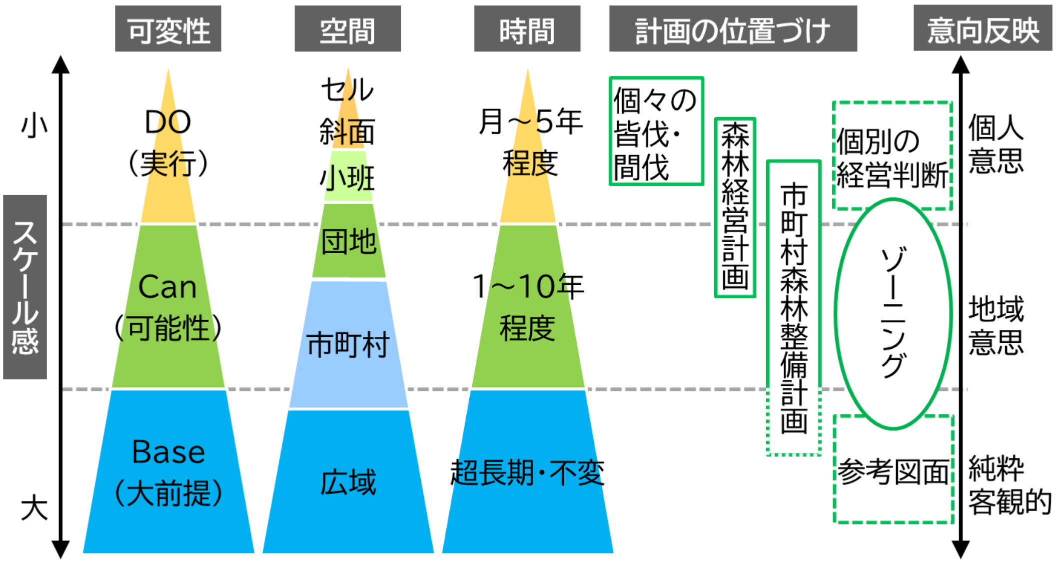


図 1-2 意思決定や計画策定におけるステージの外見図

林業や地域森林管理の「計画行為の段階」としては、Base(大前提)→Can(可能性)→Do(実行)、の3ステージがあると考えると理解しやすいです。

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)があります。検討を行うための基礎情報のことで、地形、地質、気象条件等が該当します。森林の現況ではなく、大元の潜在的な枠組みのことですので、Base をポテンシャルと呼ぶこともできるでしょう。

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)のステージです。科学的知見や合意形成による効果を発揮させられるステージであり、「計画」して賢く行動することで改善が期待できる部分で、本書が主に扱う内容でもあります。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す。

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)のステージに相当します。

民有林に対する森林計画制度についていえば、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ると思われます。森林経営計画や地域の路網配置計画などは、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ます。

ここで、ゾーニングに関して強調しておきたい点があります。市町村スケールで作成するゾーニングの位置づけは、地域の意思（方針）を反映した Can の領域の内容であってほしいということです。変更できない前提条件である Base の情報はいわば検討材料ですので、それに基づくマップはまだ最終的なゾーニングではありません。一方、個々人や各々の森林区画の自由意思だけに基づく Do を集めてマップ化しただけでは、それがたとえ市町村全域のスケールであっても、本来あるべきゾーニングや計画であるとは言えません。有用な情報としての 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、実行していただきたいと思います。

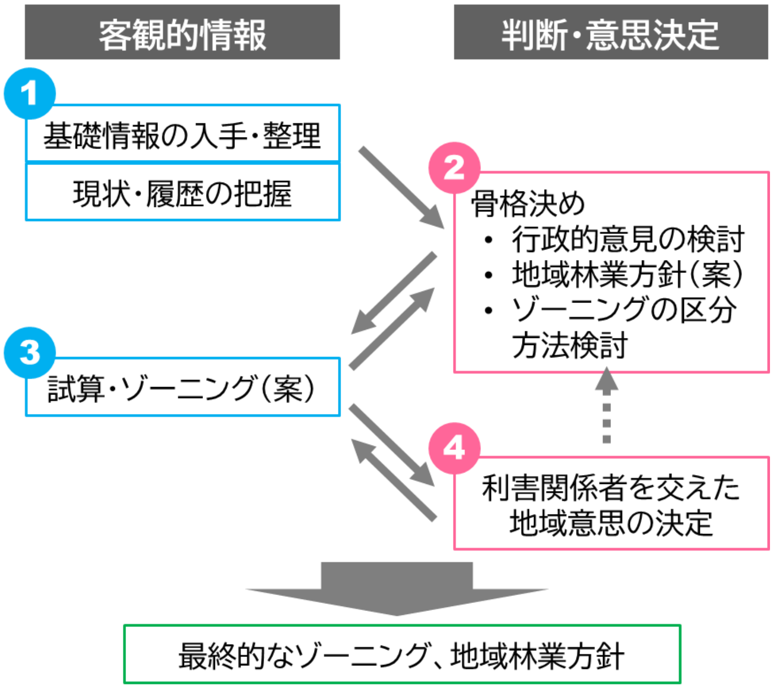


図 1-3 情報収集と意思決定の流れのイメージ

本書の中心テーマであるゾーニングを軸とする地域の林業方針を決定するまでには、図 1-3 のように、客観的作業と、判断・決断を伴う意思決定作業を往復しながら進めていくことになります。まずは素案作りのためにも、①の基礎情報の収集整理が必要です。そこから地域住民等の利害関係者に提示できる地域林業方針の素案（ゾーニング案など）である③に至るためには、行政の担当者や専門家等による②の「骨格決め」の段階が不可欠です。②では例えば、当該地域の林業が目指す大方針はどのようなものが考えられるか、当該地域の実態からいっても相応しいゾーニング区分はどの区分か、そして「どのような条件の森林は収益性が高い又は災害リスクが大きいと判断するか」といった、素案を作るための土台・骨格を考えます。

それを素案の形に成型する②→③の作業は、判断をあまり伴わない客観的作業であると言えますが、試算した結果が現実的に実行困難である場合などは、②に立ち戻って再検討も必要です。こうして③で出来上がったゾーニング案（複数あることが望ましい）をもって④に進み、利害関係者が最も納得できる形を探り、合意形成を図っていくことになります。

地域の意思（方針）を持った、Can の領域に踏み込んだ意欲的なゾーニングを実現するには、行政担当者や専門家に特に期待される②は重要となります。

また、③の案を使って④の意思決定を適切に行ってもらうためには、情報の紹介や説明は不可欠で、このステップでも行政担当者や専門家の貢献は重要になります。同時に、議論のコーディネーター機能も不可欠です。

③の案が④で合意に至らず、②に立ち戻って骨格変更が必要になることも考えられます。この場合は持ち帰って日を改めるのが通常ですが、その場でパソコン等により②③を行って修正案を作成することも考えられ、機動的な議論進展も期待できます。また、連続開催の検討会やワークショップのような形は、②から利害関係者の意向を取り入れて検討を進めているともいえ、合意形成のためには有効です。

POINT

より良い森林管理のために

担当者や地域の熱意によって、地域の森林管理はより合理的で望ましいものとなります。また、収益性の分析や山地災害リスクの低減を可能とするために必要な情報も入手しやすくなってきています。

しかし、個別の地域についての詳しい情報は、その地域に存在します。例えば、山地災害の発生場所や、整備中の路網の状態などは、広域的なデータにはリアルタイムで反映されません。入手できるデジタルデータも充実してきていますが、自分たちで地域のデータを集めることで、より建設的な選択肢を地域に提示することが可能になります。その上で、地域の人々がデータを冷静に見つめた上で、本音を出し合いながら選択肢を検討・議論することで、納得感の高い選択肢を選び取ることができると期待されます。人間の知識や予測にも限界はあるので、絶対的な正解はありません。収益性と災害リスクの状態を客観的に分析し、よりよい選択肢を採用すると同時に、地域の人々が大きな納得感を得ることで、その方針を地域として着実に実現していただきたいと思います。

第2章 ゾーニング手法の解説

2.1. 全体の流れ

森林のゾーニングにも様々な考え方がありますが、本書では、前章で述べたように収益性と災害リスクの両面を考慮した手法を採用しています。

ゾーニングは、図 2-1 の流れで実施します。本章では、「1. 目的、対象範囲の検討」と、「2. ゾーニング図作成」の考え方について説明します。

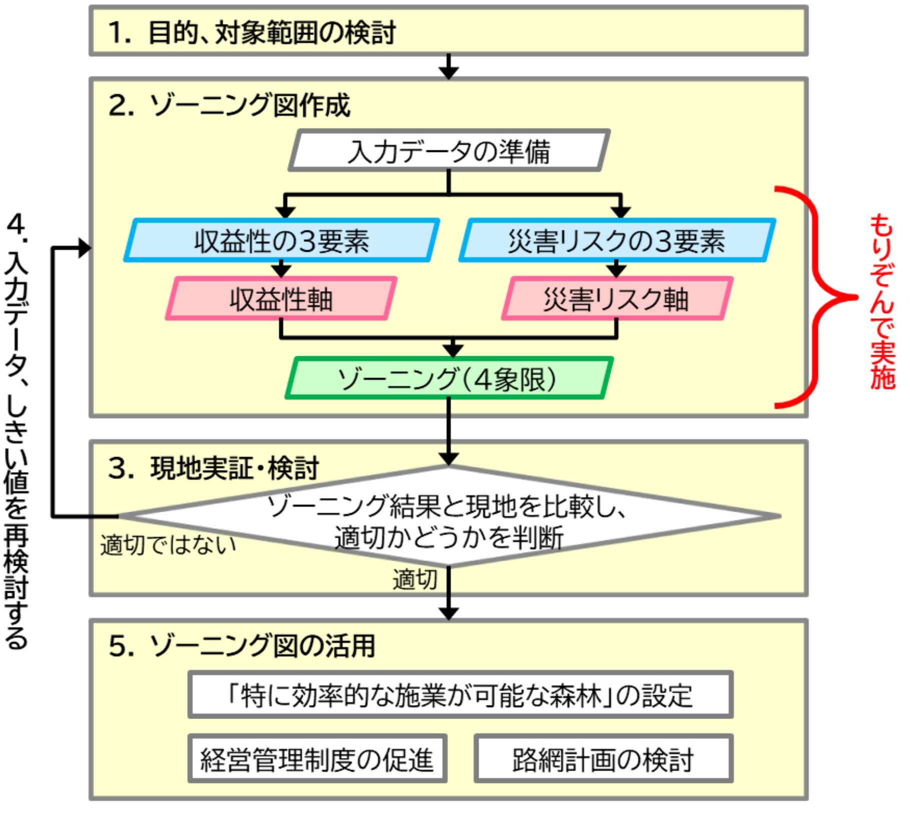


図 2-1 本書が採用するゾーニングの流れ

2.1.1. 目的、対象範囲の検討

ゾーニングを行う目的や対象範囲の広さにより、表 2-1 のとおり用いるデータや要素が異なります。データの細かさは対象範囲に連動し、狭い範囲を対象とする場合は詳細なデータ、広い範囲を対象とする場合は粗いデータを用います。広い範囲を詳細なデータで計算するとデータ容量が大きく処理時間が膨大に掛かる一方、広い範囲全域を表示する際には縮尺が小さいため、細かい情報を見ることはできません。

表 2-1 目的と対象範囲の例

スケール感※	目的	対象範囲	データの細かさ（解像度）
小	森林作業道の路網計画	施業団地（5ha）	1m
	市町村の特定植栽促進区域を指定	市町村全域（100km^2）	10m
大	都道府県の再造林適地の把握	都道府県全域（5,000km^2）	500m

※ スケール感は「1.3. 適切なゾーニングにむけた意思決定の段階」図 1-2 参照

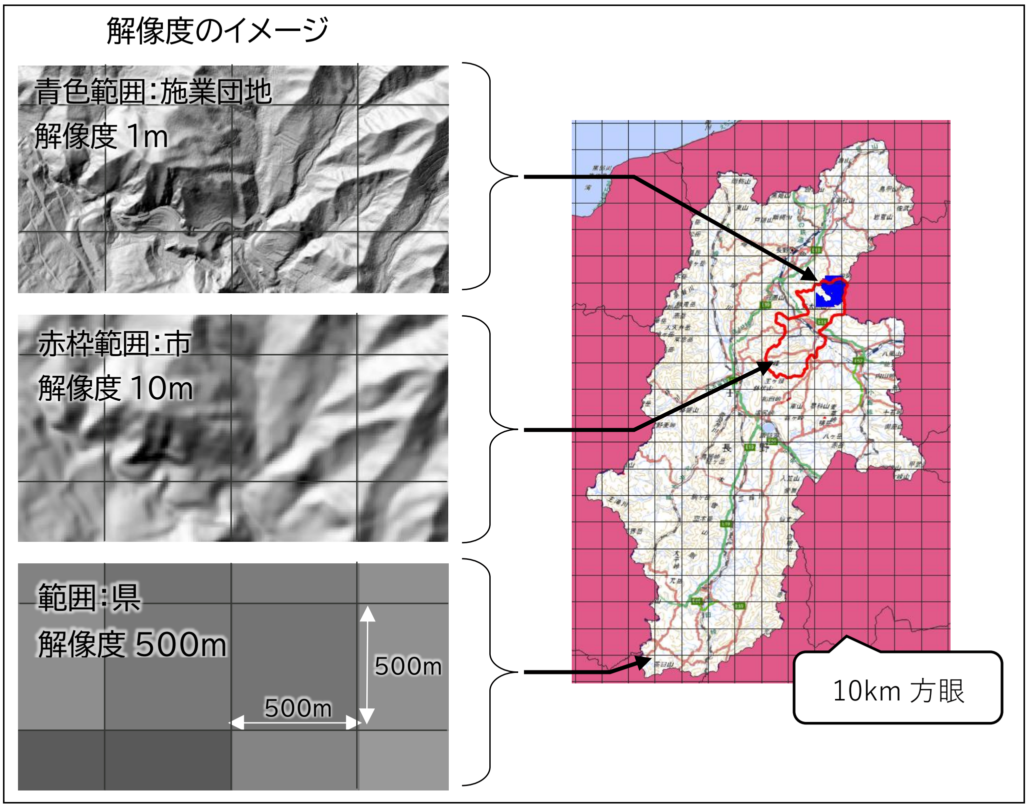


図 2-2 解像度のイメージ図

市町村単位でのゾーニングには 10m解像度程度のゾーニングが有効

CHECK 現在、森林管理に関わる制度において、市町村単位で検討・実施を行う場面が多く重要なものとなっています。市町村森林整備計画の策定や間伐特措法に基づく特定植栽促進区域の設定にあたっては、市町村単位でのゾーニングが基本となることから、必ずしも詳細な計画は必要ではなく、市町村全域を対象とする 10m 解像度程度のゾーニングが有効と考えられます。なお、実際に施業を行う団地においては 1m 解像度程度の詳細な計画を行うことも有効であり、段階的な取組が望まれます。

2.1.2. 要素の選定・算出

本書では、収益性や災害リスクを求めるために必要な事柄を要素と呼びます。実際の現場で林業収益性に影響する事柄（要素）をいくつか挙げてみましょう。

- 森林作業道の開設コストは傾斜などの現場条件に左右される。
- 一般道までの距離が遠いと運材の効率が悪くなる。
- 良質材の割合が多いと販売収入が増える。

次に、これらの事柄をどのように地図化できるか考えてみましょう。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ます。

- 森林作業道の開設コストは、傾斜などにより地図化できそうだ。
- 道路データがあれば運材の効率は地図化できそうだ。
- 良質材の割合は所有者の手入れの影響もあり、地図化は難しそうだ。

このように、収益性の要素である「森林作業道の開設コスト」や「運材の効率」は傾斜や道路などのデータにより地図化することができますが、「良材の割合」については別途考慮する必要があると言えるでしょう。

POINT

ゾーニングに用いる要素

収益性には多くの要素が影響していますが、ゾーニングには一部の地図化が可能な要素のみを用いることができるという点に注意が必要です。

また、地図化したデータについても数値で解析が可能な傾斜などの要素と、定性的に判読しなければならない微地形などの要素があります。次章以降で説明するプラグインが出力できるゾーニング図は、数値解析が可能な要素のみを用いた結果であり、プラグインに入力できない要素等の影響は別途考慮しなければなりません。

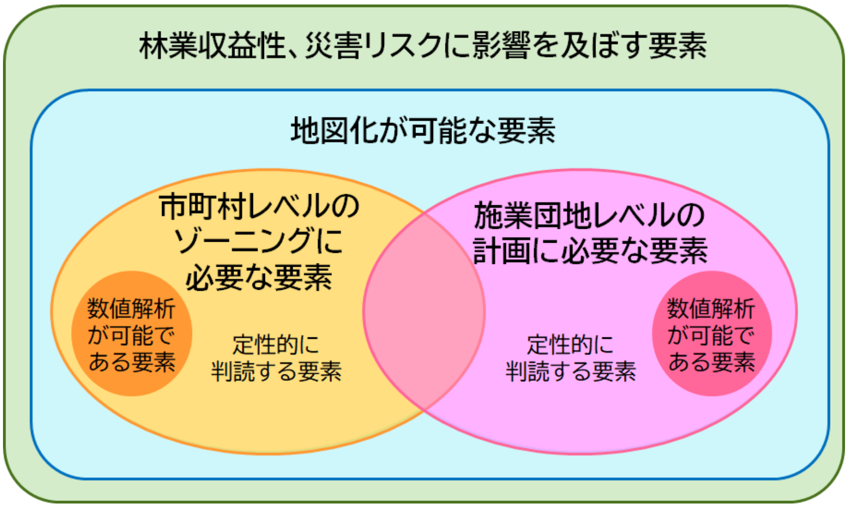


図 2-3 ゾーニングに用いる要素の考え方

さらに、前項で定めた目的、対象範囲によっても用いる要素やデータが変わる場合があります。市町村レベル以上のゾーニングを行うためには道路と言っても一般道や林道のデータを用いれば十分ですが、団地など実際の施業を行うレベルでは森林作業道が重要になります。

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ます。道からの距離を算出する場合、尾根を考慮して回り込むなどの距離を求めるか、単純に水平距離を求めるかで結果のゾーニングが変わります。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すが、手順が複雑であったり、パソコンのスペックを要したりという課題もあります。

CHECK

目的に応じた要素を選定しましょう

ゾーニングの対象レベルを検討し、目的に適した地図化可能な要素を選びましょう。

2.1.3. 収益性と災害リスクの軸の算定

目的とするスケールに応じた要素を選定し、地図化できたら、次に要素から収益性や災害リスクを算定します。複数の要素から、収益性という一つの数値を求めるという算定方法にも様々な手法が考えられます。要素の算出と同様に、詳細な算定方法を用いると現実に即したゾーニングとなる可能性が高くなりますが、手順が複雑であったり、パソコンのスペックを要したりという課題もあります。

2.1.4. ゾーニング図の作成

最後に、収益性と災害リスクを用いて 4 象限のゾーニングを行います。収益性と災害リスクのしきい値をどこに定めるかでゾーニングの結果が変わります。

前項までの作業で、収益性と災害リスクは数値化されています。例えばそれぞれ1～10 の範囲の値になっているとしましょう。図 2-4 のように、4 象限に区分する際、収益性 1～10 の間でしきい値を決めます。右のように、収益性のしきい値を低めの2に、災害リスクのしきい値を高めの6に設定すれば、林業経営適地となる第 2 象限を広くとることができます。しかし、恣意的にしきい値を決めたのではなく、正当な結果であることを示すには、地域での意思決定を経ていることが必要です。

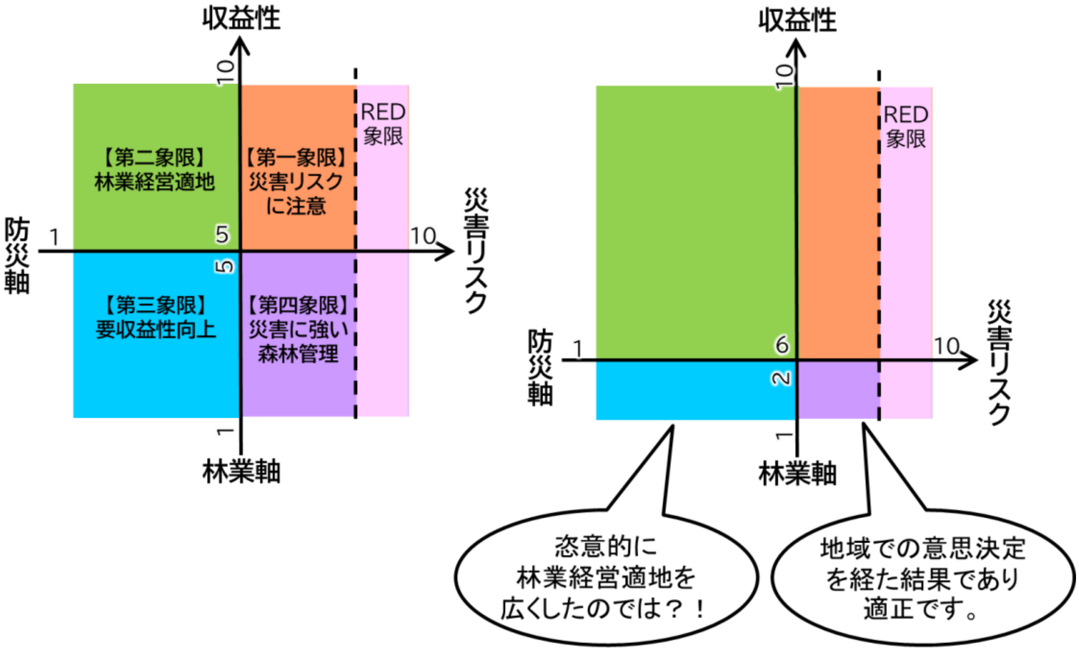


図 2-4　4 象限図ゾーニングのしきい値の設定イメージ

図 2-5 の②がしきい値の設定に該当し、その結果の③ゾーニング（案）を④地域で検討し、意思決定することで、最終的なゾーニングが適切であると示すことができます。必要に応じて、④の意見で②を修正し、試行錯誤の繰返しもあり得るでしょう。

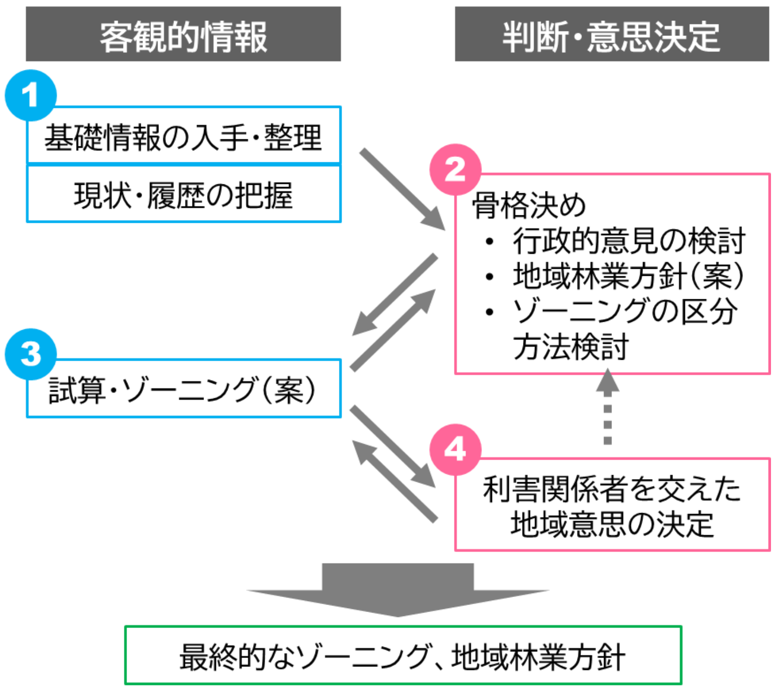


図 2-5　情報収集と意思決定の流れのイメージ（図 1-3 再掲）

CHECK

任意に設定できるしきい値の正当性を示すには地域での意思決定が必要

検討会やワークショップの形は地域での意向を取り入れ検討を進めているともいえ、合意形成のためには有効です。

収益性と災害リスクのしきい値をどこに定めるか。全域をどれかに区分する必要はあるか。地域の考え方を反映していきましょう。

2.2. 収益性

林業軸のなかにも、人為的改変ができない地位等の土地ポテンシャルと、路網からの距離や作業コストなどのように人為的な作業や判断によって変わりうるものがあります。また、この軸では蓄積量や樹種など時間によって変わる条件があるため、現況に基づく判断なのか、将来を見越した判断なのかを整理しながら検討する必要があります。

以下に、活用可能な情報を例示します。

2.2.1. 収益性検討に有用な情報

(1) 地位指数

土地生産力の指標として最も一般的に用いられているのが地位指数です。地位指数は基準林齢(一般的に 40 年を用いる場合が多い)における上層木平均樹高によって表現されます。土地生産力の直接的な指標としては林分蓄積が妥当ですが、林分蓄積は密度管理によって大きく変化します。上層木平均樹高は林分密度の影響を受けにくいため、その土地における成長の良さを評価する指標として用いられます。気象条件が大きく変わらない範囲において、地位指数は土壌、地質、地形との関係が強く、施業の結果等にあまり影響を受けないため、木材生産への向き不向きを判断するのに有効な情報です。なお、地位指数を数段階に区分したものが地位です。

地位指数の空間分布を推定するためには、地位指数と地形との関係にもとづいた推定モデルを用いるのが実用的です。地位指数と地形との関係は 1960 年代から研究されており、多くの事例で明瞭な関係がみられています。森林域の土壌や地質に関する情報は、解像度や情報量の面で地位指数分布を推定するために十分ではないですが、地形の情報は標高データが全国で整備されています(山地災害リスクを考慮した森林計画の手引き第三章 情報篇参照)。このような標高データを用いて、GIS により地形解析を行って様々な地形的特徴(地形指標などと呼ばれます)を計算することができます。植物の成長に大きく影響する土壌水分と関連する集水面積や凹凸度などの地形指標は、地位指数と高い相関関係にあることが知られています。

地位指数は自然的な立地条件によって決定するため、人為的に改変することができない指標であり、ゾーニングを行う上で収益性を評価するための最も基礎的な要素(Base)です。そのため、あらゆるレベルのゾーニングで考慮すべき要素であるといえます。地位指数は不変的な要素と考えられますが、気候変動により気温が上昇することによって成長が良くなる地域と悪くなる地域があることから、長い目で見た場合には変化することも考慮しておく必要があります。

地位指数の分布図作成については、第2章末尾のコラムもご参照ください。

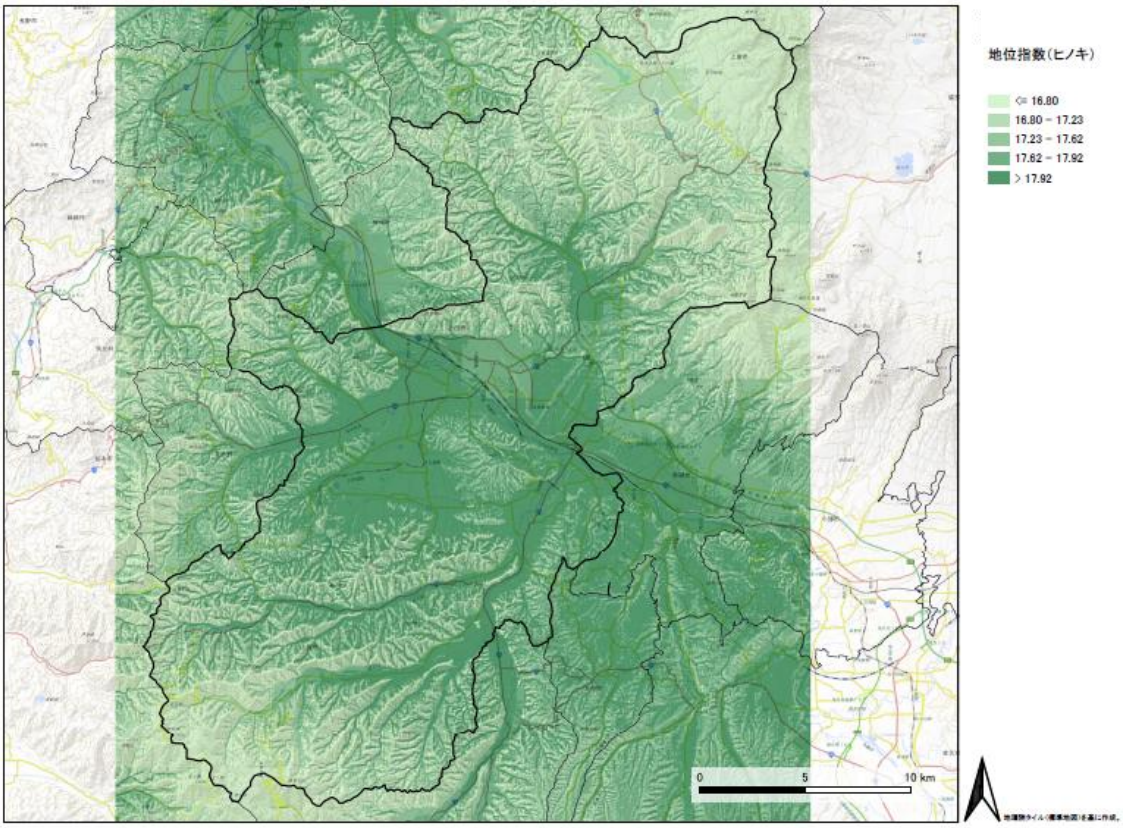


図 2-6 地位指数（Sight Index）マップの例（「もりぞん」出力）

（2） 路網開設の可否

路網の開設可否に関しては、基本的には各基準類にあるように、地形の傾斜から判断できますが、林道等の基盤路網の整備を検討する際には、地形褶曲具合や、尾根谷の数等の地形の複雑さも重要な判断材料です。G 空間情報センターの数値地形解析アプリケーションからは、最小の曲線半径が地形の曲がり具合と合うか（大規模な施工を行わなくて済むか）を判断できます。このような情報を用いることで、災害リスクは低いが収益性も低い地域で、将来的に路網の開設によって収益性を向上させて生産を行う林分とすることができるかといった検討を行うことができます。

（3） 作業システム

木材の生産費用を決定する大きな因子としては作業システムがあります。大きく分けて車両系、架線系の作業システムがあり、機械の規模や、主伐か間伐かによっても生産性は異なります。そのため、普段から生産時の地形や林分などの条件と生産性を把握しておくことが大切です。

作業システムを選択する因子としては傾斜と地形の複雑さがあります。後藤（2016）や有賀（2018）の示す方法では、傾斜と起伏量（地形の複雑さを代替する指標）に応じて適切な作業システムを提示しています（図 2-7）。ただし、例えば地域でタワーヤーダがほとんど運

用されていない状況も考えられます。素材生産事業体を交え、地域で実際に使用されているシステムと生産費用を把握しながら、作業システムの区分条件を検討することが必要です。また、長伐期大径木が増加すれば、現在の機械規模では生産が難しくなることや、新たな機械開発によって作業システムが変わることも考えられます。そのような場合であっても、傾斜や起伏、地質など普遍的条件から、災害リスクを高めることなく導入可能な条件を整理し、広域での適切な作業システムを想定しておくことが大切です。

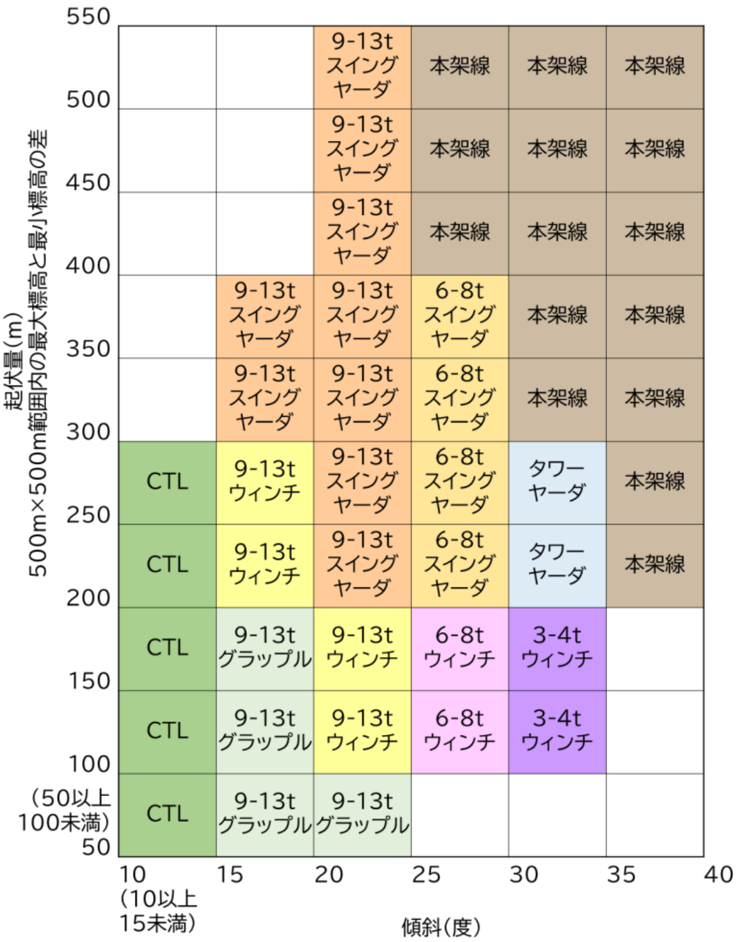


図 2-7 傾斜と起伏量から見た適正作業システムの考え方

注:CTL=Cut-to-length システム(ハーベスタ+フォワーダ)

(本事業にて作成)

(4) 路網からの距離

現時点で整備されている林道等や森林作業道からの距離や位置関係によって、搬出コストは大きく影響を受けます。路網データに関しては各地域で整備状態が異なりますが、路網データから GIS 上でバッファを作成することで、概ねの傾向は判断できます。ただし、使用する路網データがいつの時点のものか、どの規模の路網までが再現されているか、各路線が現状で利用可能かを確認したうえで検討材料として扱うことが望ましいです。

2.2.2. 収益性の考え方の 4 象限

収益性(林業軸)では、人為によってほとんど変えることが出来ない大前提(Base)となる指標と、基盤整備等の人為的な行為によって変えることのできる指標を分けて考えましょう。それにより、長期に生産林として扱う森林なのか次の基盤整備候補地なのか、といった位置づけを把握しやすくなり、次に災害リスク(防災軸)と合わせて総合的に検討する際に順位付けを行うためにも有効です。

例えば、普遍性の高い情報と改変の可能性がある情報を二軸に用いて 4 象限図で判断すれば(図 2-8)、現時点で「収益性の観点からみて」長期的にも林業に向いた範囲や、現状では地利条件が不利であるものの土地生産力が高く今後の路網整備を優先的に行うことが「収益性の観点からみて」有効と考えられる範囲などを検討することができます。このように、複数の情報を組み合わせることで収益性の評価値として扱うことができますが、前述の意思決定のスケール感にもある通り、検討対象のスケールによってどの情報を優先するかを検討することが重要です。

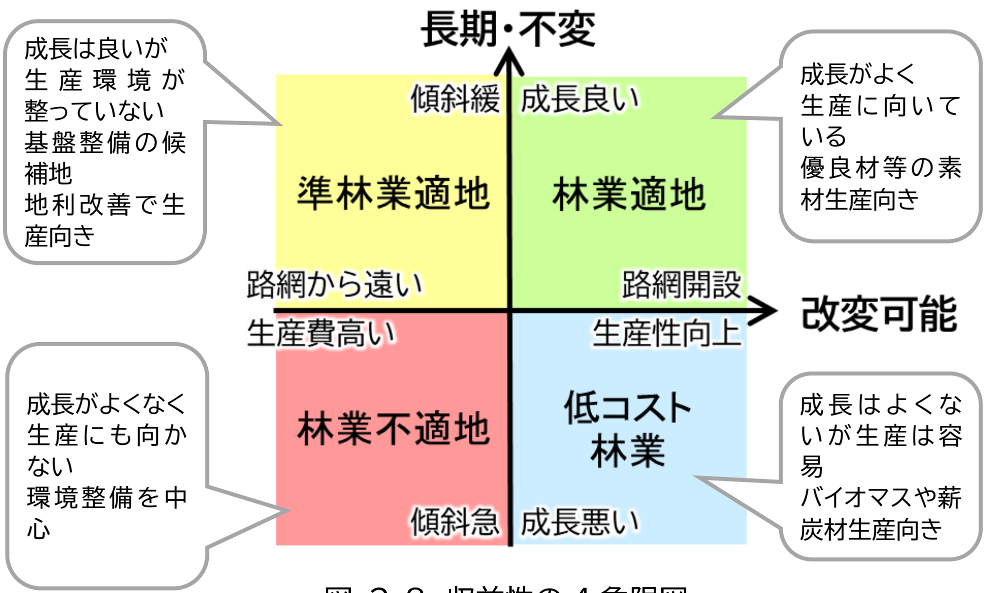


図 2-8 収益性の 4 象限図

2.3. 災害リスク

可能な限り災害リスクを減少させた施業方針を検討するためには、まずリスクの程度を正確に把握することが大切です。災害リスクの考え方には、大きく分けて二つの要素があります。地形や地質などの自然条件によって決まる林地の崩れやすさと、社会条件的によってきまる保全対象との関係(距離)です。以下では、この二つの要素それぞれについて、リスクの大きさを評価・判断するための概念や基礎的な情報をご紹介します。

なお、地震を誘因として災害リスクが高まる場所は、豪雨等とは傾向が異なります。本書では、豪雨等を誘因とする災害リスクについて取り扱っていきます。

2.3.1. 林地の崩れやすさ

崩壊の発生位置は一見不規則に見えますが、崩壊しやすい場所には共通する以下の特徴があります。

①傾斜 25°以上の平衡~凹地形

②土層が粘土(埴土)にまで風化している

③地下水が集中する場所(水分量:湿以上)

林地でこの 3 条件が該当する場所は危険地形と呼ばれます。様々な場所がこれに該当しますが、具体例を挙げると、0 次谷、断層地形、地すべり地形、地質境界、崩積土(沖積錐)などであり、「CS 立体図を使った地形判読マニュアル」(林野庁、令和 5 年 3 月)を参照してください。

ここでは基本的な災害リスクを判断する情報について紹介します。

(1) 地形傾斜(標高 DEM)

地形量の代表的な指標である傾斜は、定量的に崩壊危険度や施業の困難度を判断するために大変有用です。傾斜の元になる情報であるグリッド毎の標高値データ=DEM(数値標高モデル)データは、国土地理院や G 空間情報センター等から入手が可能で、GIS ソフトにて傾斜データを算出します。

地形解像度を表すグリッドのサイズは 50m、10m、5m、1mなどが整備されています。GIS 上で傾斜の分布をみることで、リスクの判断を行う基礎情報となります。また、詳細解像度の情報(5m以下)は、地域によって整備の状況が異なりますが、広域の判断(地域森林計画等)を行う際には、個別林分レベルではなく小流域レベルでの傾向を把握できればよいため、必ずしも細かい情報を用いる必要はありません。災害リスク判断だけでなく作業の難易度(収益性)を決めるためにも基本的な情報となるので、傾斜データについては必ず整備する必要があります。

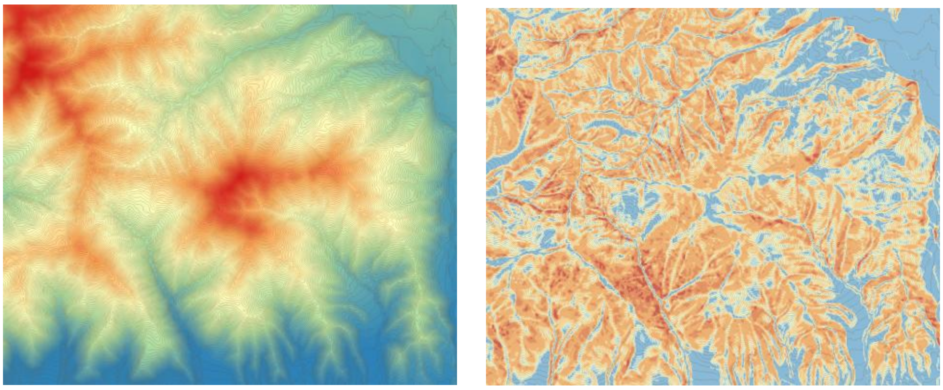


図 2-9 標高 DEM および傾斜の例

(2) CS 立体図

例えば、同じ 30 度の斜面でも地すべりブロックの中と外では崩壊危険度が異なるように、傾斜だけでなく、地形の形状も災害リスク把握には欠かすことができません。定量的な判断に加えて定性的に地形種を読み取る地形判読を行うことで、崩壊危険度や施業の困難度を示すことができますが、地形判読に役に立つ情報も入手可能となってきています。

CS 立体図は長野県林業総合センターで開発された図法で、地形の平面・縦断方向の凹凸である曲率（Curvature）と傾斜（Slope）を強調し、視覚的・直感的な地形判読が可能です。地形的特徴を強調した図法であるため、災害リスク把握に適しています。

CS 立体図は詳細 DEM を用いることで判読性が高まりますが、10mDEM でも侵食の進んだ地域かどうかといった大まかな傾向は把握できます。全国の 10mDEM による CS 立体図のデータは G 空間情報センターで公開されていますので確認可能です。また、詳細な CS 立体図に関しては、各地で整備されている詳細 DEM を入手し、GIS 上で作成することも可能です。

CS 立体図を用いた危険地形の判読については、「CS 立体図を使った地形判読マニュアル」（林野庁、令和 5 年 3 月）を参照してください。

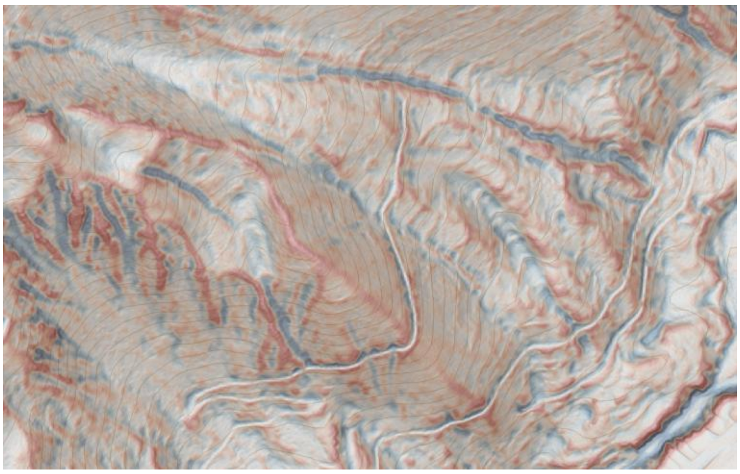


図 2-10 CS 立体図の例

(3)　地形解析ツール

地形の凹部や侵食具合といった、より詳細な地形解析を表示するツールも開発されています（G 空間情報センター 数値地形解析アプリケーション（https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/demapp））。この数値アプリケーションは、災害リスクや路網配置の検討に有効な図を、GIS を用いずに DEM を用いて、アプリケーション単独で出力することが可能です。以降の章に出力可能な地図を活用した検討方法を提示していますので、参考にしながら利用してみましょう。このアプリケーションは詳細なDEM（1m）を活用すると効果的で、図 1-2 での上部に相当するような、森林経営計画などの個別具体的なスケールでのゾーニングを行う際には、これらの情報も活用して個別林分レベルでのリスクを把握したうえで検討を進めましょう。

(4)　地形の複雑さ（SHC）

SHC とは平面曲率の標準偏差（Standard deviation of Horizontal Curvature の略）のことで、災害リスクを評価する新たな指標として提唱するものです。

SHC は間接的に尾根・谷の密度を表す地形量ですが、これが高い値となるエリアは崩壊跡地形の密度が高い場所とよく一致します。SHC を用いて崩れやすい林地を示すことで、適切なゾーニングに繋げることができると期待されます。

SHC 図の作成については、第2章末尾のコラムもご参照ください。

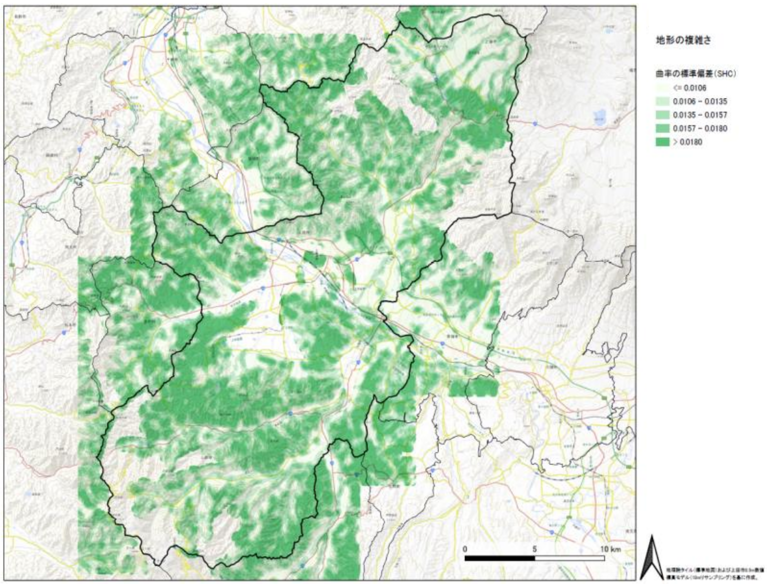


図 2-11　SHC 図の例（「もりぞん」出力）

(5)　地すべり地形分布図

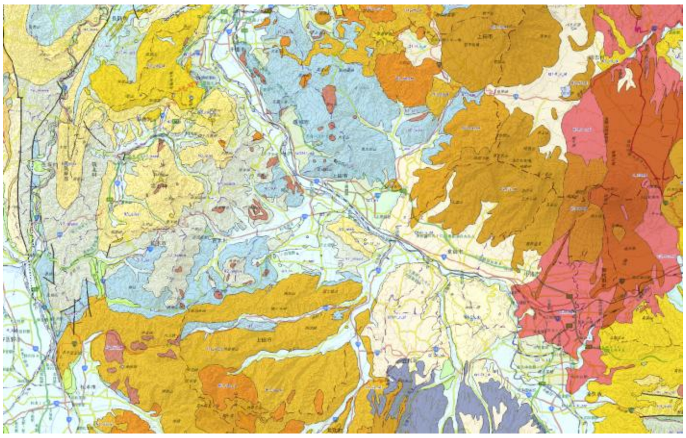
地すべり地形分布図は GIS データとして防災科学技術研究所より公開されており、比較的大きな規模の地すべりブロックを把握することができます。広域での利用方法としては、地すべり地形の多い地域での高密路網開設を避けた施業を検討するといった判断に利用で

きます。個別林分レベルでは、地すべりの末端部において、路網開設や、路面上の排水を側方崖に流すなどの、移動体が不安定になるような作業を避けることを検討する材料として扱うことができます。ただし、すべての地すべりが示されているわけではないので、CS 立体図等の判読と合わせて活用することが重要です。

(6)　地質図

地質図も WEB で公開されており、有効な情報です。地質の複雑な地域や断層線上での路網開設等は、土砂災害リスクを高めます。一般に入手できる地質図には 1/20 万と 1/5 万の地質図があり、それぞれ特徴が異なります。1/20 万地質図は県や市町村単位といった広域での傾向把握に向いていますが、細かな地質情報は省略されているため、個別の施業団地や、路線計画の検討には向いていません。1/5 万地質図は詳細な地質情報が記載されており、個別林分レベルでの伐採計画や、路線計画に有効です。検討する対象に合わせた縮尺の情報を活用しましょう。なお、1/5 万地質図は未整備の地域もあります。

これらの地形・地質に起因する災害リスクは人為的な変更がほとんどできない基礎的(Base)な情報といえるため、どの段階のゾーニングを検討する場合にも必ず留意する必要があります。



出典:産総研地質調査総合センター 地質図 Navi
(https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php)より

図 2-12 地質図の例

2.3.2. 保全対象との関係(距離)

地形的リスクが同等であっても、崩壊が発生した場合の影響を想定すれば、住宅等の保全対象との関係は重要な検討事項になります。林地で崩壊が発生して土石流となれば、2km 程度は流下して到達することを想定する必要があります(多田、2016)。また、近年の豪雨時の雨量の増加や、崩土内には水に浮く流木が多く含まれるため、土石流の流下距離が 2km を上回る事例もしばしば確認されています。万が一、施業の結果として災害が起こった場合には、下流 2km 以内に保全対象が存在する場所では被害を与えてしまう可能性が考えられるため、緩傾斜地など地形的リスクが低い箇所でも保全対象が近ければ、最大限のリスク低減に関する配慮を行ったうえでの施業を検討する必要があります。

保全対象との距離を検討する最も単純な方法としては、国土地理院の GIS データ(建物等)からバッファを発生させて、検討する方法があります。平面的距離の表現となるため、あくまで概略的ですが、皆伐や高密路網の開設の可否を検討するには有効です。より詳細な検討を行うためには、数値地形解析アプリケーション(G 空間情報センター 数値地形解析アプリケーション(https://www.geospatial.jp/ckan/dataset/demapp))を利用して、該当する保全対象へ土石流が到達してしまう可能性のある崩壊発生源となりうる斜面の範囲を表示することが可能です。森林経営計画レベルの具体的検討には特に有効です。
保全対象は地域によって様々で、状況によっても変わりうるものです。林業を行うことで保全対象に損害を与えることはあってはなりませんが、どのような保全対象が地域に存在しているかをよく調べたうえで、災害リスクとの関係を評価するようにしましょう。

以上、災害リスクの把握に必要な主な点を紹介してきました。これらの他に、地域における過去の災害履歴は、基本的な情報としてとても重要です。普遍的な知見に加え、文献や聞き取り、地形判読による災害の痕跡の調査をすることで、地域の災害リスクをより具体的に把握できるでしょう。

2.3.3. 災害リスク(防災軸)の考え方の 4 象限

災害リスクの二つの要素を評価・判断するための概念や基礎的な情報を紹介しました。そのうえで、収益性の4象限図(図 2-8)と同様に、各林地の災害リスクがどの程度なのかを表現してゾーニングに活用するには、林地の崩れやすさと保全対象との関係(距離)の二つの要素をうまく一つのリスク軸として表現できると便利です。
そのため、二つの要素の関係を、再び 4 象限図にして考えてみましょう。

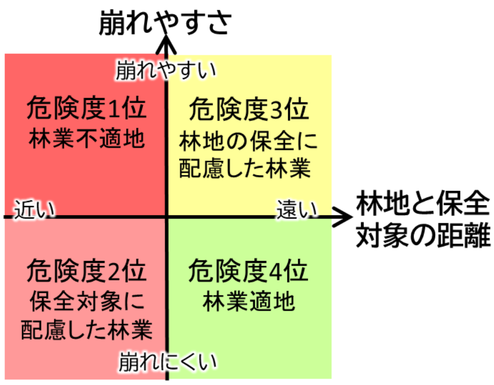


図 2-13 災害リスクを構成する、林地の崩れやすさと
保全対象との関係の 4 象限図（多田、2021b より調整）

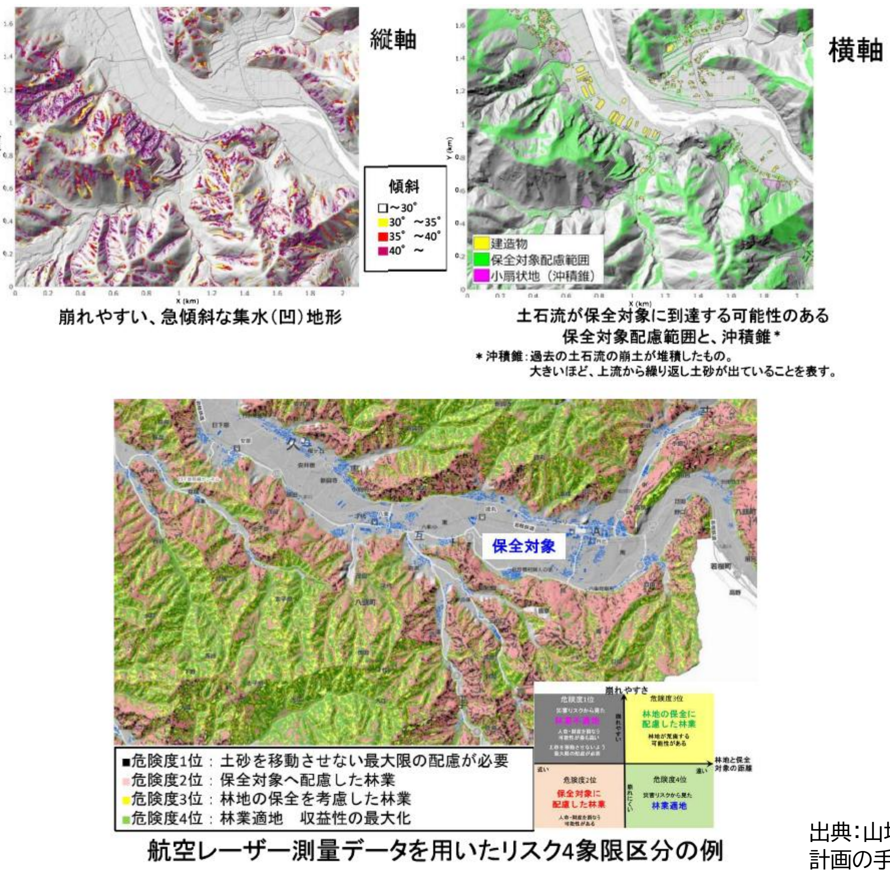
土砂移動が発生しやすく、人家などの保全対象にも近いため人命や財産への被害に直結

しやすい、最も危険度の高い第 2 象限(危険度 1 位)に該当する林地は、リスク面からみて最も林業に適さない場所だと考えられます。また、山地の安定性は比較的高くとも、土砂移動が発生すれば保全対象に到達してしまう可能性が高い第 3 象限(危険度 2 位)は、たとえば路網開設での不適切な施工によって土砂災害を起こさないためにも、排水施設の設置や路体の施工に十分な配慮がなされるようにしましょう。

一方、保全対象からの距離があっても、土砂移動発生の可能性が高い第 1 象限(危険度 3 位)のような林分では、人命等に直結する被害が生じる可能性は小さいものの、土砂移動リスクを考慮しない無理な施業を行えば豪雨時に林地が荒廃し、その後の森林資源利用も困難になる可能性があります。このため、個別林分レベルでのリスクを見極め、部分的な保残(伐り残し)などの配慮が求められます。

第 4 象限(危険度 4 位)は、災害リスク管理上は最も林業に適しているといえ、このような林分が地域にどの程度存在しているかを把握しておけば、将来的に確実な生産計画を検討する基礎情報ともなります。

このように、災害リスクの 2 軸の情報を用いることで、危険度 1～4 位に順位づけるという一つのリスク軸に統合することができました。その分布をマップ化した例を以下に示します。このようなイメージを参考に、リスク評価に有効な情報を収集し、適切なリスク管理に努めていただければと思います。



出典:山地災害リスクを考慮した森林計画の手引き

図 2-14 山地災害リスクの 2 軸および 4 象限のマップ例

2.4. ゾーニング

以上のような情報を活用し、収益性と災害リスクそれぞれの評価軸を整えた上で、ゾーニングに話を進めます。その際はまず、目標林型や森林の利用形態を検討し、どのような区分（選択肢）を設けるかを検討する必要があります。一方で、あまり細かく分けすぎると実行時への支障や、実態的な管理との乖離が生じやすいので、注意が必要です。以下では災害リスクの低減と経営の両立を目指して、多くても 4 象限＋α 程度のゾーニング区分としています。

また、各計画段階の規模に応じて、有効な情報は異なってきます。必ずしも細かい情報を用いればよいわけではありません。各段階での考え方・事例を参考に有効な情報を利用してゾーニングを行ってください。以下に、森林計画の規模別に踏まえるべき基本的な考え方を整理します。そのうえで、収益性と災害リスクとの双方を合成したゾーニング作成のイメージを解説します。

2.4.1. 計画レベルごとの考え方

（1） 地域森林計画での考え方

地域森林計画の策定単位である森林計画区規模で災害リスクを把握するためには、ある程度の広い範囲（10mメッシュ以上の情報）で、各地域にどのような災害リスクの要因があるかを知ることが重要です。傾斜・地質・活断層・雨量などを用いて、潜在的なリスクの高低を把握し、保全を重視する必要性が高いのか、施業・生産を重視しても問題が小さいのかを検討しましょう。詳細な地形情報などの情報も参考にしてもよいですが、あまり個別林分にとらわれすぎずに、全体的な傾向をとらえて、施業やゾーニングの方針に生かしましょう。

リスクを把握したのちに、地位指数、路網配置などの状況から収益性を検討し、生産向きの林分と不向きの林分をゾーニングしていくことが必要です。ただし、森林計画区規模のような広域な検討では、現況にとらわれすぎず、将来的な施業を見据えてゾーニングを行っていくことが重要です。また、森林計画区ごとの生産目標は、現状の蓄積状態から検討されることがありますが、本書の考え方のように、リスクや地位などの土地ポテンシャルに基づいたゾーニングを行い、どの程度安全に生産できるかを把握したうえで目標を立てることが重要です。

（2） 市町村森林整備計画での考え方

市町村森林整備計画を検討する際には、まずゾーニングの区分を検討することが必要です。これまでにご紹介した４象限の考え方もありますが、地域によっては生産林と環境林（保全林）とする場合もあります。そのためにも、まず災害リスクとして傾斜と保全対象からの距離（および法令指定地）、収益性に地位、路網からの距離といった基本的な情報を用いて、概

略的に区分することが有効です。その後、森林所有者や素材生産者等も交えたうえで、地域の具体的なゾーニング区分を決めていくことが大切です。ゾーニングの目的は、林業生産を制限することでも、災害リスクのある林分で過剰な生産を目指すことでもありません。地域の実情に合わせた区分を決定し、有効なルール作りを進めましょう。

この規模での検討の場合、詳細な地形情報も有効になります。CS 立体図や地形解析から、0 次谷や凹地形などの個別林分レベルでのリスクを把握し、ゾーニング分けに利用していきましょう。収益に関しても、地域の生産システムや生産コストに関する情報を収集し、各地形・林分での生産で概ねのコスト、木材の集荷先等の具体的情報を合わせて検討していきましょう。

※ 各地で行われた事例について引用元「山地災害リスクを考慮した森林計画の手引き 第四章事例篇」にて紹介していますので、合意形成のプロセスも併せて参考にしてください。

(3)　森林経営計画での考え方

具体的な施業対象林分や路網配置を示す森林経営計画では、より詳細な情報を利用し、現地での踏査を合わせて計画していくことが重要です。詳細な地形情報から作成した CS 立体図は個別林分レベルでの災害リスク把握にも有効です。災害リスクを考慮しない施業が表層崩壊や、盛土崩落による土石流発生の原因になることもあるので、事前に災害リスクを把握したうえで施業計画を検討しましょう。特に、保全対象が近い場合は最大限の配慮をしたうえで、作業の範囲や方法を検討しましょう。この規模であれば、具体的な路線の検討も可能です。路線計画において災害リスクのある地形がある場合は、回避や路網開設の中止を検討することも重要です。伐採にあたっても、小班界や所有界のみによって区画を決めるのではなく、高リスクの箇所は皆伐を控えるなどの対策に取り組みましょう。

また、事業の実行に際しては必ず現地の確認を実施しましょう。詳細な地形情報であっても、完璧に地形を再現しているものではありません。地質や地盤の水分状況等について、現地の植生や地形から判断できることも多くあります。

2.4.2. 災害リスクと収益性の双方を踏まえたゾーニングの実施

(1)　二軸を合成してゾーニングする（地域森林計画レベルでのゾーニング例）

災害リスクと収益性の二軸を簡易的に踏まえた地域森林計画レベルでのゾーニングを例示します。この例では DEM データを基礎とし得られる地位指数マップを収益性軸、曲率 SD マップを災害リスク軸の判断材料としてみました。

この二軸のマップを用いてゾーニングマップ（案）を作るにあたっては、各軸がどのような場合に、どのようなゾーンに該当させるかという「ゾーニング基準」を設定する必要があります。ここでは木材生産ゾーンと土砂災害防備ゾーンの 2 ゾーンを設定することとし、異なる

基準案に基づいた 2 つのゾーニング案を示しました。

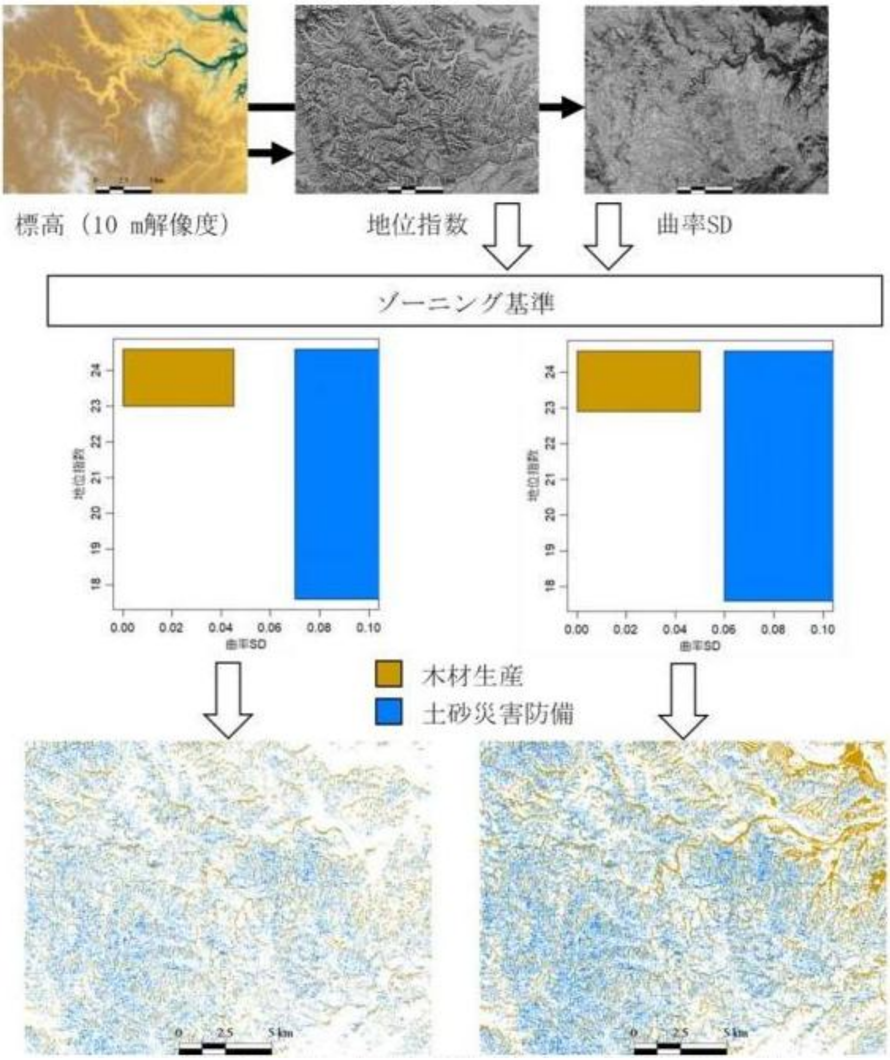


図 2-15 二軸を合成しての広域ゾーニングのイメージ例
（山地災害リスクを考慮した森林計画の手引きより引用）

なお、このゾーニング例は広域を対象にしたもので、図 1-2 のスケール感でいえばやや大きく、「Base」寄りであり、個人意思などよりもポテンシャルを考慮する大きな内容となっています。

また、この２つのゾーニング基準案のいずれにおいても、どのゾーニングにも属さない「白地」の林地があることにご注意ください。

（2） 様々な情報を組み合わせてゾーニングする（市町村レベルでのゾーニング例）

収益性も災害リスクも複数の情報を組み合わせて作り、それを合成してゾーニング案を得るという流れを紹介します。

この例ではまず、詳細 DEM を用いて、保全対象との距離と集水地形の多さによってリスク軸の評価を行っています。広域ではない市町村レベルのゾーニングにおいては、所有界レ

ベルでの判断も必要となります。そのためここでは、施業班(複数小班をひとまとまりとしたスケール、小班と林班の中間)ごとにゾーニングしていくこととし、各施業班における代表値(もしくは平均値)を用いて検討しています。

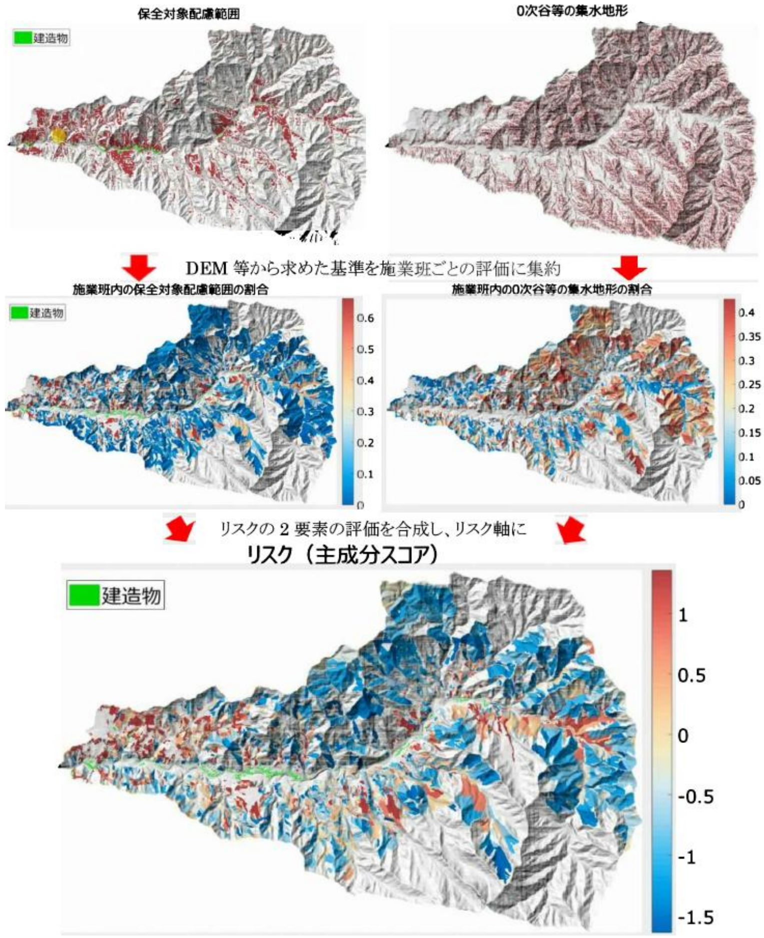


図 2-16 災害リスク(防災軸)の合成とマップ表示例

(山地災害リスクを考慮した森林計画の手引きより引用)

収益性については、道路からの距離と傾斜による作業システム決定、地位によって検討を行っています。リスク評価と同様に、施業班単位で評価しています。

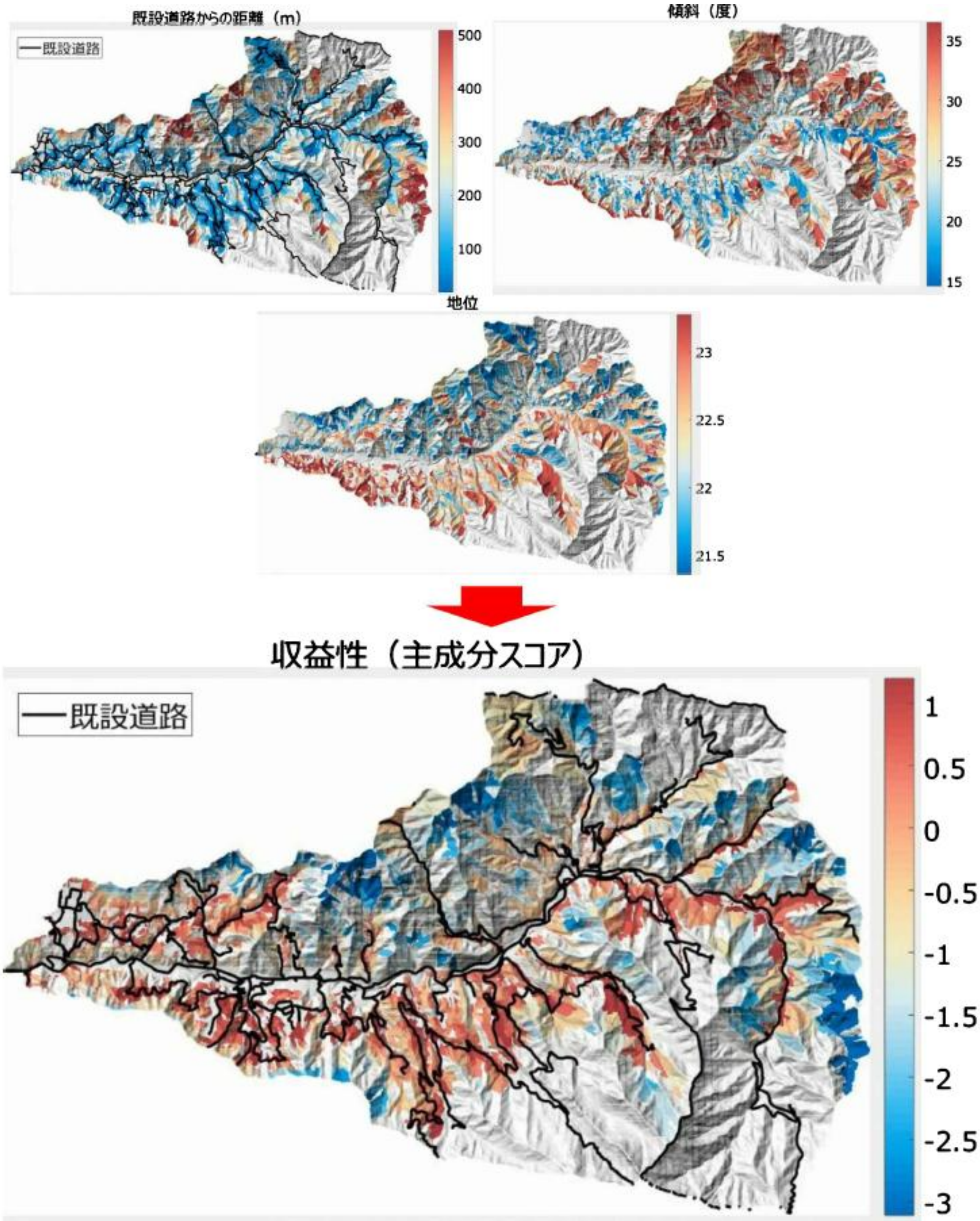


図 2-17 収益性（林業軸）の合成とマップ表示例

（山地災害リスクを考慮した森林計画の手引きより引用）

こうして準備した両軸の評価を合成し、4 象限化（すなわち 4 ゾーンに区分）したゾーニング案を以下に示します。上下 2 つの図を比べてみてください。各軸の評価方法や 4 象限を分ける際の基準次第で、ゾーニング結果は大きく変わります。

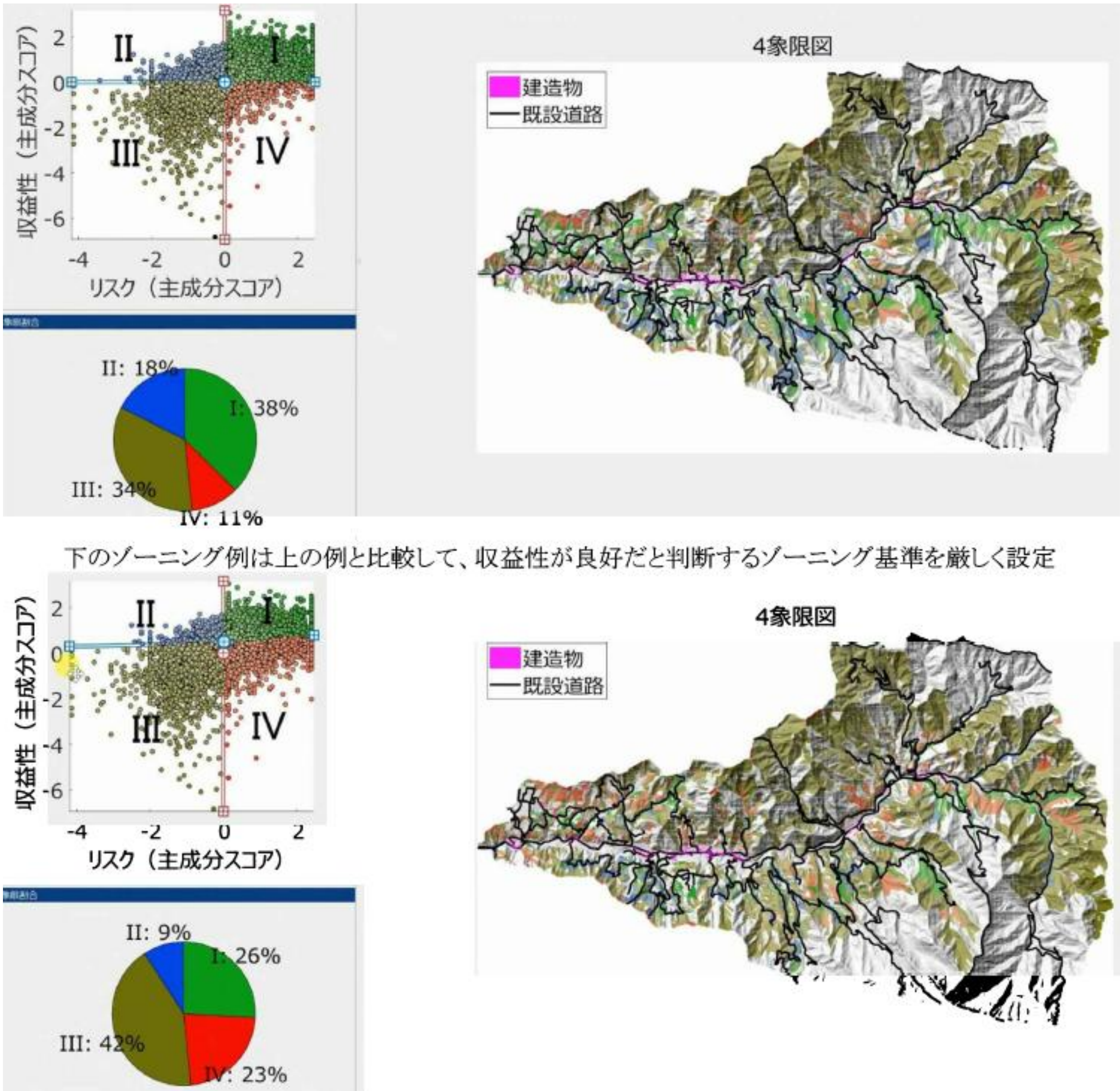


図 2-18　異なるゾーニング基準に基づくゾーニング例
（山地災害リスクを考慮した森林計画の手引きより引用）

以上は、地域森林計画レベルよりもややスケールが小さいゾーニング例です。Base のみならず「Can」の領域として検討することが重要で、現状にも大きく依存するものです。繰り返しになりますが、これらは地域の実情に応じて、十分に情報収集を行ってから、どのようなゾーニングを行うか検討することが重要です。関係者の議論によって、ゾーニング基準（どこで線引きをするか）を修正する必要があるかもしれません。また、一度決定したものを絶対的なものとして取り扱う必要はなく、情報の収集、PDCA を行いながら、より適正なゾーニングを目指すようにしましょう。

補足コラム：地位指数モデルの構築

地位指数推定モデルを開発するためには、現地調査により推定した地位指数と調査地点における地形指標との回帰分析を行います。まず、様々な地形条件において林分調査および

GNSS による調査プロットの位置測量を行います。林分調査データからガイドカーブ法を用いて地位指数を推定します（西沢、1972）。GIS 解析によって作成された地形指標ラスタから、GNSS 測量によって得られた位置座標を用い、調査地点における地形指標の値を得ます。このようにして得られた地位指数と地形指標のデータから回帰分析によって、地位指数推定モデルを開発します。また、このモデルを GIS で適用することによって、地位指数の分布図を得ることができます。

補足コラム：SHC 図の作成

SHC 図は、DEM データを基に GIS ソフトで作成することができます。以下、ESRI ジャパン社の ArcGIS10 の使用を想定して、SHC 図を作成する手順の概要をご紹介します。

① DEM の準備

以降の手順は、1m メッシュの DEM（GeoTiff 形式）の使用を想定します。例えば、XYZ テキスト形式で納品された航空レーザ測量データを、GeoTiff 形式に変換します。

ArcGIS10 でのコマンド：XY データの追加、ポイント→ラスタ（Point to Raster）、データのエクスポート

② Null 値（水部や計測範囲外に入力されている特殊値）の穴埋め

航空レーザ測量の成果品は、水部や計測範囲外の標高値に-9999 などの Null 値が入れてあることが多く、深い窪地として認識されて計算に不都合なため、穴埋めを行います。

ArcGIS10 でのコマンド：サーフェスの平滑化（Fill）

③ DEM の平滑化

微地形の影響を排除して 10～20m の谷地形を検出するため、DEM を平滑化します。

ArcGIS10 でのコマンド：フォーカル統計（Focal Statistics）。近傍解析（オプション）はウェイト、$\sigma = 3.0$ のガウシアンフィルタ。統計情報の種類（オプション）は MEAN

④ 平面曲率の計算

等高線方向の曲率を計算します。

ArcGIS10 でのコマンド：曲率（Curvature）

⑤ 標準偏差の計算

中心セルから半径 100m円内の平面曲率のばらつきを計算します。

ArcGIS10 でのコマンド：フォーカル統計（Focal Statistics）。近傍解析（オプション）は円形、100m。統計情報の種類（オプション）は STD

⑥ シンボル設定（表示）

水部やデータ端部などは過大な異常値となっているため、表示設定を適宜調整します。

ArcGIS10 でのコマンド：レイヤのプロパティにて、シンボル設定をストレッチタイプ（最小値 0.0、最大値 1.0 など）にする。

第3章「もりぞん」マニュアル

3.1.　「もりぞん」の開発方針

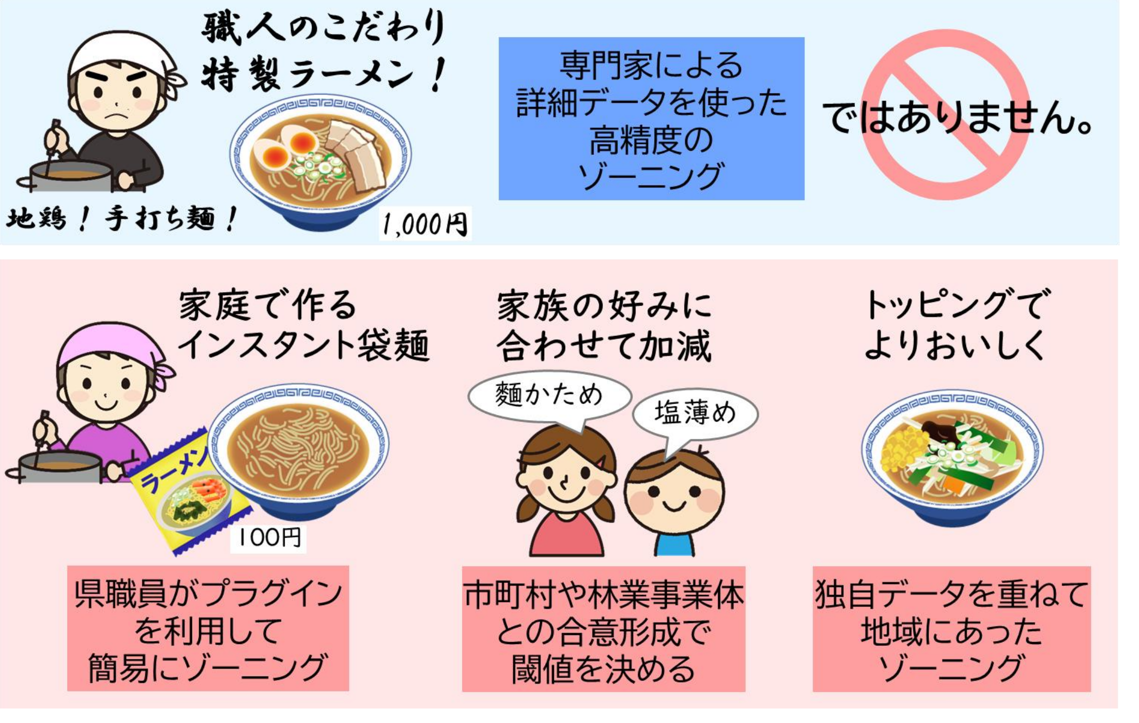


図 3-1 ゾーニングとラーメン

「もりぞん」は、第 1 章、第 2 章で解説した手法を QGIS で簡易に行うために開発されたプラグイン（拡張機能）です。「もりぞん」を利用すると前掲図 1-1 災害リスクと収益性の4象限図の理念に沿ったゾーニングを行うことができますが、多くの方が利用しやすいように、ゾーニングの品質より使いやすさを優先して開発していることに注意が必要です。

ラーメンに例えれば、職人が特別な出汁や手打ち麺を使ったこだわり特製ラーメンではなく、インスタント袋麺を使った家庭のラーメンと言えます。ゾーニングでは、専門家が詳細なデータを用い、複雑な解析を時間をかけて行えば精度の高い結果を求めることが可能です。「もりぞん」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います。地域の合意形成でしきい値を決めることは、麺の茹で時間やスープの素の濃さを決めることに似ています。微妙な茹で時間で袋麺の味も変わってくるものです。

また、家庭で作る袋麺に煮卵や野菜炒めをトッピングすれば、よりおいしく食べることができるのと同じように、地域独自のデータに入れ替えるなど、地域の事情にあったゾーニングとすることができます。

本章では、プラグインの基本的な使い方（＝袋麺のパッケージに記載されている作り方）、次章応用編と別冊では独自データなどの活用方法（＝トッピング）について解説します。

3.2. 「もりぞん」によるゾーニングの目的と対象範囲

現在、森林管理に関わる多くの制度において、市町村単位で施策の検討や実施を行う場面が多くなってきています。そこで「もりぞん」では、市町村森林整備計画の策定や間伐特措法に基づく特定植栽促進区域の設定等により再造林及び適切な森林整備を行うことを目的とし、市町村全域を対象とする、10m 解像度のゾーニングを実施することとしました。

市町村レベルでのゾーニングを元に、実際に施業を行う団地における 1m 解像度程度の詳細な計画や、都道府県レベルでのより広域的な計画を行うという、段階的な取組が望まれます。

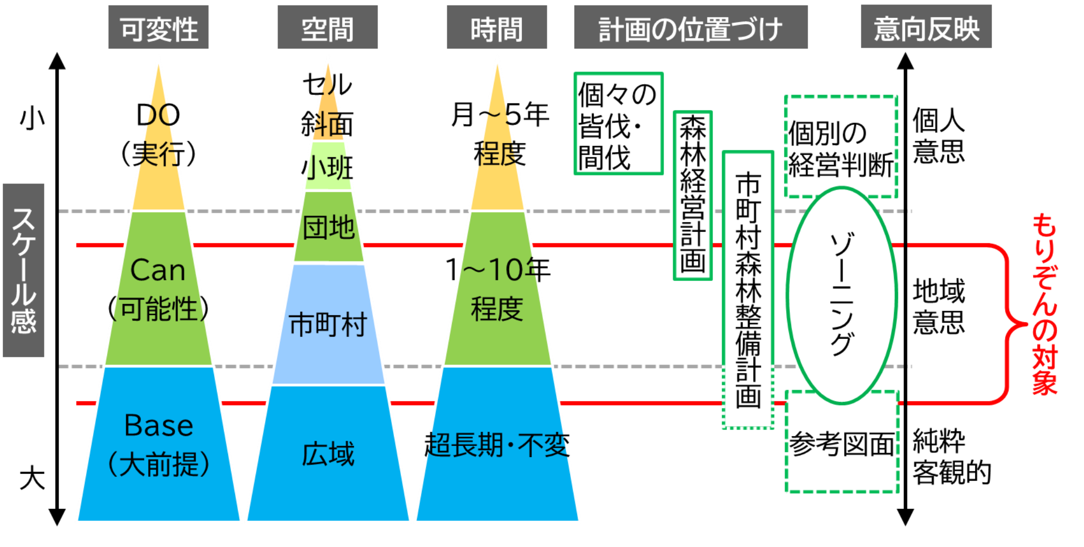


図 3-2 意思決定支援活動や計画活動におけるステージの外見図と「もりぞん」の位置づけ

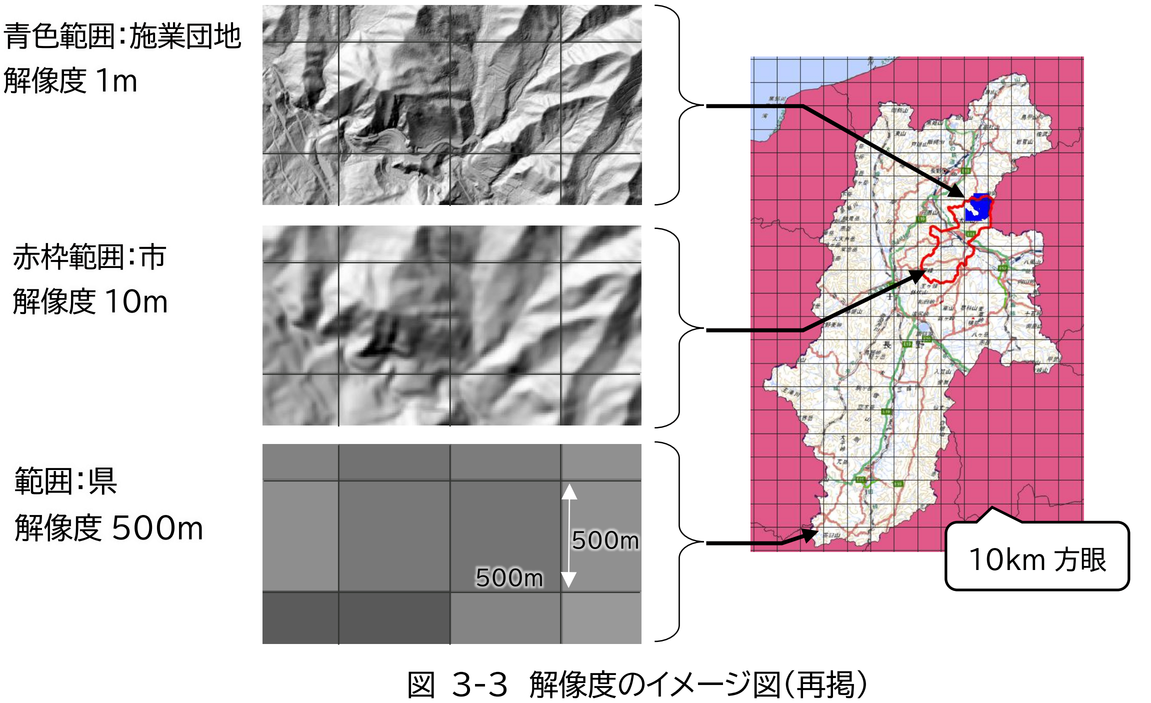


図 3-3 解像度のイメージ図（再掲）

3.3. 「もりぞん」によるゾーニングの流れ

ゾーニングの流れは、図 3-4 のとおりです。

「1. 目的、対象範囲の検討」は前節で述べたとおり、市町村全域を対象としています。

「2. ゾーニング図の作成」では、まず入力データを準備します。公開されているデータや都道府県等が作成したデータなど、比較的入手しやすいデータを用いることにしています。プラグインで指定された様式に変換する、市町村全域を一つのファイルに統合するなどの作業が必要になります。

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つの要素を選定しました。指定された様式のデータを入力すると要素マップを自動で算出します。なお、「地位」については、スギ、ヒノキ、カラマツの3種類を対象としました。

各要素について、しきい値を設定し点数化します。それぞれ3要素の合計値が収益性と災害リスクになります。収益性と災害リスクのしきい値を設定すると 4 象限のゾーニングマップを作成することができます。

「もりぞん」で自動的に算出できる部分と、ユーザが手作業や合意形成を行う部分とがあることに注意してください。定められた形式の入力データを用意する部分はユーザが自らGIS を用いて作業する必要があります。また特に重要な点は、要素ごとのしきい値を設定する（6回）、収益性と災害リスクのしきい値を設定する（2 回）という計8回に及ぶしきい値設定は、地域の合意形成に基づく必要があることです。

「3. 現地実証・検討」、「4. 入力データ、しきい値を再検討する」については「3.7.1 ワークショップ等による合意形成（p.63）」を参照してください。「5. ゾーニング図の活用」については事例集を参照してください。

POINT

プラグインは地域の意思決定の材料（マップ）を提供する道具です

「もりぞん」は、入力データを用意すれば、GIS の各種機能を使ったマップの作成を自動で行うことができます。しかしながら、しきい値設定の段階は地域の合意形成による意思決定が必要であり、決して自動化することはできません。

本プラグインは、マップ作成の労力を軽減し、合意形成により注力するための道具として活用してください。ゾーニングにおいて重要なのは合意形成の過程なのです。

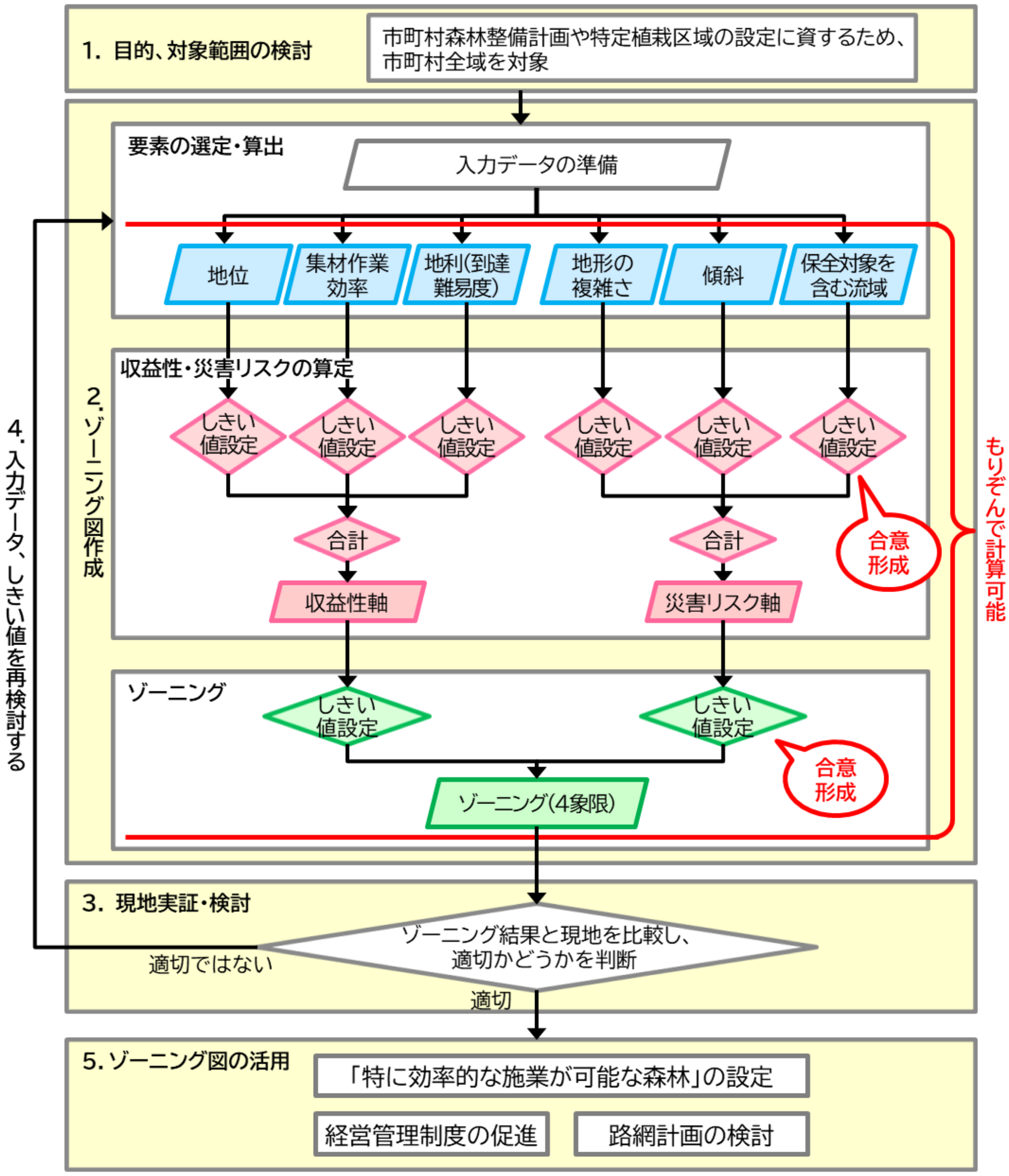


図 3-4 「もりぞん」を利用した作業の流れ(再掲)

3.4. QGIS と「もりぞん」のインストール

3.4.1. プラグインの動作環境

プラグインは以下の環境で動作する事を確認しています。

- Windows10 64bit
- 十分な空き容量のあるストレージ
- 4GB 以上のメモリ
- QGIS3.16LTR

3.4.2. QGIS のインストール

(1) QGIS のダウンロード

QGIS のバージョンが少しでも異なると「もりぞん」は動作しないため、注意してインストールしてください。

QGIS は異なるバージョンを同一 PC にインストールすることが可能です。

下記リンクにアクセスして直接ダウンロードします。

https://download.qgis.org/downloads/QGIS-OSGeo4W-3.16.10-1-Setup-x86_64.exe

もしくは、QGIS 公式サイトからインストーラをダウンロードしますが、間違えないよう十分注意してください。

ダウンロードページを開き、「アーカイブ」の「QGIS.org がホストするダウンロード」、「ウィンドウズ(Windows)」の順にクリックします。

図 3-5 QGIS ダウンロードサイト

QGIS3.16.10 の64bit 版インストーラをダウンロードします。

図 3-6 64bit 版インストーラ

（2） インストール・起動

ダウンロードしたインストーラをダブルクリックして、画面の指示にしたがい QGIS をインストールしてください。インストールが完了するとデスクトップに「QGIS」フォルダが作成されます。

図 3-7 のとおり、「～～with GRASS」と書いてあるファイルをダブルクリックして QGIS を起動してください。

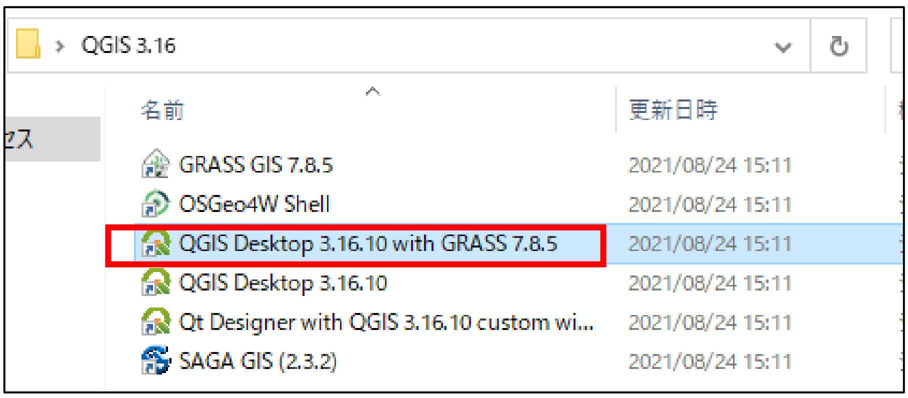


図 3-7 QGIS 起動ファイル

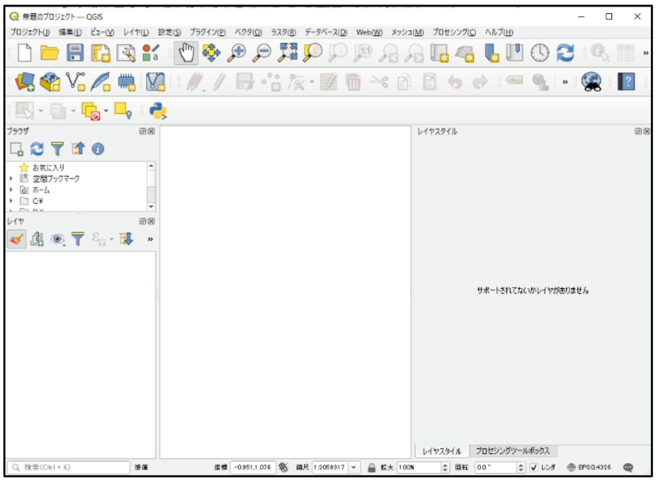


図 3-8 QGIS 画面

3.4.3.「もりぞん」のインストール

(1) 「もりぞん」と関連データのダウンロード

Web ブラウザで G 空間情報センターのサイトにアクセス（URL：https://www.geospatial.jp/gp_front/)し、組織から林野庁を選びます。

該当ページから「もりぞん」本体および関連データを入手します。

MORIZON.zip がプラグイン本体です。ZIP ファイルを解凍せずにインストールします。

関連データは「ZoningKit_〇〇.zip」の「〇〇」が平面直角座標系の番号ですので、当該地域の座標系を間違えずにダウンロードしてください。

図 3-9 G 空間情報センター トップページ「データを探す」

(2)　「もりぞん」のインストール

QGIS のメニューバーから「プラグインの管理とインストール」画面を開きます

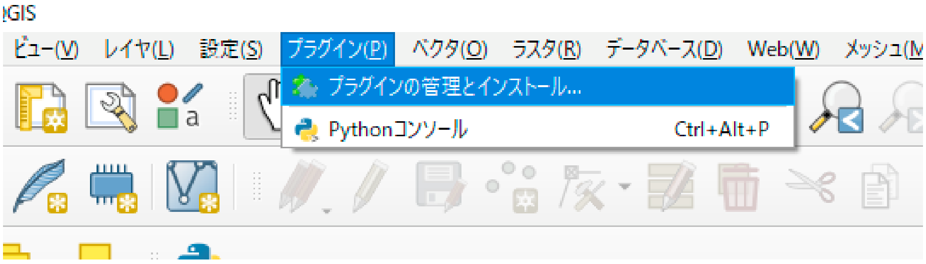


図 3-10 「プラグインの管理とインストール」

左メニューの「ZIP からインストールする」を開き、MORIZON.zip を選択しインストールします

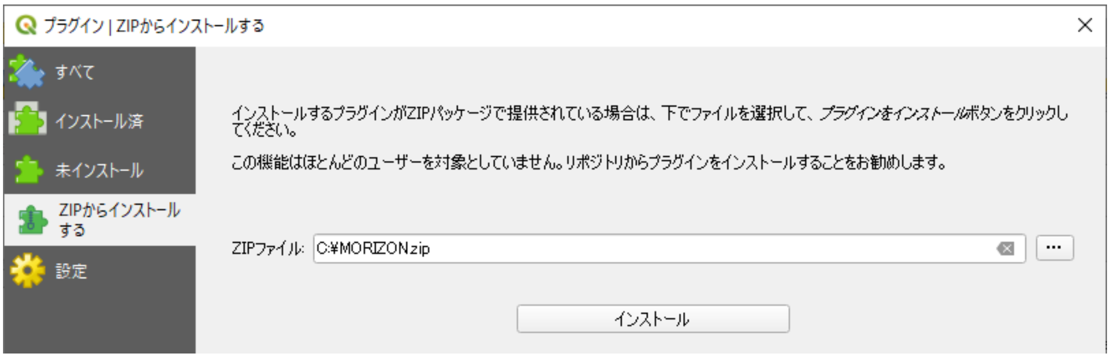


図 3-11 「ZIP からインストールする」

インストールが完了すると、メニューバーの「プラグイン」に MORIZON が追加され、「ゾーニング」「設定」ボタンが表示されます。QGIS のツールバーにも表示されます。

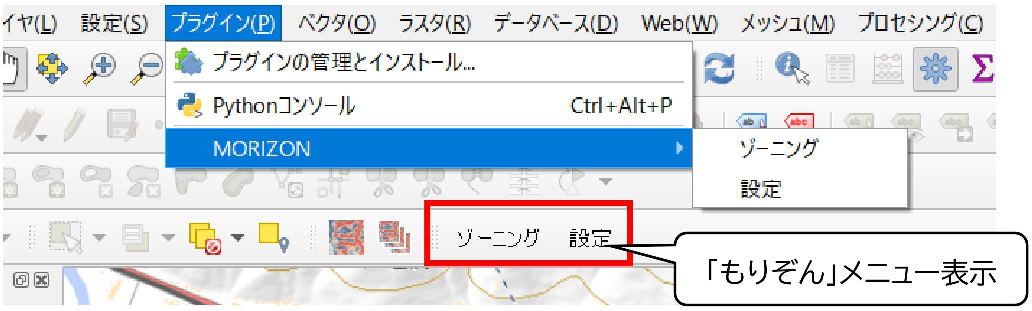


図 3-12 プラグイン「MORIZON」

3.5. データの準備

3.5.1. 入力データの概要

ゾーニングに必要なデータは表 3-1 のとおりです。プラグインでの計算に必要な入力データ(プラグインでの対応欄の算出可能の項目(黄色の要素に対応する利用データ))と、参考として必要となるデータがあります。

プラグインでの計算に必要なデータは、DEM、地位を算出するためのデータ、集材作業効率を求めるための作業システムを指定した表、道路や林道、建築物の外周線です。

DEM は複数の要素に関わる重要な入力データです。できるだけ航空レーザ計測で得られた 1m メッシュの DEM を用意してください。航空レーザ計測未実施などやむを得ない場合は、基盤地図情報の 5m メッシュまたは 10m メッシュの DEM を用意してください。

地位を算出するためのデータ、一般道のデータ、建築物の外周線はダウンロード可能な公開データですから、自ら用意しなければならないデータは、作業システムを指定した CSV ファイル(デフォルト設定はダウンロードに同梱)と林道データのみとなっています。

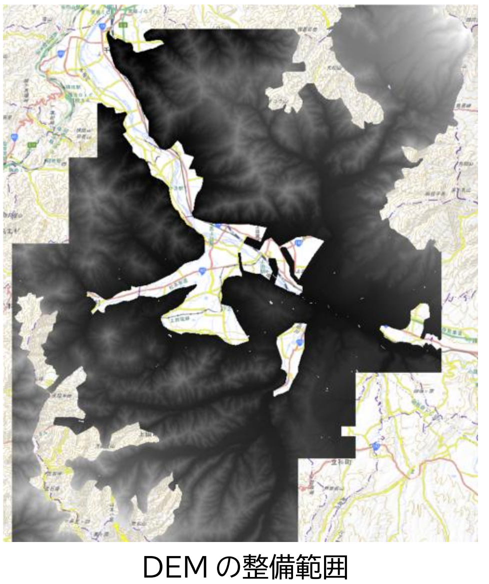
データの作成方法は「第 5 章入力データの準備」を参照してください。

CHECK

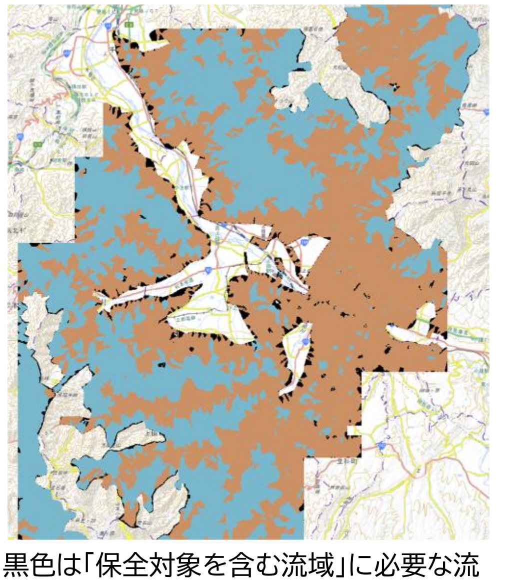
DEM は穴が無いように整備しましょう

DEM は市町村全域を隙間なくカバーしている必要があります。データの縁では正しい値を算出できないことがあります。5 条森林のみ、民有林のみ、といった DEM の場合、縁が多く全体として適正なゾーニングが行えないことがあります。

データ解析を行う際には、解析範囲より広く、全面をカバーする範囲のデータが望ましいです。



DEM の整備範囲



黒色は「保全対象を含む流域」に必要な流域が計算できなかった部分。この部分はゾーニングができない。

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 （ｽｷﾞ、ﾋﾉｷ、ｶﾗﾏﾂ）	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

その他に、しきい値設定の際などに参考となる情報で、入手が容易なデータも表 3-1 には示しています。「もりぞん」以外に公表されているツールで算出可能なデータもあります。ぜひ活用してください。

全てのデータの座標参照系を同一の平面直角座標系 JGD に統一して、定義してください。DEM の座標参照系に統一することを推奨します。

測地系は JGD2000 でも JGD2011 でもよいですが、統一しておく必要があります。

3.5.2. データを保存するフォルダ構成

ゾーニングに使用するデータは、G 空間情報センターから入手する『ZoningKit_○○』の「DATA」フォルダに格納します。『ZoningKit』は平面直角座標系毎に用意されており、ファ

イル名「○○」が平面直角座標系の番号ですので、当該地域の座標系番号のフォルダを間違えないようにしてください。

フォルダ構成は図 3-13 のとおりであり、「DATA」フォルダの中には「DEM」、「ROAD」、「SAGYO-SYSTEM_CSV」、「SiteIndex」、「TATEMONO」の 5 つのフォルダがあります。ゾーニングで準備するデータはこの 5 種類が基本です。

あらかじめデータが入っているフォルダは「SAGYO-SYSTEM_CSV」と「SiteIndex」のみであり、他のフォルダは空です。

指定のフォルダに作成したデータを保存しておくことで、「もりぞん」で DATA フォルダを指定するだけで全てのデータを一括設定することができます。

フォルダ構成	格納データ
ZoningKit_○○	
├── DATA	
│　　├── DEM	(ユーザ自身で DEM を格納する。)
│　　├── ROAD	(ユーザ自身で道路縁データを格納する。)
│　　├── SAGYO-SYSTEM_CSV	集材作業効率の設定 220113.xlsx (ユーザ自身で CSV を出力する。)
│　　├── SiteIndex	
│　　│　　├── NPP	NPP○○.tif
│　　│　　├── SRAD	SRAD○○.tif
│　　│　　└── VTEX	VTEX○○.tif
│　　└── TATEMONO	(ユーザ自身で建築物の外周縁データを格納する。)
├── YOUSO	(要素の出力先)
└── ZONING	(収益性、災害リスク、ゾーニング図の出力先)

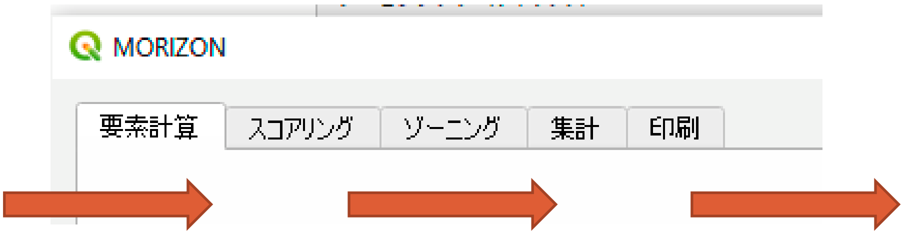
※ 「○○」は平面直角座標系の番号、4 系であれば ZoningKit_04、NPP04.tif

図 3-13『ZoningKit_○○』フォルダ構成

3.6. 「もりぞん」の操作

3.6.1. 処理の流れ

「もりぞん」のメイン画面のタブは左から順番に作業を行う流れとなっています。



要素計算	スコアリング	ゾーニング	集計	印刷
入力データから 6 要素のマップを作成する。	要素ごとにしきい値を検討し、1 点～3 点に点数化する。点数化した要素から、収益性と災害リスクのマップを作成する。	収益性と災害リスクに対して、しきい値を検討し、ゾーニング図を作成する。	ゾーニング図をポリゴン単位で集計し、ポリゴンのゾーニング図を作成する。	ゾーニング図の印刷レイアウトを設定する。

図 3-14 「もりぞん」のメニュー

3.6.2. 「もりぞん」を起動

QGIS メニューバーの「プラグイン」「MORIZON」から「ゾーニング」をクリックする(①)、もしくは、QGIS 画面に追加されている「ゾーニング」ボタンをクリック(②)して、プラグインのメイン画面を開きましょう。

※ インストールについては「3.4. QGIS と「もりぞん」のインストール」(p.38)を参照してください。

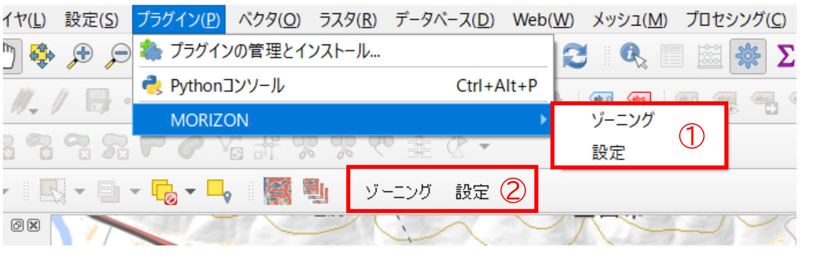


図 3-15 プラグイン操作

① メニューバー

・「プラグイン」→「MORIZON」→「ゾーニング」をクリックするとメイン画面が開く

・「プラグイン」→「MORIZON」→「設定」をクリックすると設定

② ボタン

・「ゾーニング」ボタンをクリックするとメイン画面が開く

・「設定」ボタンをクリックすると設定画面がひらく

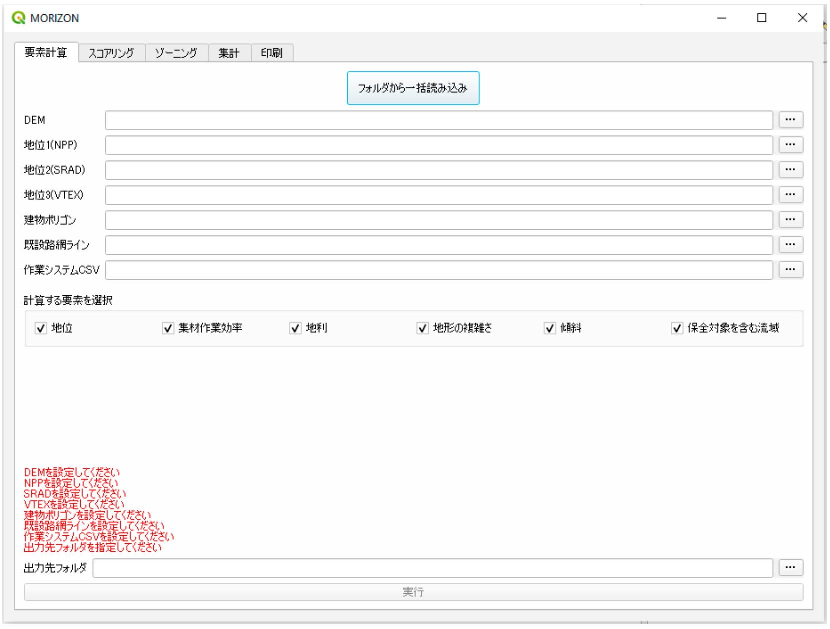


図 3-16 メイン画面

CHECK

QGIS プロジェクトファイルはこまめに保存しましょう

QGIS では、解析処理やデータの表示／非表示を繰り返している中、思いがけないところで画面がフリーズして作業不能になることがあります。データ編集中は適宜データ保存しながら進めることがポイントです。また、「もりぞん」で作業する前や、作業後にもプロジェクトの保存はこまめに行いましょう。

3.6.3. 要素図の作成

要素図の作成には、プラグインのメイン画面の「要素計算」タブを使います。

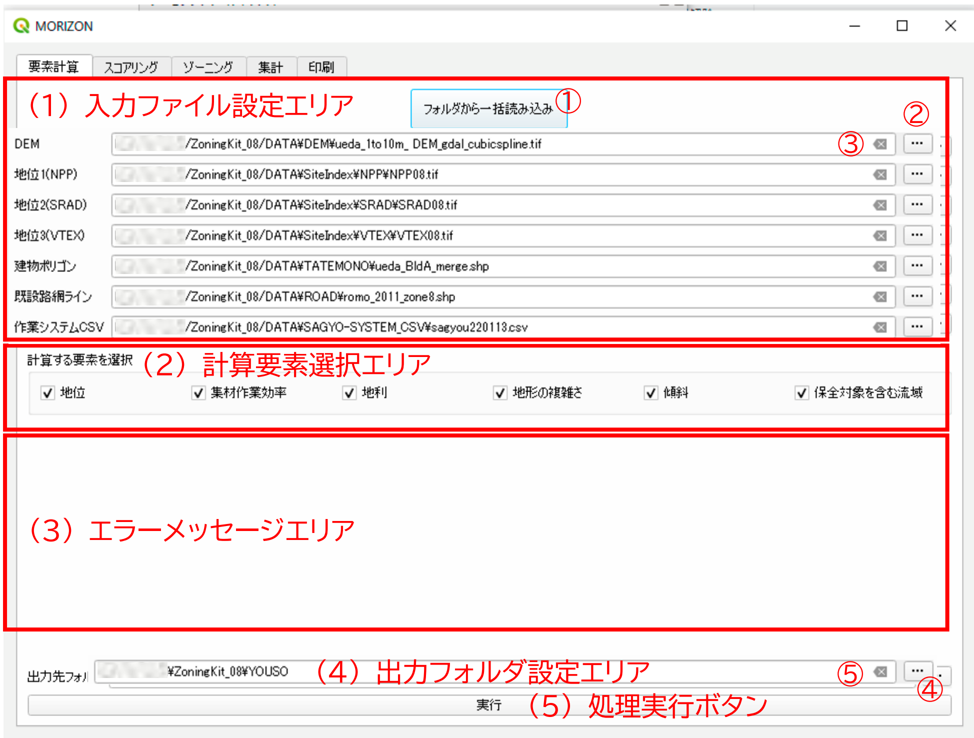


図 3-17 「要素計算」タブの画面

（1） データの指定

DEM などの各種データを指定します。

① フォルダから一括読み込みボタン

すべてのデータが所定の構造に整理されたフォルダに保存されている場合、「フォルダから一括読み込み」ボタンをクリックして「DATA」フォルダを選択することで、すべてのデータを同時に指定することができます。

- 指定フォルダ 「ZoningKit_〇〇」→「DATA」

② ファイル指定ボタン

右端にある「…」をクリックすることで、一つずつデータを指定することができます。

③ 指定削除ボタン

クリックするとファイルの選択状態が初期化されます。

（2） 計算する要素を選択

「もりぞん」で計算できる「要素」は「地位」「地形の複雑さ」をはじめとした6種類です。6 つ

の要素のうちチェックがついた要素が計算されます。初期状態はすべてがチェックされています。後続の処理でそれら全ての要素が必要となるため、通常はすべてにチェックをつけておきます。独自の地位指数データが用意してある場合や、一部の要素だけ再計算したい場合に、処理をしたい要素だけにチェックをつけます。

（3） エラーメッセージ

入力状態に不足・誤りがある場合に、赤色でエラーメッセージが表示されます。エラーがなくなれば処理を実行できます。

（4） 出力フォルダ設定

④ フォルダ指定ボタン

クリックするとフォルダを選択するダイアログが開くので、「ZoningKit_○○」の「YOUSO」フォルダを指定します。

- 格納フォルダ 「ZoningKit_○○」→「YOUSO」

⑤ 指定削除ボタン

クリックするとフォルダの選択状態が初期化されます。

（5） 要素計算処理を実行（処理実行ボタン）

算出する要素に必要なデータ・出力先フォルダを適切に指定すると、エラーメッセージが消え、「実行」ボタンがクリックできるようになります。エラーメッセージが存在する場合はクリックができません。

実行ボタンをクリックすると進捗表示画面が表示され、チェックがついた計算要素の処理が開始します。

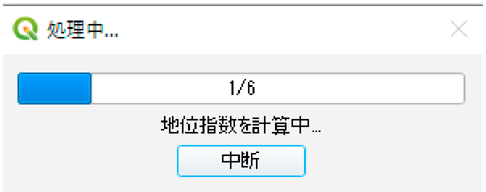


図 3-18 要素計算実行中ウィンドウ

指定された出力フォルダに出力予定のファイルと同名のファイルが存在する場合、処理を続行するか確認するダイアログが開きます。上書きして良い場合は、OK をクリックすると進捗表示画面が表示され、処理が開始します。

処理にはデータの規模に応じた時間がかかります（最低動作環境で、解像度 5100×3300 の DEM を全要素処理した場合に約 10 分）。処理中は QGIS の操作ができなくなります。処理中に表示されるウィンドウにある「中断」ボタンを押すと、処理を途中で中断することができます（ただし、計算中の要素が完了する区切りまでは処理を実行します）。

処理が完了すると、QGIS 上に要素計算結果が表示されます（中断した場合は完了した分

だけ表示されます)。

(6)　出力結果(要素)

① 出力初期の状態

所定のフォルダに要素の TIFF ファイルが出力されます(地位は3樹種が別ファイルとなるので全8ファイル)。QGIS 画面上には、「処理が終了しました。」の案内が表示されます(図 3-19)。6 要素全ての要素計算をした場合、初期状態の画面は黒塗り表示に見えると思います。これは、全てのレイヤ(表 3-2)が透過表示されているためです。

図 3-19 要素計算の処理終了表示

表 3-2 要素結果出力ファイル名

要素	出力ファイル名	表示レイヤ名
地位	Y_01_chii_sugi.tif	収益性/地位(スギ)
		収益性/地位(スギ)[スコアリング]
	Y_01_chii_hinoki.tif	収益性/地位(ヒノキ)
		収益性/地位(ヒノキ)[スコアリング]
	Y_01_chii_karamatsu.tif	収益性/地位(カラマツ)
		収益性/地位(カラマツ)[スコアリング]
集材作業効率	Y_02_shuzai.tif	収益性/集材作業効率
		収益性/集材作業効率[スコアリング]
地利(到達難易度)	Y_03_chiri.tif	収益性/地利
		収益性/地利[スコアリング]
地形の複雑さ	Y_11_chikei.tif	災害リスク/地形の複雑さ
		災害リスク/地形の複雑さ[スコアリング]
傾斜	Y_12_keisha.tif	災害リスク/傾斜
		災害リスク/傾斜[スコアリング]
保全対象を含む流域	Y_13_hozen.tif	災害リスク/保全対象を含む流域
		災害リスク/保全対象を含む流域[スコアリング]

QGIS のプロジェクトファイルをこの時点で保存しておきましょう。

② 確認したいレイヤの表示

要素のレイヤグループの☑チェックを一つずつ外して確認したい要素のみを表示してくだ

さい(図 3-20)。

それぞれの要素について▼をクリックすると、グラデーション表示のレイヤと３色表示のレイヤの 2 つが表示されていることが分かります。これも一方の☑チェックをはずし、確認したいレイヤのみを表示してください。

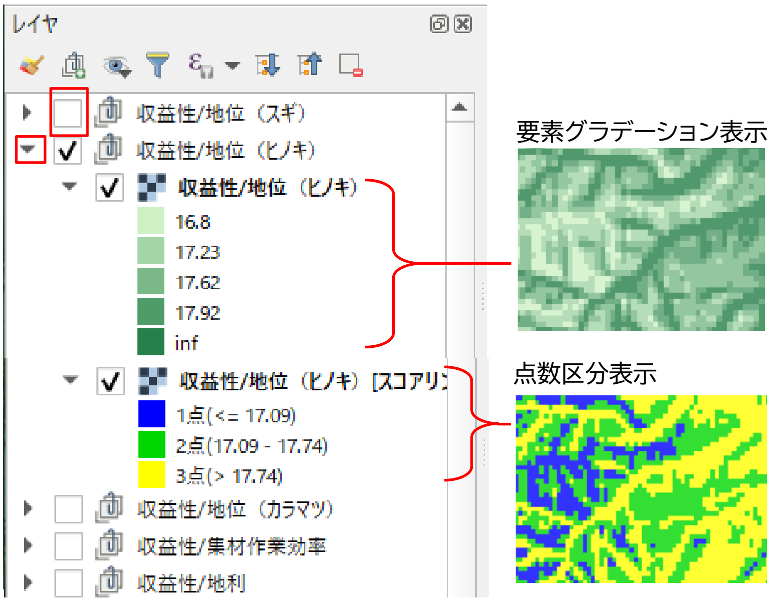


図 3-20 必要なレイヤの表示

③ 不要な地位樹種の削除

地位は 3 樹種が出力されますが、地域の主要な樹種を一つ残し、不要な樹種はマップから削除してください。

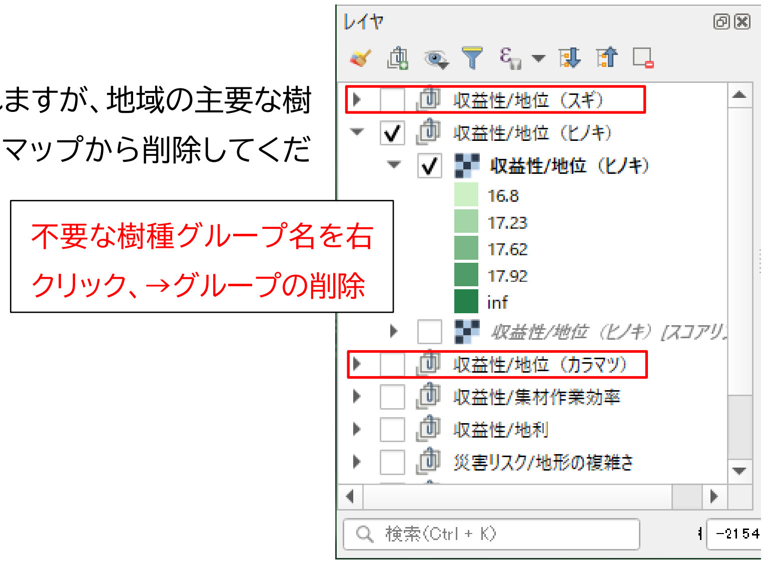


図 3-21 不要な樹種の削除

3.6.4. 各要素の点数化

要素の点数化には、プラグインのメイン画面の「スコアリング」タブを使います。

各要素を点数化し、合計値がそれぞれ収益性、災害リスクの指標となります。

初期設定では、各要素は１点、２点、３点の３区分であり、収益性、災害リスクはそれぞれ３要素を合計することで3点から9点の7段階の指標となります。

点数に重みづけをしたい場合は、点数を変える設定も可能です。「4.3. 設定値の変更(要素の点数の重みづけ)」p.81)を参照してください。

図 3-22　スコアリング

(1)　入力レイヤ設定

①　処理対象の軸設定チェックボックス

スコアは 2 つの軸からなり、「収益性」と「災害リスク」です。後続の「ゾーニング」処理でこれら2つの計算結果が必要になるので、通常はどちらにもチェックをつけたままにします。一方だけを再計算したい場合などに、チェックを外しします。

②　一括設定ボタン

クリックすると QGIS プロジェクト上の全レイヤから適切なレイヤが自動で設定されます。地位は3樹種が出力されており、不要な樹種を削除しておく必要があります。ここで対象とする樹種が設定されていることを確認してください。

③　レイヤ指定プルダウン

個別に QGIS プロジェクト上からいずれかのレイヤを選択することもできます。

④　レイヤ統計値表示

プルダウンで選択されたレイヤの統計値(最小値・平均値・中央値・最大値)を表示しま

す。ヒストグラムを確認しながらしきい値を設定することも可能です。しきい値1、しきい値2の値を変更するとグラフの赤線が連動して移動します。統計値、ピクセル数を参考に、マップ上で見た目を確認しながら、各レイヤを適切に3段階に区分けします。

設定の考え方は「3.7.2.(1)要素における絶対値と相対値」(p.65)を参照してください。

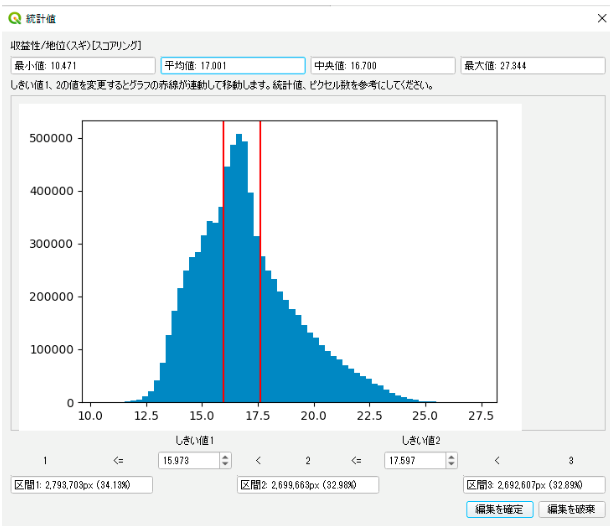


図 3-23 レイヤ統計値の表示

⑤ スコアしきい値設定

「▲▼」ボタンをクリックして数値を調節します。

「保全対象を含む流域」を除く5つの要素は、「スコアしきい値」で設定できる2つのしきい値により、3段階のスコアに区分されます。「スコアしきい値」の2つの値には、3区分を等面積に区分する値がデフォルト値として設定されます。

しきい値の考え方は、「3.7. しきい値の設定における考え方(p.63)」を参照してください。

⑥ 更新ボタン

クリックすると④または⑤により入力されたしきい値に応じて地図上のレイヤの色分けが更新されます。

なお、しきい値の設定履歴は保存されており、「戻る」ボタンをクリックすることで、直前のしきい値設定状態を復元することができます。また、「初期値」ボタンをクリックするとデフォルト値(3区分を等面積に区分する値)がセットされます。この機能を活用し、マップ上で見た目を確認しながら、各レイヤを適切に3段階に区分けします。

(2) エラーメッセージ

入力状態に不足・誤りがある場合にその旨が表示されます。

(3) 出力フォルダ設定

⑦ フォルダ指定ボタン

クリックするとフォルダを選択するダイアログが開くので、「ZoningKit_〇〇」の「ZONING」フォルダを指定します。

- 格納フォルダ「ZoningKit_〇〇」→「ZONING」

⑧ 指定削除ボタン

　クリックするとフォルダの選択状態が初期化されます。

(4)　処理実行ボタン

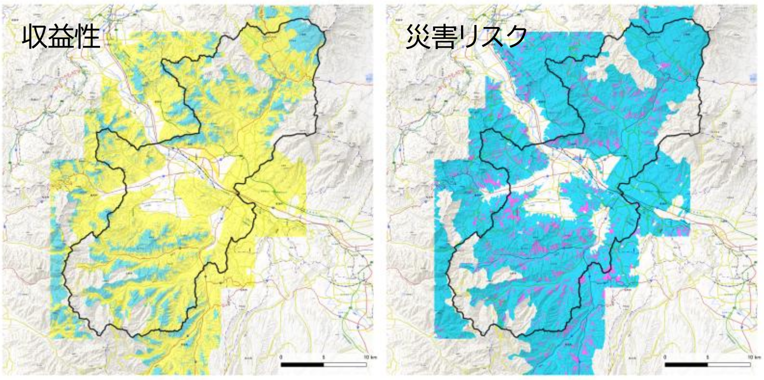
「スコアしきい値」の設定が終わったら、出力先を指定して処理を実行します。入力項目に不足がある場合、赤色でエラーメッセージが表示されます。エラーがなくなれば処理を実行できます。処理にはデータの規模に応じた時間がかかります(最低動作環境で、解像度5100×3300 の要素を点数化した場合に約 10 秒)。

2 軸のうち(1)①でチェックがついているもののみ処理されます。

(5)　出力結果(収益性、災害リスク)

「ZONING」フォルダに「スコアリング」処理結果の TIFF ファイルが出力されます。QGIS のマップには「スコアリング」というグループが追加され、その中に「収益性」「災害リスク」というラスタレイヤが含まれています。4 色の地図に見えますが、各レイヤはそれぞれデフォルトのしきい値で 2 色に塗り分けられており、透過することで 4 色となっています(図 3-24)。後続の「ゾーニング」処理で、適切なしきい値を設定します。

収益性、災害リスクはそれぞれ 3 要素(1 点、2 点、3 点)を合計することで3点から9点の整数値のデータとなっています。



2 レイヤの重ね合わせで 4 色を表示

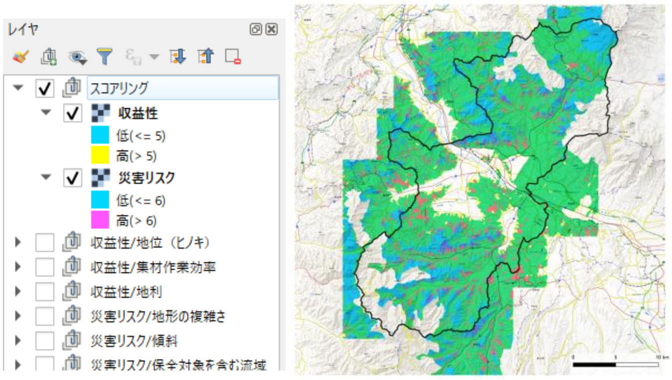


図 3-24　スコアリング出力結果

表 3-3 スコアリング処理結果出力ファイル名

出力ファイル名	表示レイヤ名
shuekisei.tif	収益性
saigairisk.tif	災害リスク
params.json	(しきい値設定ファイル、次項参照)

⑨パラメータを読込むボタン

TIFF ファイルと同じフォルダに params.json というファイルが書き出されます。このファイルは、スコアリング処理を行った際の設定値が保存されており「パラメータを読み込む」ボタンをクリックし、このファイルを読み込むことで、以前に実行したスコアリング処理のパラメータを復元することができます。

3.6.5. ゾーニング図の作成

ゾーニング図の作成には、プラグインのメイン画面の「ゾーニング」タブを使います。

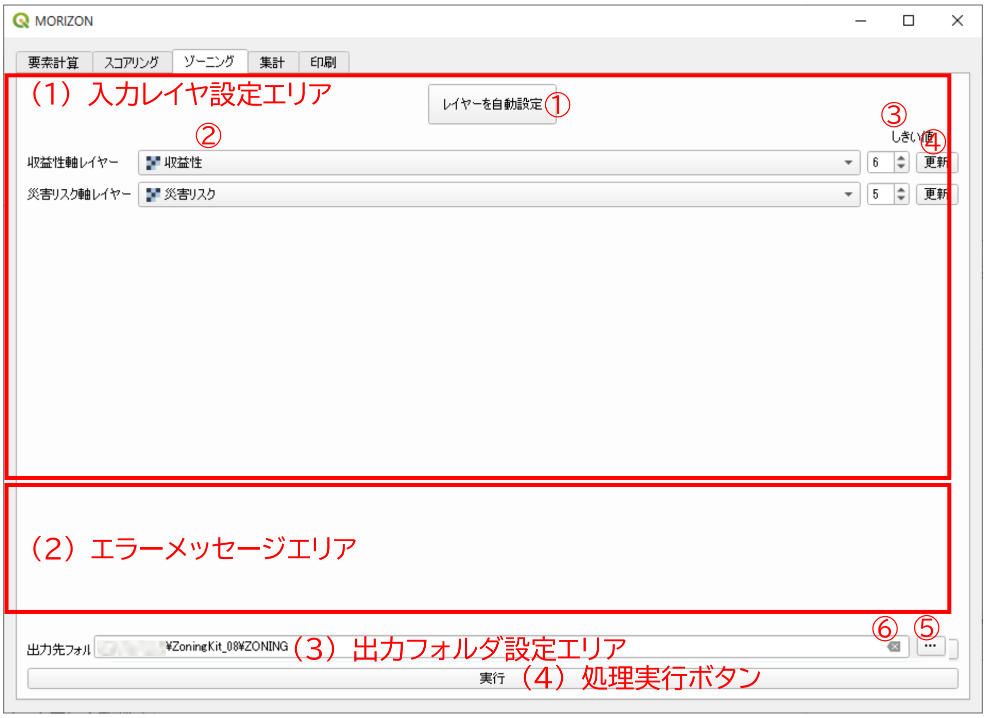


図 3-25 ゾーニング

(1) 入力レイヤ設定

「収益性軸レイヤ」「災害リスク軸レイヤ」に対応する適切なラスタレイヤをプルダウンで指定します。「スコアリング」タブでの処理に引き続きゾーニング図の作成を行う場合、「レイヤを自動設定」ボタンをクリックすることで、QGIS のマップ上から適切なレイヤを探し、自動で

設定できます。

① 一括設定ボタン

クリックすると QGIS プロジェクト上の全レイヤから適切なレイヤが自動で設定されます。

② レイヤ指定プルダウン

QGIS プロジェクト上からいずれかのレイヤを選択します。

③ しきい値設定エリア

「▲▼」ボタンをクリックして数値を調節します。

各レイヤは、1つのしきい値により、2つのゾーンに区分されます。「しきい値」の値には最小値と最大値の中間がデフォルト値として設定されます。

3点から 9 点の整数値のみのデータであることに注意してください。細かい調整は難しいため、各要素のしきい値設定まで戻って修正することも検討してください。

④ 更新ボタン

クリックすると入力されたしきい値に応じて地図上の色分けが更新されます。

適切なしきい値の条件は、スコアの分布により異なります。「しきい値」で値を入力したうえで右側の「更新」ボタンをクリックすると、設定対象のレイヤの見た目が QGIS のマップ上で更新されます。この機能を活用し、マップ上で見た目を確認しながら、適切に4つの区分にゾーニングします。

(2) エラーメッセージ

入力状態に不足・誤りがある場合にその旨が表示されます。

(3) 出力フォルダ設定

⑤ フォルダ指定ボタン

クリックするとフォルダを選択するダイアログが開くので、「ZoningKit_〇〇」の「ZONING」フォルダを指定します。

- 格納フォルダ「ZoningKit_〇〇」→「ZONING」

⑥ 指定削除ボタン

クリックするとフォルダの選択状態が初期化されます。

(4)　処理実行ボタン

しきい値が決まったら、出力先を指定して処理を実行します。入力項目に不足がある場合、赤色でエラーメッセージが表示されます。エラーがなくなれば処理を実行できます。処理にはデータの規模に応じた時間がかかります(最低動作環境で、解像度 5100×3300 の 2 レイヤでゾーニングした場合に約 10 秒)。

(5)　出力結果(ゾーニング図)

所定のフォルダに「ゾーニング」処理結果の TIFF ファイルが出力されます。QGIS のマップには「ゾーニング図」というレイヤが追加されます。これでゾーニング図を作成できました。

ゾーニング図は 1 から 4 の整数値のデータです。凡例の設定(図 3-27)でそれぞれの値に 4 象限区分の名称、色を設定しています。任意に変更することも可能です。

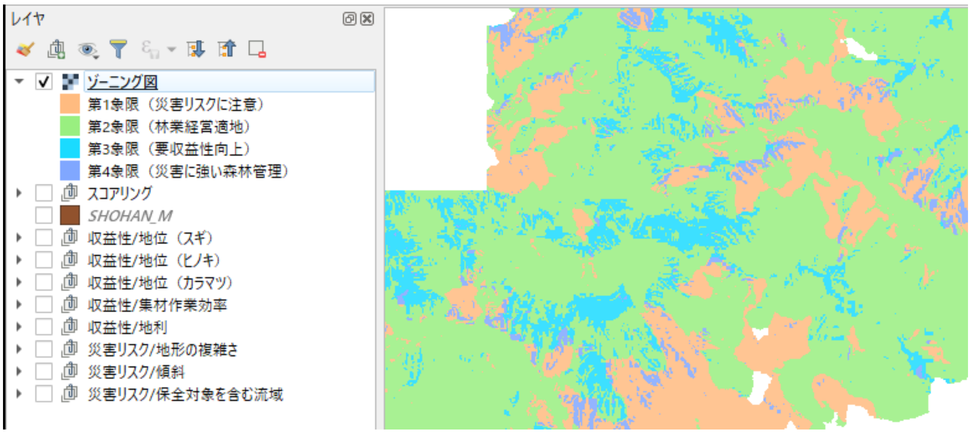


図 3-26　ゾーニング出力結果(ゾーニング図)

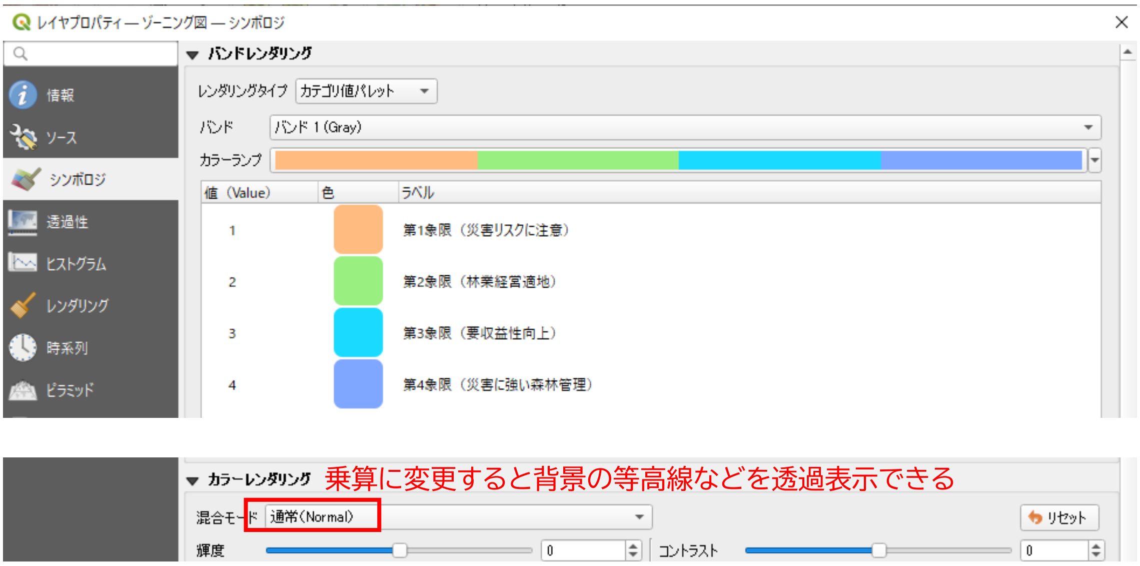


図 3-27　ゾーニング図の凡例設定

表 3-4 ゾーニング出力ファイル名

出力ファイル名	表示レイヤ名
zoning.tif	ゾーニング図

3.6.6. ゾーン統計量(ゾーニング図のポリゴン集計)

「もりぞん」では、作成したゾーニング図を、小班や流域界等の既存のポリゴンで切り取り集計させることが可能です。集計(ゾーン統計量)ポリゴンの作成には、プラグインのメイン画面の「集計」タブを使います。

POINT

もとのゾーニング図を必ず併用する

業務上は小班、地番などにゾーニング区分が集計されている方が便利ですが、地形等に応じた災害リスクを把握するためにも、もとのゾーニング図を必ず併用してください。

図 3-28 集計

(1) 入力レイヤ設定

「ゾーニング図」に対応する適切なラスタレイヤをプルダウンで指定します。「ゾーニング」タブでの処理に引き続き集計の作成を行う場合、「レイヤを自動設定」ボタンをクリックすることで、QGIS のマップ上から適切なレイヤを探し、自動で設定できます。

①「ゾーニング図」設定ボタン

クリックすると QGIS プロジェクト上の全レイヤから適切なレイヤが自動で設定されます。

②「ゾーニング図」レイヤ指定プルダウン

「ゾーニング図」を手動で設定する場合は、QGIS プロジェクト上からいずれかのレイヤを選択します。

③ モードの選択

「任意のポリゴンで集計」もしくは「流域で集計」のいずれかのラジオボタンを選択します。

小班界ポリゴンなど集計させるポリゴンがある場合は「任意のポリゴンで集計」を選択します。この場合、集計範囲を示すポリゴンデータを QGIS にレイヤとして追加し、プルダウンから対象のレイヤを選択します。任意のポリゴン使用にあたり、そのデータのジオメトリが不正である場合は、意図した結果が得られない場合があります。不正なジオメトリは「もりぞん」のプログラム上で修復を試みますが、全てのエラーを修復できないことがあります。

小班界などの集計させるポリゴンが無い場合は「流域で集計」を選択します。「流域で集計」の場合、DEM を用いて流域ポリゴンを生成し、そのポリゴンの範囲で集計処理を行います。そのため、DEM を指定する必要があります。

④「色表示」のしきい値設定

災害リスクが高い（第 1 象限と第4象限の合計）ピクセルが、ポリゴン内で一定割合より多く含むポリゴンは、「災害リスクが高いポリゴン」として、網掛け表示することができます。ここで設定する値は、「災害リスクが高いポリゴン」と判定するための基準であり、任意に設定することができます。デフォルトは 30%以上です。

（2） エラーメッセージ

入力状態に不足・誤りがある場合にその旨が表示されます。

（3） 出力フォルダ設定

⑤ フォルダ指定ボタン

クリックするとフォルダを選択するダイアログが開くので、「ZoningKit_〇〇」の「ZONING」フォルダを指定します。

- 格納フォルダ 「ZoningKit_〇〇」→「ZONING」

⑥ 指定削除ボタン

クリックするとフォルダの選択状態が初期化されます。

（4）　処理実行ボタン

入力レイヤの設定ができたら、出力先ファイル名を指定して処理を実行します。入力項目に不足がある場合、赤色でエラーメッセージが表示されます。エラーがなくなれば処理を実行できます。処理にはデータの規模に応じた時間がかかります（最低動作環境で、解像度5100×3300 のゾーニング図および DEM でゾーニングした場合に約 10 秒）。

（5）　出力結果（ゾーン統計量）

「ZONING」フォルダに指定したファイル名で SHP ファイルが出力されます。QGIS のマップには「ゾーン統計量」というレイヤが追加されます。

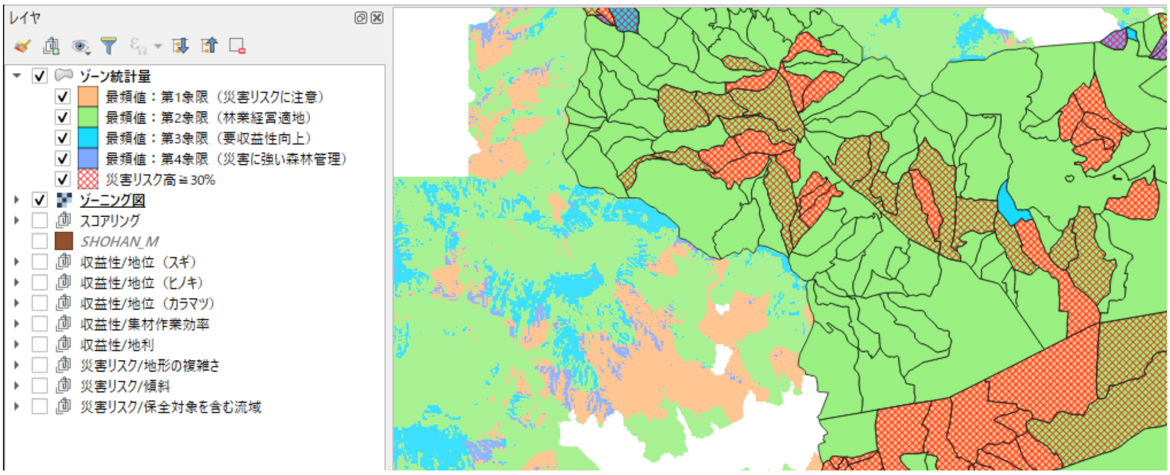


図 3-29　ゾーン統計量出力結果

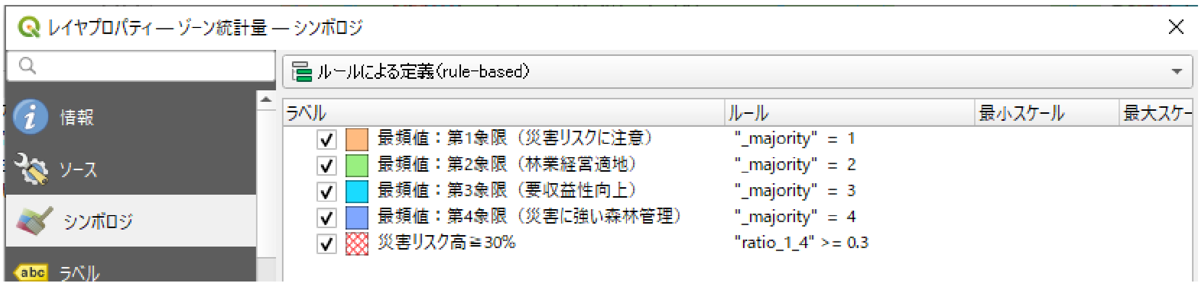


図 3-30　ゾーン統計量の凡例設定（災害リスクしきい値 30%以上の場合）

表 3-5 ゾーン統計量出力ファイル名

出力ファイル名	表示レイヤ名
aggregate.shp	ゾーン統計量

出力されたシェープファイル（aggregate.shp）の属性データは、元の属性に加えて表3-6 のフィールドが付け加わります。

表 3-6 ゾーン統計量出力ファイル属性

※ 1ピクセルは 10m 四方＝$100m^2$ であるため、ピクセル数を 1/100 すると ha に換算できる。

フィールド名	内容	ゾーニングに対する意味
_count	ポリゴン内と判定された総ピクセル数	ポリゴンの面積に相当。ピクセル単位のため、誤差はある。
_mean	ピクセルごとに判定された各象限（1、2、3、4 のいずれか）を平均した値	使用しない。
_min	ピクセルごとに判定された各象限（1、2、3、4 のいずれか）の最小値	使用しない。
_max	ピクセルごとに判定された各象限（1、2、3、4 のいずれか）の最大値	使用しない。
_majority	ピクセルごとに判定された各象限（1、2、3、4 のいずれか）の最頻値	ポリゴンの判定結果として扱う（ポリゴン内で最大の面積を占めるゾーニング区分）。
count_NODA	ポリゴン内の判定されなかったピクセル数	使用しない。
count_1	第 1 象限に判定されたピクセル数	count_1 ＋ count_4 の算出に使用。
count_2	第 2 象限に判定されたピクセル数	使用しない。
count_3	第 3 象限に判定されたピクセル数	使用しない。
count_4	第 4 象限に判定されたピクセル数	count_1 ＋ count_4 の算出に使用。
ratio_1	第 1 象限に判定されたピクセルの割合	使用しない。
ratio_2	第 2 象限に判定されたピクセルの割合	使用しない。
ratio_3	第 3 象限に判定されたピクセルの割合	使用しない。
ratio_4	第 4 象限に判定されたピクセルの割合	使用しない。
count_1_4	第 1 及び第 4 象限に判定されたピクセル数（count_1 ＋ count_4）	災害リスクあり（第 1 及び第 4 象限の合算）と判定されたピクセルの面積に相当。
ratio_1_4	第 1 及び第 4 象限に判定されたピクセルの割合（count_1_4 ÷ _count）	災害リスクありと判定されたピクセルの割合。指定した割合以上の場合に網掛け表示する。

3.6.7. 印刷

作成したゾーニング図やポリゴン集計結果は、通常の GIS データとして QGIS の印刷レイアウト機能で自由に印刷することができます。

印刷レイアウトの作成には、プラグインのメイン画面の「印刷」タブを使います。

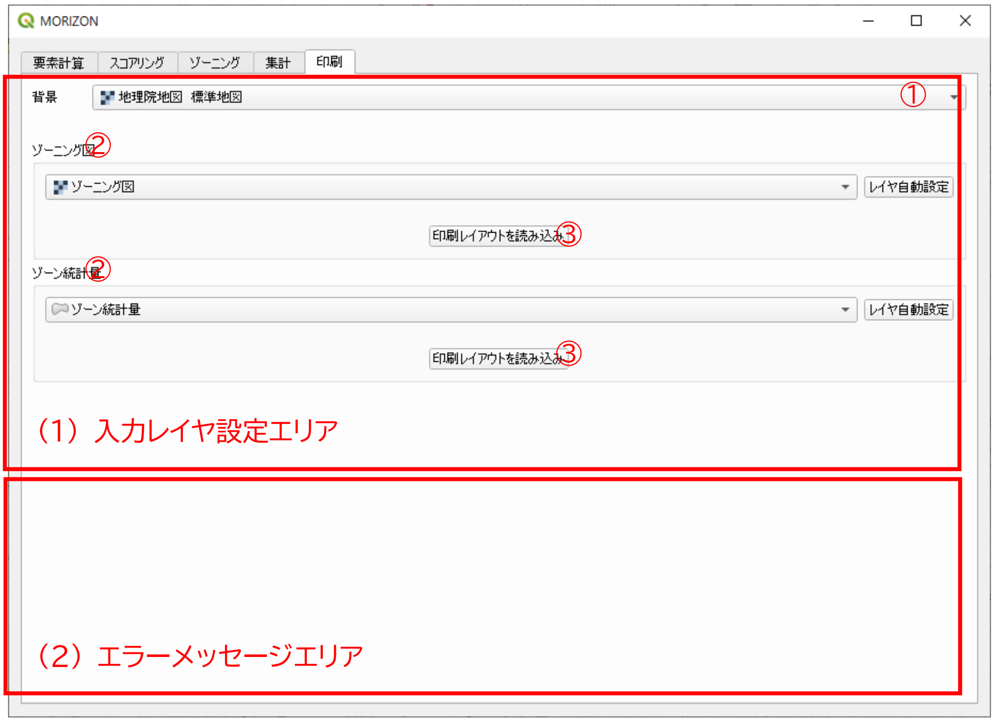


図 3-31　印刷

（1）　入力レイヤ設定

「印刷」に対応する適切なレイヤをプルダウンで指定します。「レイヤ自動設定」ボタンをクリックすることで、QGIS のマップ上から適切なレイヤを探し、自動で設定できます。

① 「背景」の設定ボタン

印刷レイアウトで、背景に使いたいラスタレイヤを選択します。背景に用いるレイヤは QGIS 上に追加されている必要があります。

② レイヤ選択

「ゾーニング図」と「ゾーン統計量」の印刷レイアウトの作成が可能です。作成したいレイアウトに応じたレイヤを、プルダウンで選択します。

③ 印刷レイアウトを読み込み

「印刷レイアウトを読み込み」ボタンをクリックすると、印刷レイアウト画面が表示され

ます。選択した背景レイヤ、ゾーニング図もしくはゾーン統計量レイヤが表示された状態で、印刷レイアウトが作成されます。

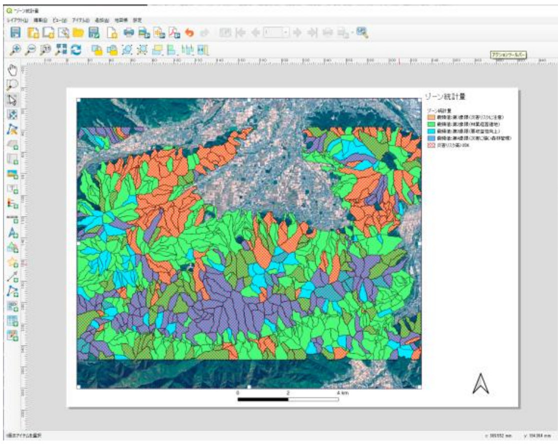


図 3-32 印刷レイアウトの例(ゾーン統計量)

(2) エラーメッセージ

入力状態に不足・誤りがある場合にその旨が表示されます。

(3) 印刷

プリンタ接続している場合は「印刷(①)」をクリックして印刷ができます。

その他、PDF 形式にエクスポートすることができます。「PDF としてエクスポート(②)」をクリックして任意の場所に PDF ファイルを保存してください。

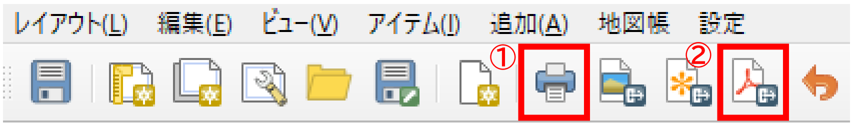


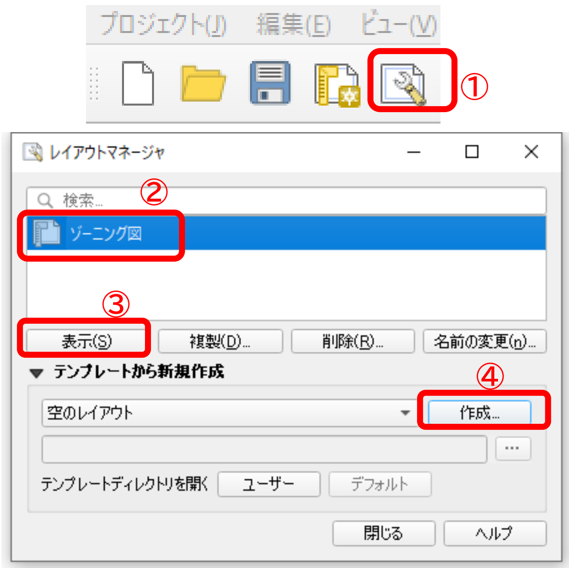
図 3-33 印刷出力

POINT

QGIS の印刷機能

作成した印刷レイアウトは、プロジェクトファイルに保存されます。開くときは、ツールバーの「レイアウトマネージャ表示」をクリック(①)して作成したレイアウトを選択(②)して表示(③)してください。

QGIS の機能を使って新規に作成する場合は、レイアウトマネージャの「作成(④)」から新しいレイアウトを自由に作成できます。



3.7. しきい値の設定における考え方

3.7.1. ワークショップ等による合意形成

地域の林業事業体や都道府県の試験研究機関、行政担当者などを集めたワークショップ形式などにより、しきい値の検討を行いましょう。「もりぞん」を活用すると試行錯誤が簡単にできるので、意見を反映したマップをその場で作成し検討することができます。

ここでは、図 3-34 に示すゾーニングの流れのうち、「2. ゾーニング図作成」から「3. 現地実証・検討」を行い、ゾーニングの結果が適切でなければ「4. 入力データ、しきい値を再検討する」ところまでを、1日半程度のワークショップ形式（表 3-7）で実施する手法について説明します。実際にこの手順で実施した事例を別冊に掲載しています。

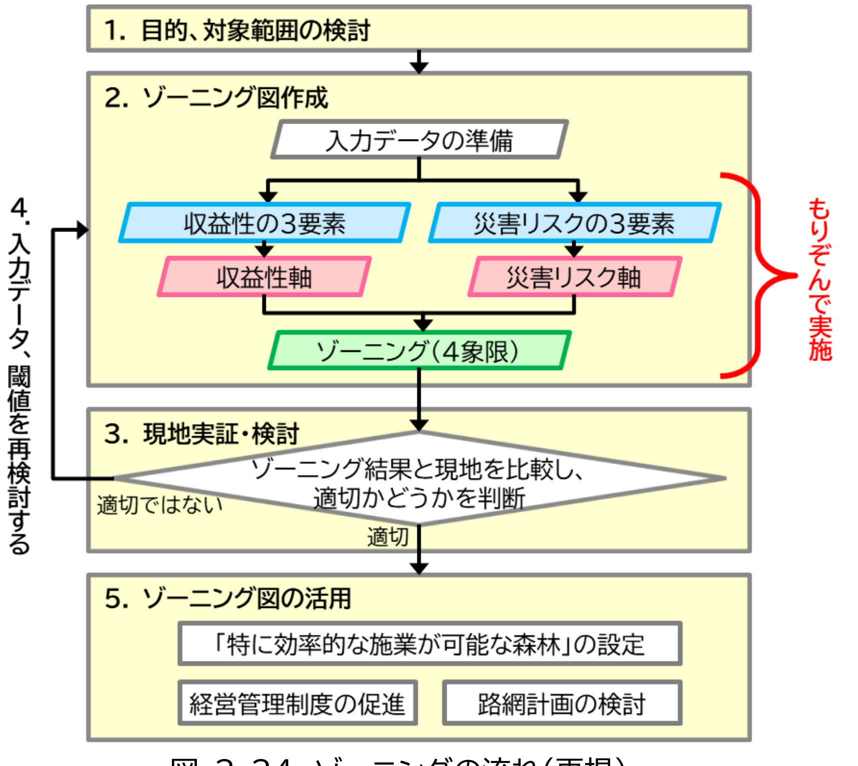


図 3-34 ゾーニングの流れ（再掲）

表 3-7 ワークショップの日程

日程等		作業	概要
事前準備		・ 都道府県等が行う事前準備	・ 入力データ作成 ・ 仮のゾーニング図を作成し、現地調査地点を選定
ワークショップ	1日目 午前	・ ゾーニング手法の説明 ・ 班ごとのゾーニング図作成	・ 3班に分かれ、それぞれでゾーニング図を作成
	1日目 午後	・ ゾーニング図の現地実証	・ 各班のゾーニング図をタブレットに入れて現地と比較
	2日目 午前	・ 合意形成による全体版ゾーニング図作成	・ 各班のゾーニング図を発表 ・ 現地実証の結果を踏まえて全体で一つのゾーニング図を作成

ワークショップ開催のポイント

POINT

モデル地区での実証から、以下のように開催することが望ましいと考えられます。

項目	概要
対象面積	100km^{2}程度 （しきい値の共通性、現地実証の実施しやすさの観点から）
参集メンバー	15 名程度（3班に分かれる） 様々な立場（森林管理について異なる方向性を持つ）から参加する。 都道府県（本庁、出先機関、試験場）、市町村、林業事業体（森林組合、民間）、国有林森林管理署（国有林の影響が大きい地域では）、地域の学識経験者など
日程	1日半（現地実証を含む）
主な 必要物品等	・「もりぞん」を使用できる PC 3～4台（班ごとに1台、進行役に1台） ・ 現地実証用のタブレット ・ 会議室、スクリーン、プロジェクター、PC 用の電源（延長コード）

（1） 事前準備

都道府県または市町村において事前に準備が必要です。

- ワークショップに使用する PC にインストールやデータコピーなどの準備をします。
- 仮のゾーニング図を作成してデータの動作確認や、しきい値設定における観点の検討を事前に行っておくとスムーズに進行できます。
- 要素図や仮のゾーニング図に基づき現地調査地点を選定し、選定した地点は、SHP ファイル形式のポイントデータとして作成しておきましょう。

現地調査地点の選定に際しては、以下のような場所を選定するとよいでしょう。

- しきい値の設定において判断が難しい要素である「地形の複雑さ」について、値が高い地域と低い地域を選定。
- 仮ゾーニングの結果に基づき、災害リスクが高い地域、収益性が高い地域を選定。

（2） 班ごとのゾーニング図作成

まず、参加者がゾーニングの意味を理解するための座学研修を 30 分程度行います。その後、PC を用いて、班ごとに話し合いながら、しきい値を設定しゾーニング図を作成します。

（3）　ゾーニング図の現地実証

ここでは、班ごとに作成したゾーニング図と現地の状況を比較し、しきい値や入力したデータが適切かどうかを検討します。

昼休み等を利用し、班ごとに作成したゾーニング図と、事前準備において選定しておいた現地調査地点の SHP ファイルをタブレット等のモバイル端末 GIS に表示させます。事前に準備した現地調査地点及び、班ごとのゾーニング結果の差が大きい地点について参加者全員で現地実証を行います。

現地では、以下の観点で意見交換を行いましょう。

- モバイル端末 GIS を用い、ゾーニング図上の現在地点を把握する。
- 現地を見て、災害リスクが高いと感じるかどうか、林業適地としたいかどうかを考え、自らの感覚とゾーニング図が一致しているかを確認する。
- 一致していない場合は、しきい値や入力データをどう修正すればよいかを考える。

（4）　合意形成による全体版ゾーニング図作成

班ごとに作成したゾーニング図は、最終的に全体版として、一枚に収束させることが必要となります。

進行役が、参加者の意見を聞きながら全体的な作業を進めるとともに、各班でも個別の検討ができるように PC を配置するとよいでしょう。各班のゾーニング図と、しきい値のリストを共有しておくことも必要です。

まず、班ごとに、作成したゾーニング図について、しきい値の考え方や現地実証の感想などを発表します。続いて、全体の合意形成においては、以下のように進めましょう。

- 各班のしきい値が同じような値の場合は、平均値等を採用する。
- 各班で、しきい値が異なる場合は現地の状況を踏まえて意見交換しながら決定する。

3.7.2. 要素ごとのしきい値の考え方

（1）　要素における絶対値と相対値

「もりぞん」で用いる6要素は、表 3-8 のとおり、絶対値として取り扱うものと相対値として取り扱うものがあります。

表 3-8 絶対値・相対値として取り扱う要素

取扱い	要素	考え方
絶対値	精度を向上した地位指数	40年生時点の樹高を表す。航空レーザ計測データ等を用いて算出した地位指数は、樹高の値を用いてしきい値を設定できる。
	集材作業効率	傾斜や起伏量を参照して設定する。
	地利	路網からの水平距離として設定する。
	傾斜	傾斜として設定する。
	保全対象を含む流域	保全対象の有無として設定する。
相対値	「もりぞん」で算出した地位指数	全国統一の式から算出しているため、相対的な成長の度合いを表すものと考えて設定する。
	地形の複雑さ	曲率の標準偏差を示しており、相対的なものとして設定する。

絶対値として取り扱う要素の場合、図 3-35 に示す傾斜のように、災害リスクが高いと考える傾斜が 40 度なのか、45 度なのか、実際の傾斜の値に対してしきい値を設定します。しきい値の設定に際し、各点数の面積割合は参考にはなりますが、割合のみを根拠とすることは好ましくありません。

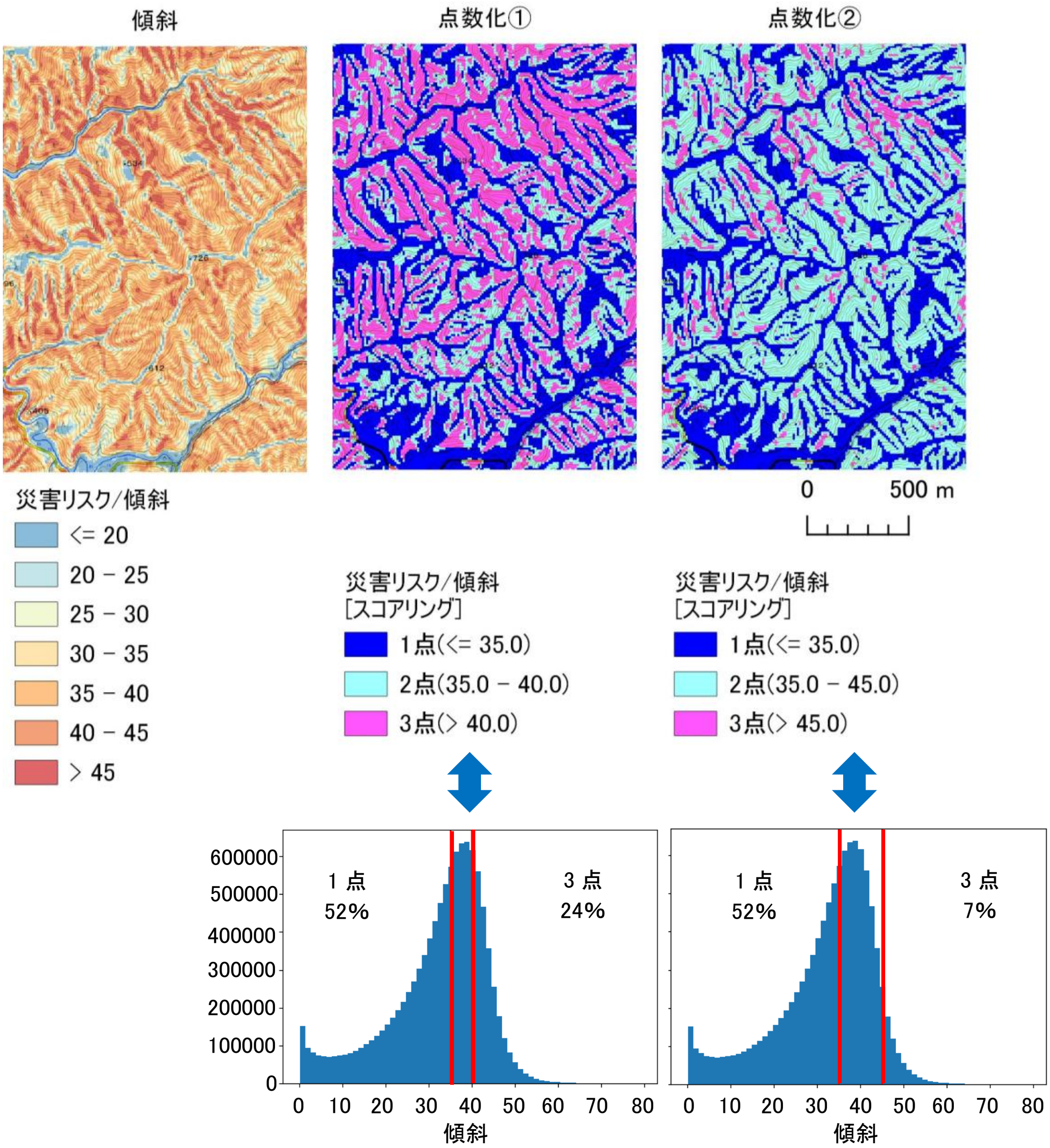


図 3-35 絶対値として取り扱う要素のしきい値設定(傾斜)

一方、相対値として取り扱う要素の場合、図 3-36 に示す地形の複雑さのように、災害リスクが高いと考える値を数値として指定することができません。このため、「もりぞん」の統計値表示機能で面積割合を確認しながら設定するなどの方法が適していると言えます。図 3-36 の点数化①では 1 点と 3 点が面積の 30%を占めるように、点数化②ではそれぞれ 15%を占めるように設定しています。

地位指数については、定義としては 40 年生時点の樹高ですが、「もりぞん」で算出される地位指数は全国一律の式を用いているため、相対値として取り扱ってください。航空レーザ計測データなどを用いて独自に算出した地位指数は、絶対値として取り扱うことも可能です。

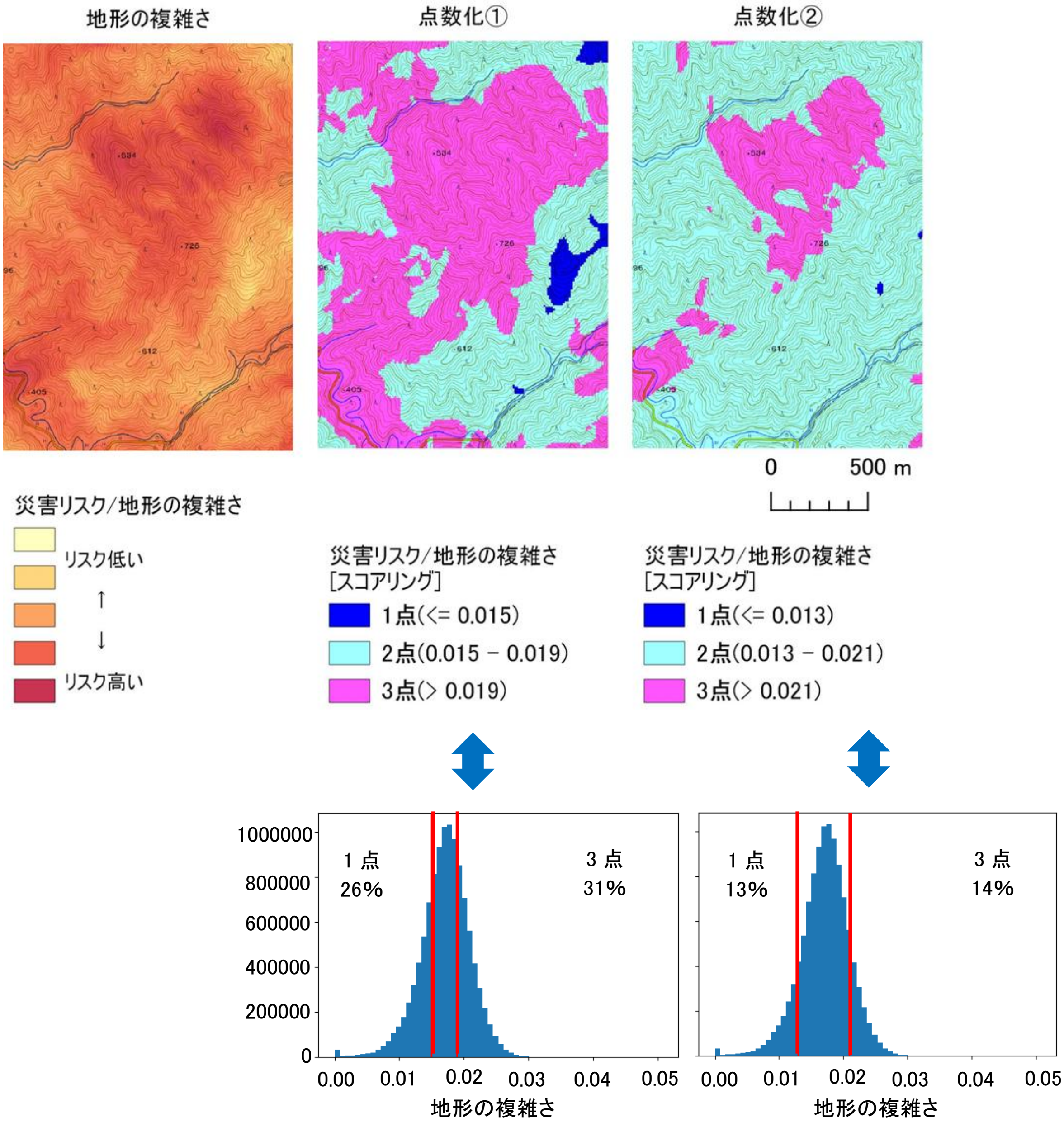


図 3-36 相対値として取り扱う要素のしきい値設定(地形の複雑さ)

(2) 地位

2.2.1.(1)地位指数(p.16) も参照してください。

土地生産力の指標となる要素として、現在の森林蓄積量ではなく、林地の潜在的な生産力を示す地位を採用しました。現在は林齢が若く蓄積量が少なくても、将来的な成長が期待できる林分は高く評価されます。

収益性とは、素材販売価格から集材コストを差し引いたものと考えることができます。地位は潜在的な林地生産力、森林資源量を示しており、素材販売価格に関連する要素です。地位が高いほど、同じ林齢でも素材販売価格が高い、すなわち収益性が高いと考えられます。

POINT

地位のしきい値設定の事例

地位指数は 40 年生での樹高を推定したもので、値が 18 となっていれば、40 年生で樹高 18m になると言えます。ただし、「もりぞん」で算出される地位指数は全国一律の式を用いているため、相対値として取り扱ってください。

- 過去の施業履歴、経験から実際に成長が良い地点、悪い地点がそれぞれ3点、1点に区分されるよう調整する。
- 全体の面積が 3 等分になるよう設定する。

航空レーザ計測による地位指数マップなど、精度の高い地位指数マップを独自に利用する場合は、絶対値として取り扱い、樹高を想定したしきい値設定も可能です。

- 当地では樹高 20m で収益性が高いと言えるので、地位指数 20 以上を 3 点とする。

次頁の MEMO にある通り、「もりぞん」が用いる入力データ（NPP、SRAD、VTEX）はもともと、1 km 解像度の気象平年値と 50m メッシュ標高値からつくられており、他の要素より粗い解像度となっています。このため、1km や 50m での格差が地位指数に表れています。

航空レーザ計測データを用いた地位指数の算出方法は「航空機 LiDAR データを使った地位指数分布図の作成の手引き」（2022 年 3 月、林野庁）[1]を参照してください。また、独自の地位指数マップを用いたゾーニングについては事例集にも記載しています。

[1] 林野庁 HP ＞ スマート林業の推進 ＞ レーザ計測の活用 ＞ 関係資料
https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html

MEMO

「もりぞん」での地位指数の計算方法

日本全国を対象としたスギ、ヒノキ、カラマツ地位指数分布の推定（2017 年第128 回日本森林学会大会、光田靖、北原文章）

森林生態系多様性基礎調査（全国 15,700 点で森林調査を 5 年間隔で実施）の第 3 期（2009～2013 年）データを用いて、スギ、ヒノキ、カラマツ人工林の上層木平均樹高と林齢を取得し、地位指数を算出。説明変数としては、純一次生産力（NPP：植物の光合成による炭素吸収量から呼吸による炭素放出量を差し引いたもの）、日射指数、地形の凹凸度を用いる。説明変数は 1 km 解像度の気象平年値（メッシュ気候値 2000）、50m メッシュ標高値から算出する。

スギ地位指数　＝21.28 + 1.028*NPP -1.001*日射係数 -1.111*凹凸度
ヒノキ地位指数 ＝16.83 + 0.969*NPP -0.093*日射係数 -0.862*凹凸度
カラマツ地位指数＝22.51 + 0.129*NPP -0.294*日射係数 -1.125*凹凸度

本プラグインでは、光田氏提供による純一次生産力（NPP）、日射指数（SRAD）、凹凸度（VTEX）の全国マップを入力データとし、地位指数を算出している。

（3）　集材作業効率

2.2.1.（3）作業システム（p.17）も参照してください。

「もりぞん」では、地形に応じて作業システムが異なり、集材作業効率が変わると考え、作業しやすい地形で集材作業効率が高い（集材コストが低い）、作業しにくい急傾斜地などで集材作業効率が低い（集材コストが高い）としています。

集材作業効率が高い（集材コストが低い）ほど収益性が高いと言えます。

地形は、起伏量と傾斜を指標とします。起伏量は、49 ピクセル×49 ピクセルの範囲（10m メッシュの DEM では 490m×490m の範囲）の最大標高と最小標高の差を中心のピクセルに与えています。傾斜は QGIS の機能で算出しています。

起伏量と傾斜のデータを元に、デフォルトでは図 3-37 のとおり数値をふっています。作業しやすい地形に大きい数値、作業しにくい地形に小さい数値をあてており、数値が大きいほど集材作業効率が高く集材コストが低い、すなわち収益性が高いと考えられます。

②傾斜と起伏量による作業システムの対応

起伏量(m) 500×500m範囲内の最大標高と最小標高の差 \ 傾斜(度)	0(0以上15未満)～15	15～20	20～25	25～30	30～35	35～40
500～550	1:集材作業効率低い	1:集材作業効率低い	1:集材作業効率低い	1:集材作業効率低い	1:集材作業効率低い	1:集材作業効率低い
450～500	2	2	2	2	2	2
400～450	3	3	3	3	3	3
350～400	4	4	4	4	4	4
300～350	5	5	5	5	5	5
250～300	6	6	6	6	6	6
200～250	7	7	7	7	7	6
150～200	8	8	8	8	7	6
100～150	9	9	9	8	7	6
0～100(0以上100未満)	10:集材作業効率高い	10:集材作業効率高い	9	8	7	6

図 3-37　地形に合わせた集材作業効率の指定

POINT

集材作業効率のしきい値設定の事例

地形に基づく要素であり、絶対値として取り扱います。

- 傾斜 35 度までの作業効率が高いので、図 3-37 の例では傾斜が 35 度未満となる 7 以上を 3 点とする。
- 経験的に作業が容易な地域が3点となるよう、しきい値を設定する。

デフォルトの設定ではなく、地域の作業システムに応じて数値をふることもできます。「5.5. 集材作業効率(SAGYO-SYSTEM_CSV)」(p.105)を参照してください。

(4)　地利(到達難易度)

2.2.1.(4)路網からの距離(p.18)も参照してください。

地利(到達難易度)は集材コストに関わる要素であり、地利が高い(到達難易度が低い)ほど集材コストが低く、収益性が高いと考えられます。

「もりぞん」では道路データを 10m メッシュのラスタに変換したうえで道からの水平距離

を算出しており、距離が短いほど集材コストが低い＝収益性が高くなります。他の要素では要素の値が高いほど収益性や災害リスクが高いと言えますが、地利（到達難易度）だけは要素の値が低いほど収益性が高くなるため、注意が必要です。

「もりぞん」での算出方法には以下の課題もあり、より実態に近い地利を求めるには別途作業が必要になります。

- 傾斜を考慮せず、水平距離で地利を算出している。
- 川等を越えられず、実際には道から到達できない場合でも直線距離が近ければ地利が高いと算出される。

POINT

地利のしきい値設定の事例

道からの水平距離の絶対値として取り扱います。

- 林道から森林作業道開設可能な範囲が水平距離 400m 程度と想定し、400m より遠い場合を1点とする。
- 架線集材を行っている地域では、林道から集材可能な範囲を 600m として、それより遠い場合を 1 点とする。

入力データとする路網データとして基盤地図情報の道路データを用いる場合は、高速道路や国道、県道など搬出に使えない路線も含まれています。崩壊等で通れない林道も含まれている可能性があります。このような路網データを精査し、林業に使えるデータのみを用いることで実態に近い地利を算出することができるようになります。詳しくはゾーニングの精度向上・活用事例集を参照してください。

(5)　地形の複雑さ

2.3.1.(4)地形の複雑さ（SHC）（p.22）も参照してください。

平らな地形は崩壊の危険が少ないことは直感的に理解できます。その反対に、沢が多ければ、さらに沢が侵食されていくであろうことが予想できます。この要素は沢密度を表す指標であり、値が大きければ沢密度が大きく、今後も侵食されやすく災害リスクが高いと考えられます。

POINT

地形の複雑さのしきい値設定の事例

相対値として取り扱います。

- 対象域が面積で 3 等分されるようにしきい値を設定する。

MEMO

プラグインでの地形の複雑さの計算方法

地形の曲率の標準偏差を求めている。曲率の値がプラスであれば凸地形、マイナスであれば凹地形を示し、値が 0 から離れるほど凹凸の量が大きいことを示す。一定面積内の曲率の標準偏差(ばらつき)を求めると、平らな地形ほど値が小さく、凹凸が激しい複雑な地形ほど値が大きくなる。

- DEM に平滑化処理を施したうえで曲率を算出する。
- 曲率の外れ値(全域の曲率の標準偏差×プラスマイナス3から外れた値)を除外(nodata)とする。
- 外れ値を除外した曲率に対し、49 ピクセル×49 ピクセルの範囲(10m メッシュの DEM では 490m×490m の範囲)で標準偏差を算出する。

(6)　傾斜

2.3.1.(1)地形傾斜(標高 DEM)(p.20)も参照してください。

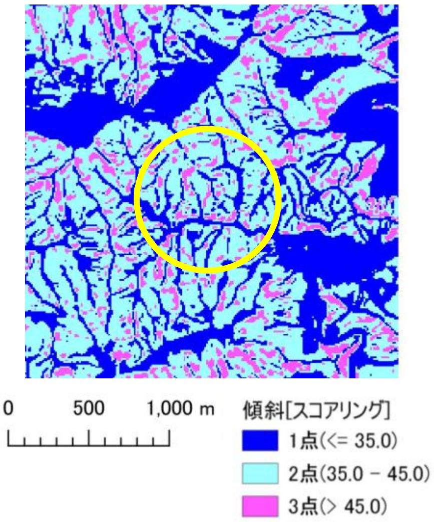
地形の最も基本的な要素と言ってもよい、傾斜を GIS の機能を使って算出することができます。傾斜が急であるほど崩壊の危険が高く、災害リスクが高いと言えます。

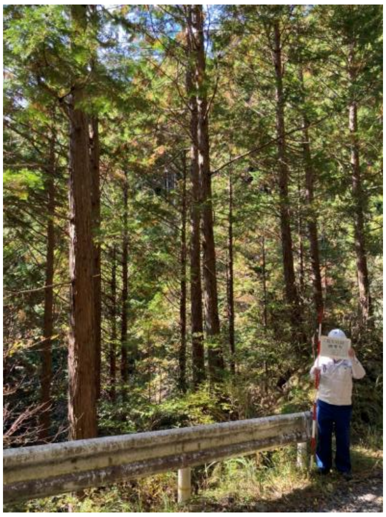
ただし、傾斜のしきい値は、設定次第で全域が災害リスクの高いエリアになってしまうおそれがあります。地域の作業システムも考慮し、ワークショップ等を通して適切な値を設定します。

傾斜のしきい値設定の事例

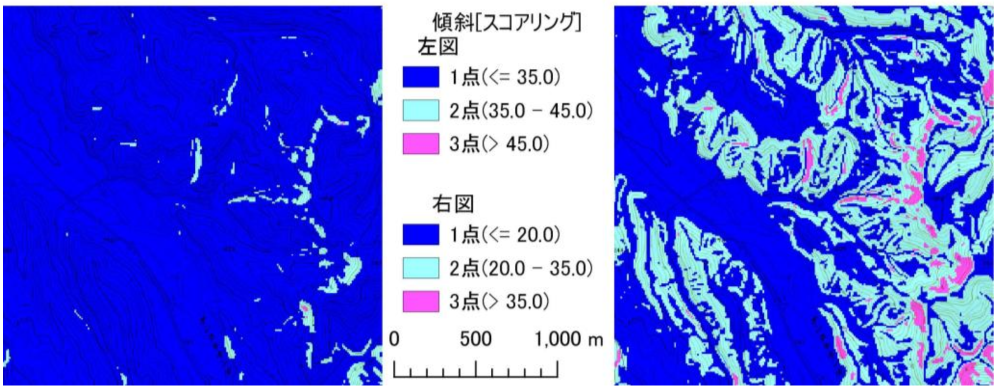
傾斜の絶対値として取り扱います。

- 森林作業道が作設可能な傾斜である 35 度未満を 1 点、45 度以上を 3 点とする。下図の事例のように、急傾斜地が点在する場合でも林業適地と言えるような地域もあり、架線集材であれば施業は可能とするなど運用面で対応する。





- 全体的に傾斜が緩い地域の場合、災害リスクは少ないと考え 45 度より急を 3 点とする考え方(下左図)、域内で傾斜が急な地点を表現するため 35 度より急を3点とする考え方(下右図)などがある。



（7）　保全対象を含む流域

2.3.2 保全対象との関係（距離）（p.23）も参照してください。

人的被害を考慮すると、建物に近い斜面が崩壊した場合に被害が大きく、奥山の斜面が崩壊しても被害は小さいと考えることができます。GIS の機能を使って流域を算出することができ、流域内に建物がある場合に災害リスクが高く、建物が無ければ災害リスクが低いと言えます。

山地災害では斜面が崩壊するだけでなく、土石流として土砂が流下し、崩壊地点より下流で被害が発生するリスクがあります。このため、本来は土石流流下距離と保全対象の距離を比較して災害リスクを算出する必要がありますが、「もりぞん」では簡易的に上記のとおり保全対象を含む流域を要素としました。確認のため、土砂災害警戒区域などの情報と要素の算出結果を比較し、妥当性を検討してください。

保全対象を含む場合に2点とするか、3 点とするかで考え方が異なるため、配点を変更する場合は応用編 4.3. 設定値の変更（要素の点数の重みづけ）（p.81）を参照してください。

POINT

保全対象を含む流域のしきい値設定の事例

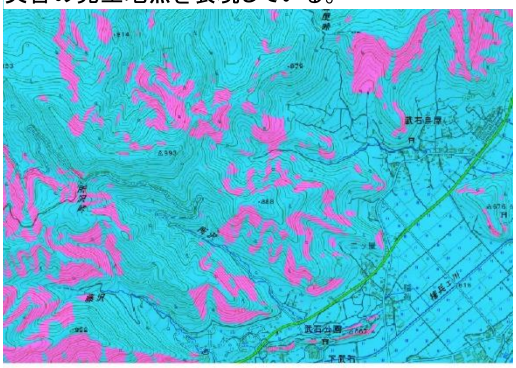
流域に保全対象を含むか含まないかの 2 択であり、絶対値として取り扱います。

- しきい値の設定は不要であり、デフォルトでは含む場合に 2 点としている。
- 傾斜等の地形条件より保全対象への影響を強く配慮したい場合は、設定を変更し（p.81）含む場合に 3 点とする。

下図は保全対象を含む流域の点数のみを変えて、災害リスクを算出した結果（3 要素の合計）です。何点とするかは地域の考え方次第でしょう。

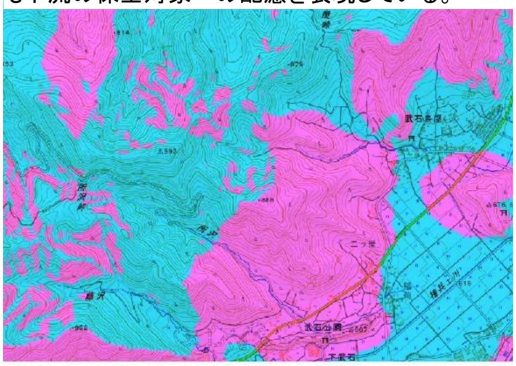
保全対象を含む流域を 2 点

「地形の複雑さ」や「傾斜」の要素が強調され、災害の発生地点を表現している。



保全対象を含む流域を 3 点

「保全対象を含む流域」が強調され、発生地点よりも下流の保全対象への配慮を表現している。

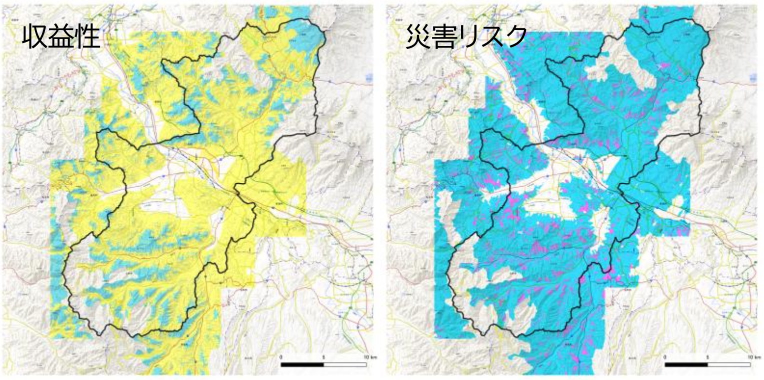


低(<= 5)　高(> 5)

0　500　1,000 m

3.7.3. 収益性、災害リスクに対するしきい値の考え方

収益性、災害リスクをそれぞれのレイヤのみで表示してみましょう。両方のレイヤを重ねて表示すると、透過の効果で 4 色に色分けされます。



2 レイヤの重ね合わせで 4 色を表示

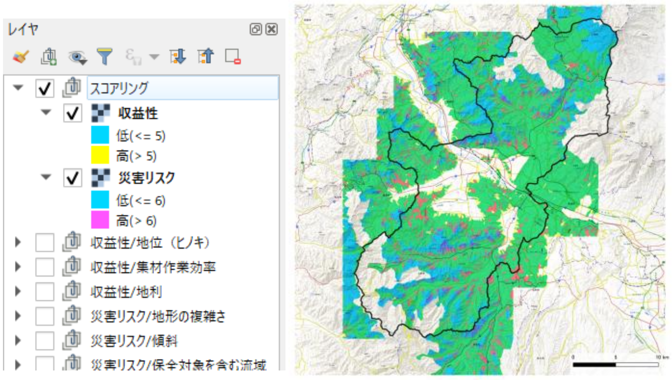


図 3-38　スコアリング出力結果（再掲）

それぞれのレイヤは、要素(1点、2点、3点)を 3 つ合計したものであり、値は 3 点から 9 点までの 7 段階しかありません。このため、しきい値を1変えるだけで色が大きく変わることがあります。適切な区分が出来ない場合は、要素のしきい値や、元となるデータの修正にまで戻って検討しなおす必要があります。

図 3-39 に示すように、しきい値の設定が恣意的と捉えられないよう、試行錯誤を繰り返す必要があります。

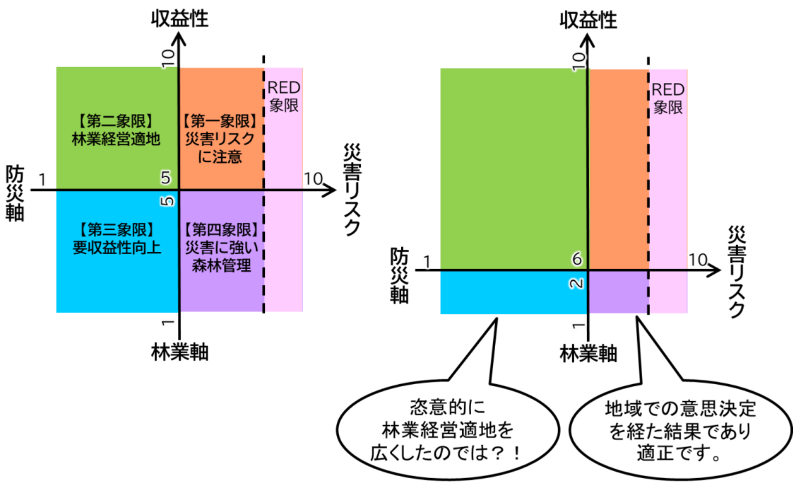


図 3-39 4 象限図ゾーニングのしきい値の設定イメージ（再掲）

第4章 応用編

4.1.　「もりぞん」でのレイヤ切り替え操作

「もりぞん」は要素データの差替えや、スコアリングの再計算をすることができます。その場合は、次の注意が必要です。

(1)　　要素データの差替えを行う場合

① 差替えたいデータを QGIS マップに追加します。

② MORIZON「スコアリング」タブで差替えたい要素のレイヤ名部分をクリックします。

③ 差替えたいレイヤ名を選択します。

複数データがマップに表示されている状態のため、どのデータを取り扱うのか十分注意して作業しましょう。

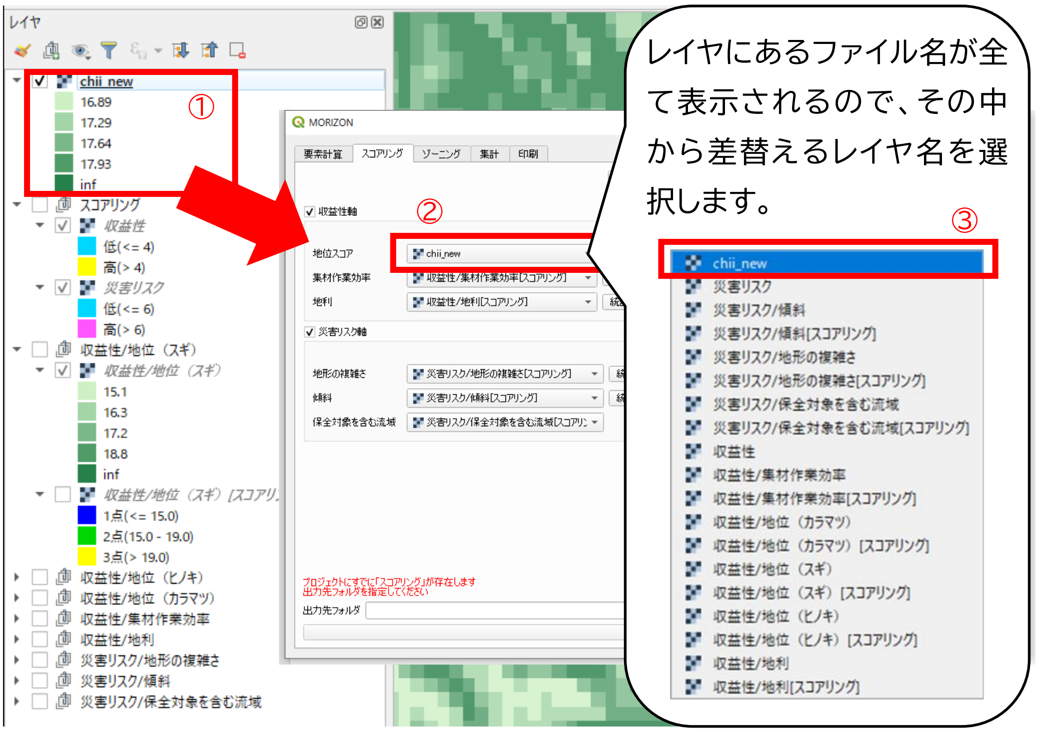


図 4-1　「MORIZON」データの差替え方法

(2)　　スコアリングを再計算(実行)する場合

一度計算したスコアリングを残す必要が無い場合は、レイヤから「スコアリング」グループを削除することで再度実行ボタンを押すことができるようになります。ただし、計算させたレイヤを画面上に残したまま再計算したい場合は次の注意が必要です。

（再計算する場合はレイヤに規定のファイルが再追加されます。）

① レイヤ名を変更

再計算した時にレイヤ名の重複を避けるため、レイヤ出力されている「スコアリング」のグループ名を変更します。（※グループを新規に作成する方法でも良いです。）

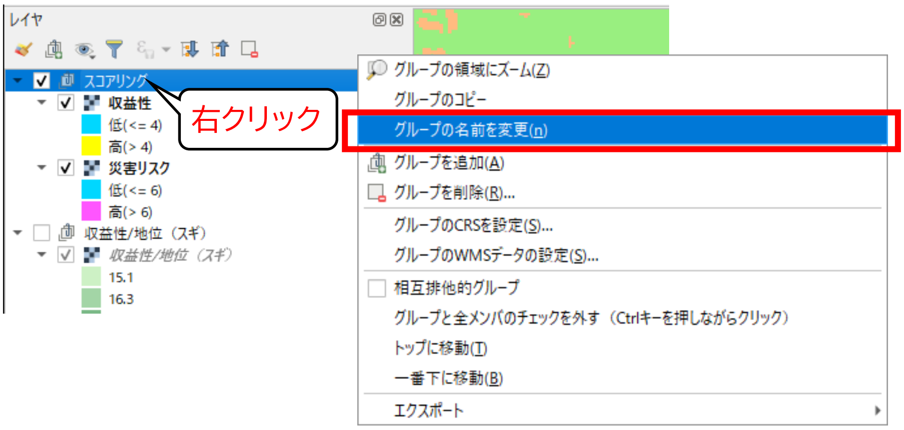


図 4-2　グループ名を変更（QGIS レイヤパネル）

グループ名を変更すると、エラーメッセージ表示欄の『プロジェクトにすでに「スコアリング」が存在します』という表記が消えます。

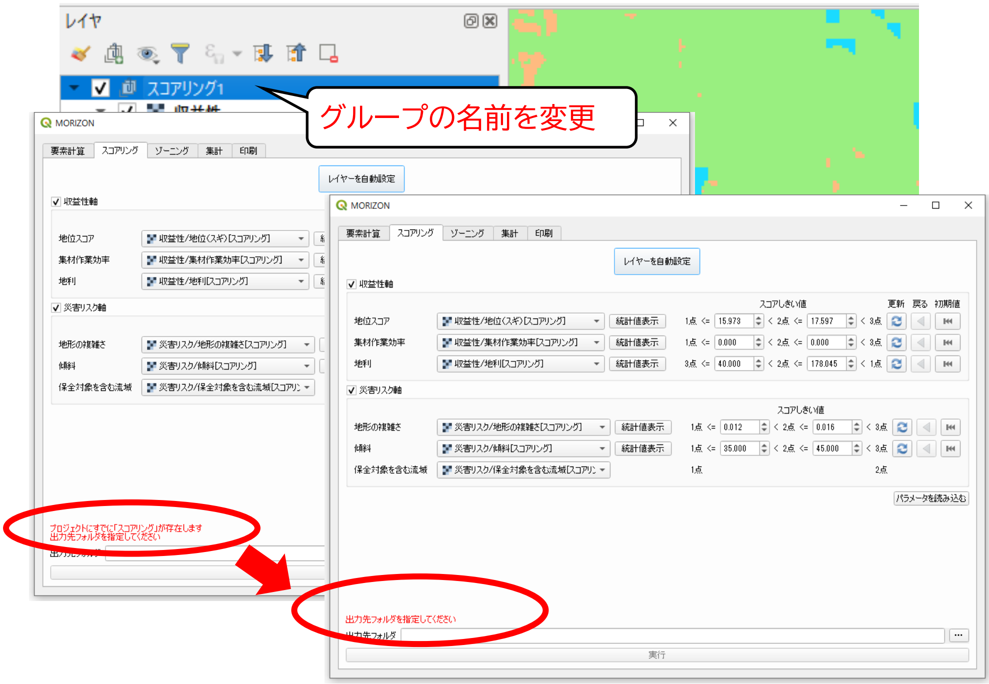


図 4-3　「MORIZON」エラーメッセージの表示解除

② フォルダを作成して出力先を指定

先に計算させた出力先フォルダが指定されているとファイルが上書きされてしまいますので、新規にフォルダを作成して出力先を変更します。出力先を指定した後、実行するようにしてください。

4.2.　ゾーニング図の精度向上手法

ゾーニング図の作成にあたり、しきい値の設定により結果が変わることは3章までのとおりです。さらに、ゾーニング図の作成に用いるDEMや路網データなどの入力データの精度が上がることで、ゾーニング図も改良されていきます。

ゾーニング図の精度向上に関わる様々な手法は別冊（ゾーニングの精度向上・活用事例集）に詳しく記載しています。ここでは、地位指数マップを航空レーザ計測データから作成する事例について簡単に紹介します。

地位指数マップの作成手法は、「航空機 LiDAR データを使った地位指数分布図の作成の手引き」（2022 年３月、林野庁、https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/smartforest/smart_forestry.html）を参照し、20m メッシュのポリゴンデータを作成してください。TIFF 形式に変換して地位指数マップとし、スコアリングの際にレイヤを自動設定した後、作成したマップを選ぶことでその先のゾーニングが可能となります。

航空レーザ計測データを用いて作成した地位指数マップ（20m メッシュ）　　「もりぞん」の全国一律の式で作成した地位指数マップ（50m メッシュ）

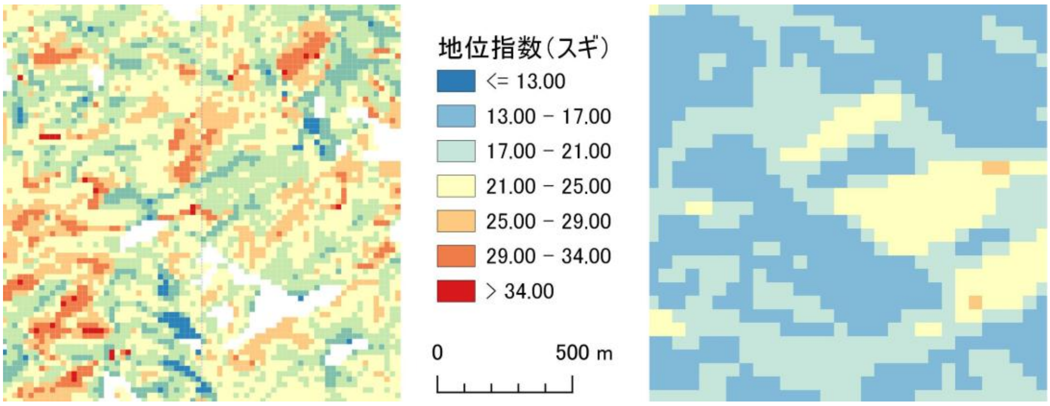


図 4-4　作成手法による地位指数マップの違い

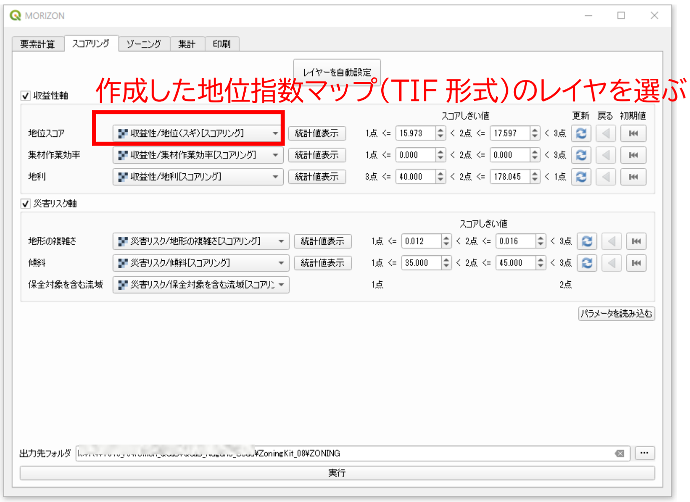


図 4-5　スコアリング

4.3.　設定値の変更（要素の点数の重みづけ）

設定画面では、各種計算にかかわる重要なパラメータ（スコア設定）の値を調節することができます。例えば、災害リスクの3要素の中で、傾斜をより重視したい場合に、傾斜の点数を1点、2点、3点から、1点、3点、5点に変更することができます。メニューバーの「プラグイン」「MORIZON」から「設定」をクリックする、もしくは、QGIS 画面にある「設定」ボタンをクリックすると、設定画面を開くことができます。

図 4-6　「MORIZON」のスコア設定

①　要素の点数の重みづけ

「スコアリング」処理の際、各要素がスコアに寄与する度合いを調整したい場合に、各要素のスコアを設定画面から変更し、要素に重みをつけることができます。

②　設定値の保存・初期化

「保存」ボタンをクリックすると、入力された設定値が QGIS 内に保存されます。「初期設定に戻す」ボタンをクリックすると、QGIS に保存されている設定値を初期化することができます。入力状態は失われます。

③　設定値をファイルに出力・ファイルから読み込み

「ファイル書き出し」ボタンをクリックすると、ファイルの保存先を選択するダイアログが開きます。現在の入力状態をテキストファイルに書き出すことができます。

「ファイル読み込み」ボタンをクリックすると、読み込むファイルを選択するダイアログが開きます。「ファイル書き出し」で出力されたファイルを読み込むことで、設定値を復元することができます。

④　高度な設定

地位指数パラメータ：NPP.tif、SRAD.tif、VTEX.tif を入力データとした地位指数の算

出に使用するパラメータ(宮崎大学　光田氏提供、p.70 参照)を設定します。

解析パラメータ:集材作業効率の算出に用いる起伏量における DEM の計算範囲(size＝セル数)、地形の複雑さの算出における DEM の計算範囲(size＝セル数)を設定します。

集材作業効率の計算処理:デフォルトは傾斜と起伏量で行いますが、傾斜と地形の複雑さで行うことを選ぶことができます。

上記の設定は、デフォルトでは変更できないようになっています。

4.4.　モバイル端末での利用

「もりぞん」を使って作成したマップを用いてゾーニングを行う過程では、現地の状況を確かめながら、利害関係者との合意形成を図る必要があります。そのようなときに、モバイル端末にマップのデータを格納して持ち出し、現場で確認するために利用できる便利なアプリとして、QField(https://qfield.org/docs/ja/index.html#)を紹介します。

QField は、モバイル端末上で QGIS を使用するためのアプリであり、QGIS と同様、無償で利用することができます。ユーザインタフェースは、デスクトップ PC 上で使う QGIS と比べて簡略化されており、QField 単独ではプロジェクトの作成、レイヤの追加・削除や設定などはできません。しかし、QGIS で作成したプロジェクトをモバイル端末にコピーすることにより、デスクトップ PC 上と同じように表示・利用することができます。

なお、QField は Android 5 以上でのみの使用でき、Android 9 以上の新しいバージョンでの使用が推奨されています。

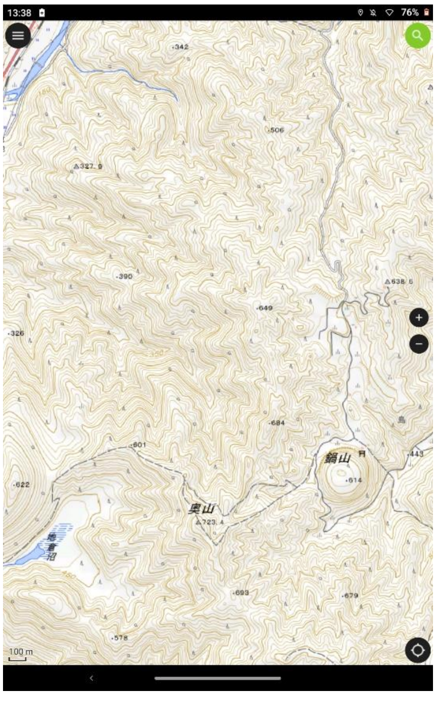


図 4-7　QField の表示画面

【現地調査時に便利な機能】

● ベースとなる Web マップの表示

地理院地図などの Web マップサービスが利用できます。

ただし、インターネット接続ができない場所に行く場合は、マップの任意の領域を、画像としてプロジェクトに保存しておく必要があります。

● GNSS 追従機能

測位情報が利用可能になり次第、現在位置を取得して表示し、追従できます。

● 地物の作成

マップ上に点、線、ポリゴンなどの地物を作成することができます。

ただし、プロジェクトにあらかじめレイヤを作成しておく必要があります。

① プロジェクトの作成

デスクトップ PC 上の QGIS において、通常と同様にプロジェクトを作成します。

② QField Sync プラグインのインストール

下記リンクにアクセスして直接ダウンロードします。
https://plugins.qgis.org/plugins/qfieldsync/version/v3.4.4/download/

もしくは、QGIS 公式サイトからダウンロードします。「ユーザー向け情報」の「プラグイン」から、「QGIS Python Plugins Repository」を開き、qfield sync と検索します。検索結果の「QField Sync」を選択し、「Versions」の「v3.4.4」をクリックします。ダウンロードボタンから「qfieldsync-v3.4.4」をダウンロード後、QGIS のメニューバーから「プラグインの管理とインストール」を開き、「もりぞん」のインストールと同様、「ZIP からインストール」を実施します。

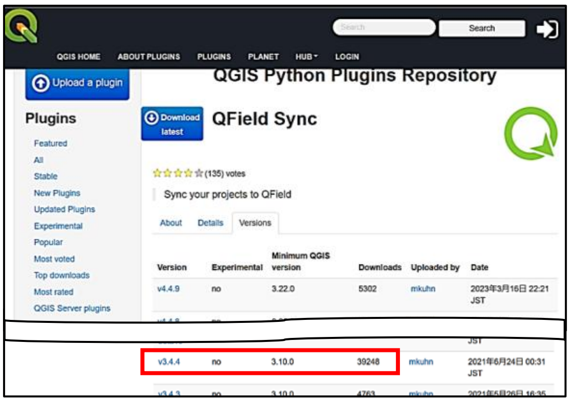


図 4-8 QField Sync プラグインの
ダウンロードサイト

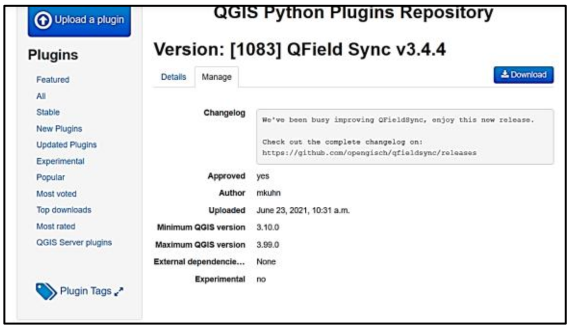


図 4-9 QField Sync プラグインの
ダウンロード

③ QField 用プロジェクトのパッケージ化

QField Sync プラグインを利用し、プロジェクトを QField で使えるように 1 フォルダにパッケージ化します。作成済みのプロジェクトを「QField パッケージを作成」から 1 フォルダ内にパッケージします。このフォルダ内には、QField 上で使用するプロジェクトや関連データ一式が格納されます。

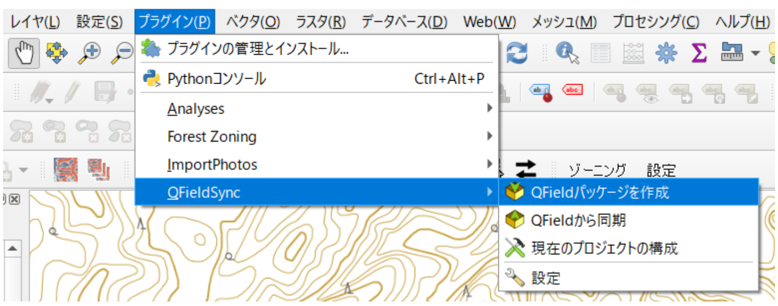


図 4-10 QField パッケージの作成

④　モバイル端末へのコピー

②で作成したフォルダを、モバイル端末の内部ストレージへコピーします。

⑤　QField のインストールと起動

モバイル端末上で GooglePlay から QField をインストールします。

https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.opengis.qfield

QFIeld の起動画面で「ローカルファイルを開く」を選び、コピーしたフォルダからプロジェクトを開きます。

図 4-11　QField の起動画面

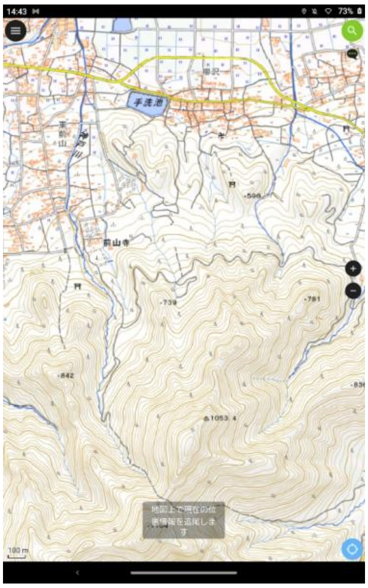


図 4-12　GNSS 機能の利用

⑥　QField の使用

プロジェクトは、デスクトップ PC 上の QGIS で開いたときと同じように開きます。一般的には、ここでベースとなるマップが表示され、タッチスクリーン上の操作でスクロールや拡大・縮小が可能です。画面右下の GNSS ボタン（青色の丸）をタップすると、GNSS 機能が有効になり、現在位置が中心になります。

(i)　メインメニューの表示

画面左上のメニューボタン（≡）をタップすると、メインメニューが表示されます。上段右上には、編集モードへ移行するための鉛筆ボタンがあり、その下にはレイヤリストが並んでいます。

(ii) レイヤの表示・非表示

レイヤリスト上でレイヤ名を長押しすると、ポップアップウィンドウが表示されます。「地図に表示」のチェックボックスの入切により、レイヤの表示・非表示を切り替えます。

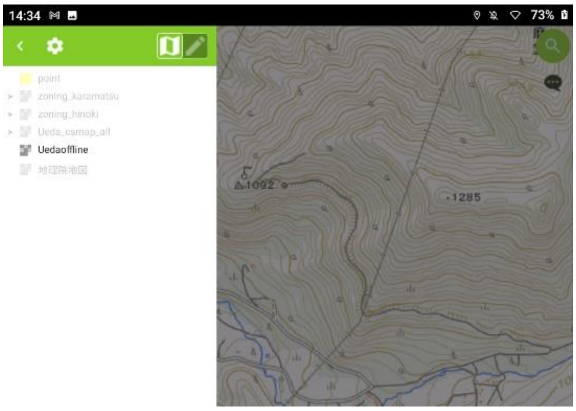


図 4-13 メインメニューの表示

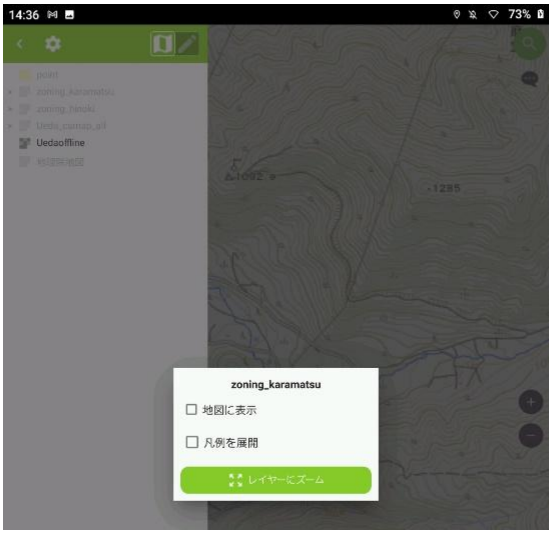


図 4-14 レイヤの表示･非表示の切替え

(iii) 編集(点の追加を例示)

メインメニュー上段右上の鉛筆ボタンをタップし、編集モードへ移行します。そして、点を追加したいレイヤを選択します(選択中のレイヤ名は緑色に強調されます)。

画面中央に表示されている十字線を目的の位置へ移動させ、画面右下にあるプラス(＋)ボタン(緑色の丸)をタップして新しい点を追加します。点が追加された後、属性フォームが表示されますので、追加した点の属性値を入力できます。

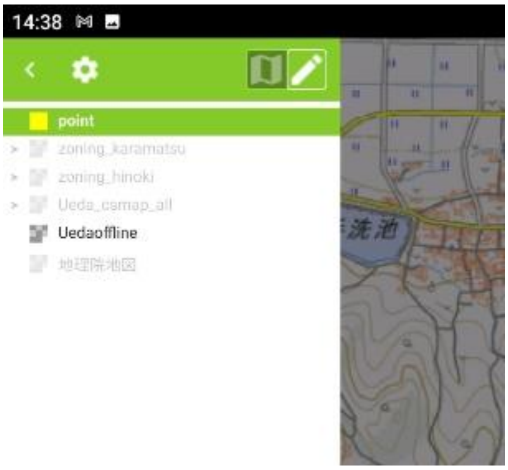


図 4-15 編集モードへの移行

(iv) 編集(点の削除を例示)

削除したい点をタップすると、選択された地物のリストが表示されます。削除したい地物をタップすると、属性値の一覧とともに右上に設定ボタン(⁝)が表示されますので、そこから「フィーチャを削除」をタップして削除します。

⑦ 現地確認で更新したデータの反映

現地確認で更新したデータ(調査地点の記録など)は、モバイル端末のフォルダをデスクトップ PC へコピーし、(1)で作成したプロジェクトに反映させることができます。

端末の機種によって異なりますが、連続して半日以上使用する場合には、モバイルバッテリーを準備しておくことを推奨します。

4.5. 地図利用手続きの必要性の確認

「もりぞん」では国土地理院より配信されているデータ（建物、道路）、および地理院地図を背景に使用します。国土地理院の地図利用において、以下に該当する範囲内においては申請手続きが不要で地図を利用する事ができます。

詳しくは国土地理院にお問い合わせください。

以下、国土地理院「地図の利用手続パンフレット」より抜粋。

Q3成果品を不特定多数の者に提供しない（以下に該当しますか？）

・私的利用
・社内、サークル、同好会、学校その他教育機関など組織内での利用
・特定の者に対して提出する申請書、報告書等の添付資料や説明資料として利用
・論文、試験問題に利用
・一時的な資料として利用（利用後保管せず廃棄する場合等）

YES ➡ **申請不要**

● 申請が不要な組織内の利用範囲とは？
➡不特定多数ではなく限られた組織の内部を指します。
例：一つの学校内や同じ会社内のみの利用、組織内のみのイントラネットの利用や社員のみが使用する内部システムの利用となります（外部へ公開・提供（配布）はしない）。

●国土地理院サーバー上の地理院タイルをリアルタイムで読み込み表示するウェブサイト等を作成する場合、申請は必要ですか？
➡リアルタイムでの読込みは、出典の明示のみで申請不要です。出典は、「国土地理院」、「地理院タイル」等と記載していただき、地理院タイル一覧ページ（https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html）へのリンクを付けてください。

● TV 番組、ＣＭ、YouTube 等の動画配信で地図等を利用する場合、申請は必要ですか？
➡ TV 番組や動画配信で利用する場合は、申請不要です。

● 教科書や副読本で地図等を利用する場合、申請は必要ですか？
➡教科書や副読本（書籍）に利用する地図が見開きページに収まる場合は、申請不要です。
ただし、一枚ものの地図、地図帳、折り込み地図・付録の地図は申請が必要です。

● 工事の発注資料に添付する概略範囲を示す位置図として地図を利用する場合、申請は必要ですか？
➡発注資料に添付する概略を示す位置図等であれば申請不要です。

＊1出典明示について
国土地理院の地図等を利用する際は、申請不要の場合であっても、出典を記載してください。
また、国土地理院の地図等を編集・加工等して利用する場合は、上記出典とは別に、編集・加工等を行ったことを記載してください。編集・加工した情報を、あたかも国土地理院が作成したかのような態様で公表・利用してはいけません。

（出典記載例）
・出典：国土地理院発行2.5万分1地形図
・電子地形図25000（国土地理院）を加工して作成
・出典：国土地理院撮影の空中写真（XXXX年撮影）
・地理院タイルに○○を追記して掲載

※この資料は、変更される可能性があります。最新情報は国土地理院ウェブサイトでご確認ください。

4.6.　「もりぞん」要素算出における使用機能

軸	要素	利用データ	QGIS 機能
DEM			10m メッシュにリサンプリング 機能：GDAL　gdal_translate-r パラメータ：cubicspline https://gdal.org/programs/gdal_translate.html#cmdoption-gdal_translate-r
収益性	地位	・NPP 指標 ・日射係数 ・凹凸度	①10mDEM の範囲で切り出しリサンプリング 機能：GDAL　gdal_warpreproject パラメータ：nearest https://gdal.org/programs/gdalwarp.html#gdalwarp ②地位指数（SI）を算出【各数値を設定で変更可能】 機能：QGIS　ラスタ計算機 【スギ】 NPP <- NPP - 15.82 SRAD <- (SRAD - 1347.09)/100 VTEX <- (VTEX - 58.85)/100 SI <- 21.28 + 1.028*NPP -1.001*SRAD -1.111*VTEX 【ヒノキ】 NPP <- NPP - 11.05 SRAD <- (SRAD - 1396)/100 VTEX <- (VTEX - 61.92)/100 SI <- 16.83 + 0.9688*NPP - 0.09319*SRAD -0.8617*VTEX 【カラマツ】 NPP <- NPP - 11.61 SRAD <- (SRAD - 1264)/100 VTEX <- (VTEX - 44.30)/100 SI <- 22.51 + 0.129*NPP - 0.2939*SRAD -1.125*VTEX
	集材作業効率	DEM→傾斜	機能：QGIS　ラスタ→解析→傾斜 https://docs.qgis.org/3.16/ja/docs/user_manual/processing_algs/qgis/rasterterrainanalysis.html#qgisslope
		DEM→起伏量	①10mDEM の各セルごとに周辺 49x49 セル内の最大値・最小値を計算 機能：GRASS　r.neighbors パラメータ：method= minimum, maximum size=49【設定で変更可能】 https://grass.osgeo.org/grass76/manuals/r.neighbors.html ②最大値ー最小値を算出 機能：QGIS　ラスタ計算機
		集材作業効率	【デフォルト】 傾斜と起伏量に基づく集材作業システムの指定表に応じてコードを入力 機能：QGIS　ラスタ演算 【設定で切替】 傾斜と地形の複雑さに基づく同指定表に応じてコードを入力 機能：QGIS　ラスタ演算
	地利（到達難易度）	・基盤地図情報道路縁 ・都道府県等の林道データ	①線ベクタをラスタ変換 機能：QGIS　ラスタ→変換→ベクタのラスタ化 パラメータ：焼き込む値＝1、解像度＝DEM に合わせる 出力領域＝線ベクタの領域に合わせる ②距離ラスターを生成 機能：GRASS　r.grow.distance パラメータ：入力レイヤ＝線ラスタ　メートル単位（metric）で出力 https://grass.osgeo.org/grass79/manuals/r.grow.distance.html

軸	要素	利用データ	QGIS 機能
災害リスク	地形の 複雑さ	DEM	①DEM に平滑化処理をかける 機能：SAGA GaussianFilter パラメータ：Standard Deviation＝3 Search Radius＝12 http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/2.3.0/grid_filter_1.html ②曲率ラスタを算出 機能：SAGA Curvature パラメータ：Plan Curvature（C_PLAN） http://www.saga-gis.org/saga_tool_doc/7.3.0/ta_morphometry_0.html ③曲率ラスタ全体の標準偏差を求める https://docs.qgis.org/3.16/ja/docs/user_manual/processing_algs/qgis/rasteranalysis.html#qgisrasterlayerstatistics ④②で求めた曲率ラスタ（Plan Curvature）に対し、③で求めた標準偏差（STDV）*3 の範囲外の値を全て nodata にした曲率ラスタを算出。 機能：QGIS ラスタ→ラスタ計算機 式：-3.40282347e+38 ＊ (”Plan Curvature” < STDV ＊ -3 OR STDV ＊ 3 < ”Plan Curvature”) + (”Plan Curvature” >= STDV ＊ -3 AND STDV ＊ 3 >= ”Plan Curvature”) ＊ ”Plan Curvature” ⑤④で作成したラスタに対し、10mDEM の各セルごとに周辺 49x49 セル内の標準偏差を計算 機能：GRASS r.neighbors パラメータ：method= stddev size＝49【設定で変更可能】 円状隣接関係を使う＝チェック入れる https://grass.osgeo.org/grass76/manuals/r.neighbors.html
	傾斜	DEM	機能：QGIS ラスタ→解析→傾斜 https://docs.qgis.org/3.16/ja/docs/user_manual/processing_algs/qgis/rasterterrainanalysis.html#qgisslope
	保全対象を 含む流域	基盤地図情報 建築物の外周線	①DEM から流域ラスタを作成 機能：GRASS r.watershed パラメータ：threshold（外部流域の最小サイズ）＝500（5ha 相当） https://grass.osgeo.org/grass76/manuals/r.watershed.html ②流域ラスタを流域ポリゴンに変換 機能：QGIS ラスタ→変換→ラスタのベクタ化 ③流域ポリゴンの修復 機能：プロセシングツールボックス→ベクタジオメトリ→ジオメトリの修復 ④流域ポリゴンと建物ポリゴンの重複面積を計算 機能：プロセシングツールボックス→ベクタ解析→重なり分析 パラメータ：オーバーレイレイヤ＝建物ポリゴン ⑤建物ポリゴンとの重複面積に応じて流域ポリゴンに値を設定 機能：プロセシングツールボックス→ベクタ選択→QGIS 式による抽出 建物ポリゴンの重複面積 ＞ 0 ： 1 それ以外 ： 0 ⑥保全対象を含む流域ラスタの生成 機能：QGIS ラスタ→変換→ベクタのラスタ化 パラメータ：焼き込む値の属性＝⑤で設定したフィールド 出力ラスタサイズの単位＝地理単位、解像度＝DEM に合わせる 出力領域＝DEM の領域に合わせる、出力バンドに指定 nodata 値を割り当てる＝9999

第5章 入力データの準備

5.1.　標高データ(DEM)

準備する DEM データは、1m メッシュの航空レーザ計測による DEM が望ましいです。入手できない場合は、国土地理院の基盤地図情報数値標高モデル 5m メッシュ、10m メッシュの DEM をダウンロードしてください。

標高データにはテキスト形式、TIFF 形式など様々なファイル形式がありますが、「もりぞん」では TIFF 形式を使用します。

① 航空レーザデータ(テキスト)からラスタ(TIFF 形式)を作成する

テキストデータから TIFF 形式の DEM に変換する作業は、プログラミング言語を使用しないで行う場合、DEM 作成範囲によっては、多くの手間と時間を要します。この理由からも、可能ならば、DEM の TIFF 画像を入手するのが望ましいです。

参考にテキストデータから TIFF 形式の DEM を作成する一例をご紹介します。

(i) QGIS プロジェクトの投影座標系の設定

航空レーザデータから得られる DEM 情報は、多くの場合、平面直角座標系の各原点からの x 座標、y 座標、z(標高)という並びのテキストファイルで作成されています。

そのため、QGIS 作業を始める前に、QGIS プロジェクトのマップキャンバスの座標系を適用地域の平面直角座標系に設定します。

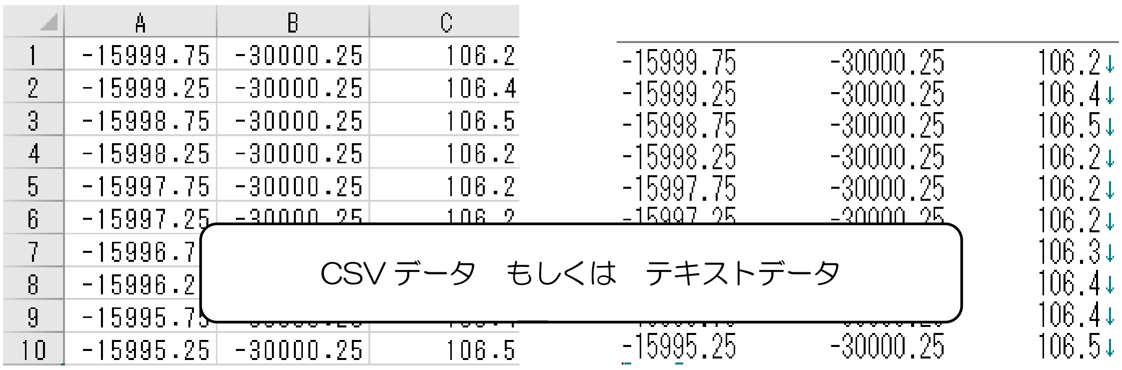


図 5-1 航空レーザ DEM グリッドデータの例

(ii) テキスト形式の読み込み

テキストファイルを QGIS に読み込みます。

QGIS を開き、メニューバーの「レイヤ」から「レイヤを追加」→「CSV テキストレイヤを追加」を選択します(「CSV テキストレイヤの追加」とありますが、「.txt」ファイルも読み込むことができます)。開いたウィンドウで、読み込みファイルに、テキストファイルの 1 つを指定します。そして、下記のように設定したら、[追加] をクリックします。

・文字コード ：Shift_JIS

・ファイル形式 ：csv または カスタム区切り→空白

・レコードとフィールドのオプション ：「最初の行はフィールド名」のチェックを外す

・ジオメトリ定義 ：X 属性に field_1、Y 属性に field_2、Z 属性に field_3、
ジオメトリの CRS に適用する平面直角座標系を指定

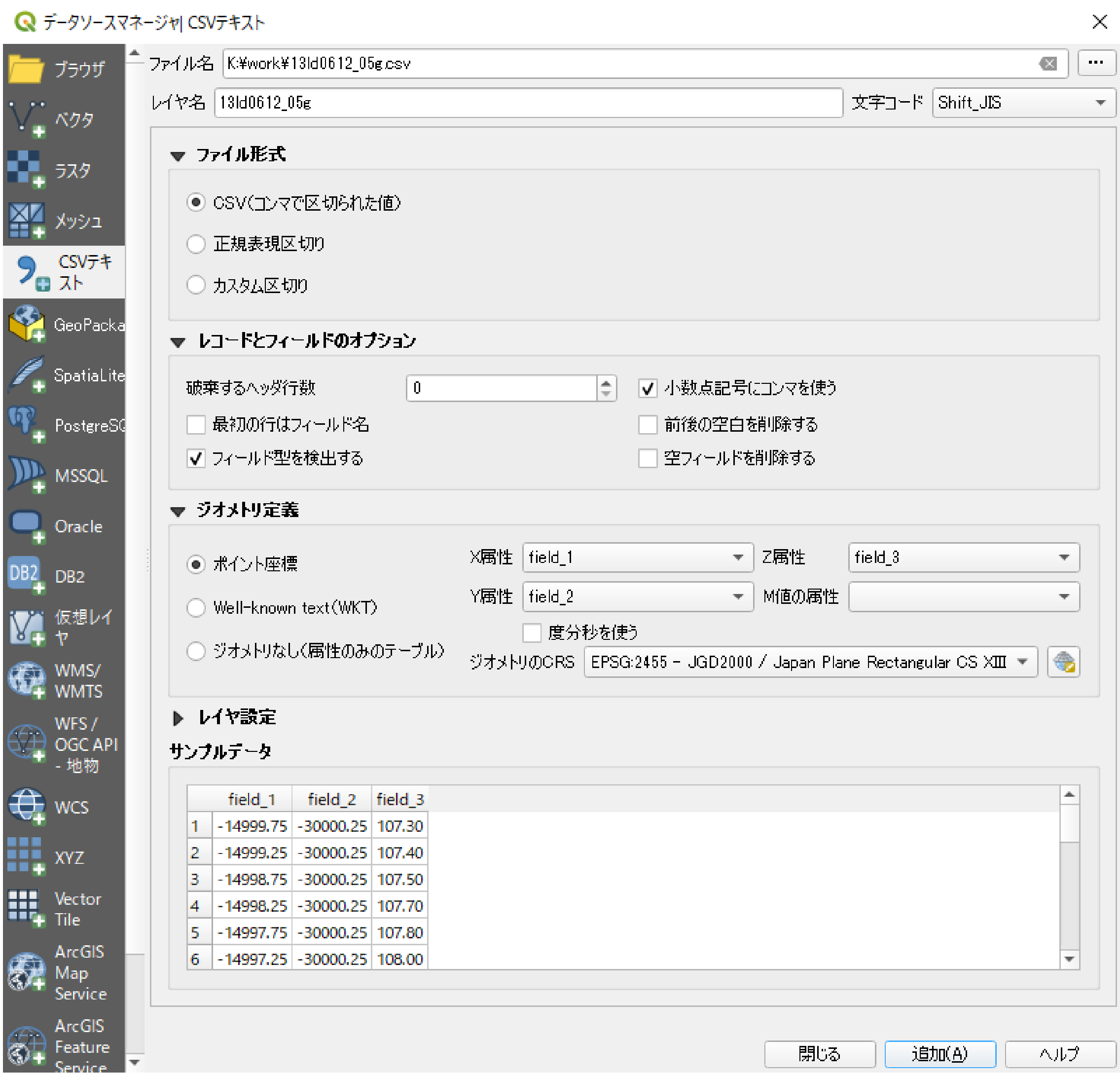


図 5-2 CSV テキストの設定画面

(iii) ポイントデータから TIFF への変換

読み込んだテキストファイルは、ポイントデータ形式となっています。しかし、メモリ上に一時保存されたデータであるため、このデータに対してラスタ形式への変換を行おうとするとエラーが出ます。そこで、いったんシェープファイルとしてエクスポートします。

シェープファイルへのエクスポートはレイヤを右クリックし、「エクスポート」→「地物の保存(名前を付けて保存)」です。

補足） QGIS3.16.10 のバージョンでは航空レーザ計測データから得られたグリッドデータ(x,y,z)ファイルを QGIS のマップキャンバスにドラッグすると標高値のラスタが表示されます。ただし、x,y,z 以外の属性欄があるものや、x,y,z で表される各点の並び順が南北方向順で作成されているデータなどは、ファイルをドラッグする方法ではラスタが表示できません。この場合は、ポイントデータからラスタを作成してください。

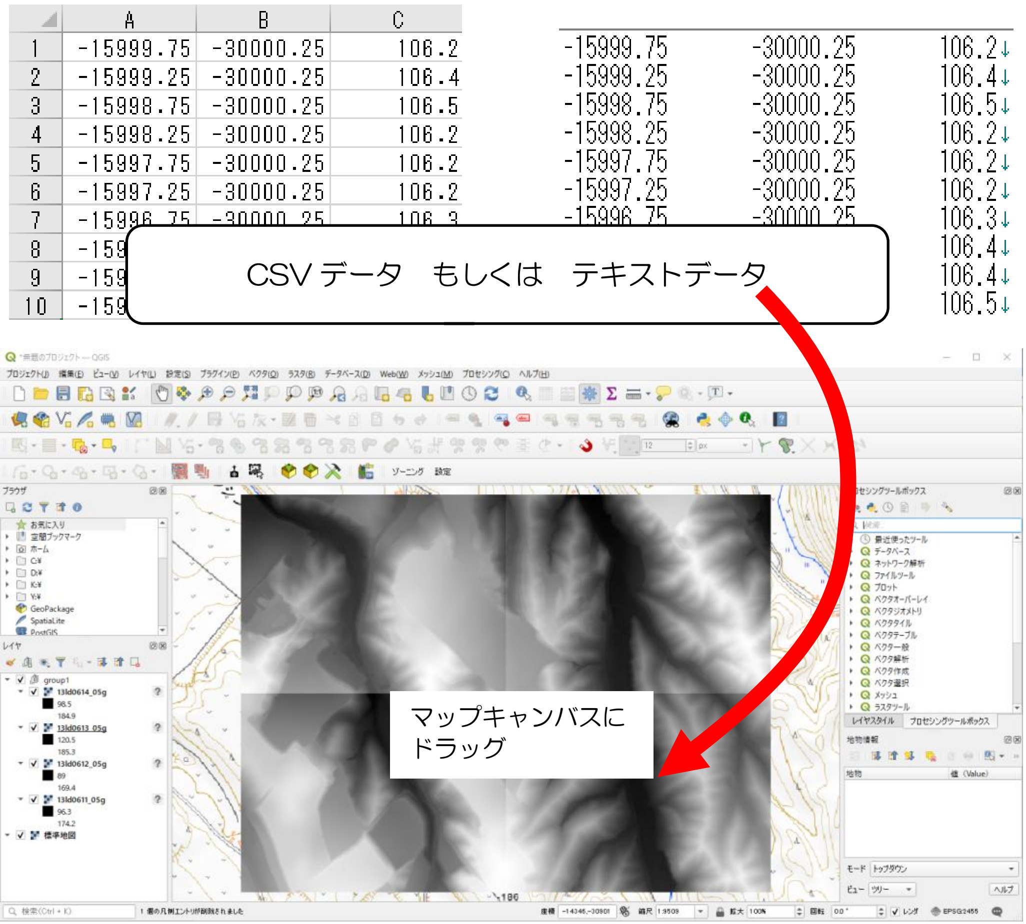


図 5-3 QGIS マップキャンバスにグリッドデータをラスタ表示

次に、このポイントデータをラスタ形式に変換します。メニューバーの「ラスタ」→「変換」→「ベクタのラスタ化」を選択します。設定は以下の通りです。

・入力レイヤ　：ポイントデータを指定
・焼き込む値の属性(フィールド)　：高さ(z)のフィールド(field_3)
・出力ラスタサイズの単位　：地理単位
・水平方向の解像度　：(DEM グリッドサイズを設定します)
・鉛直方向の解像度　：(DEM グリッドサイズを設定します)
・出力領域　：(DEM 作成グリッド間隔により範囲を調整する必要があります)
・出力バンドに指定の nodata 値を割り当てる　：(-9999 など)
・ラスタ化　：保存先とファイル名を指定

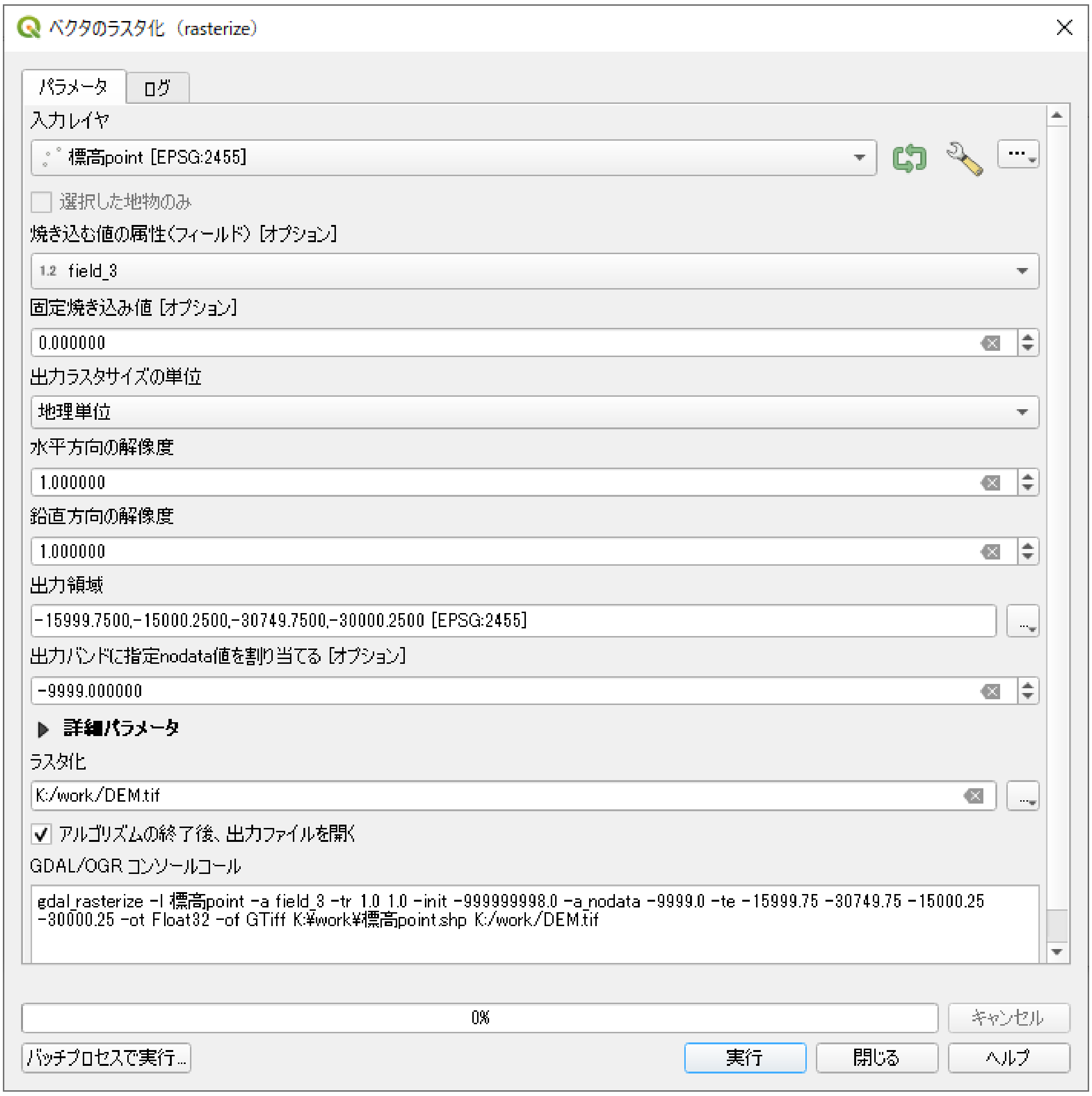


図 5-4　ベクタのラスタ化

(iv) 複数ファイルのマージ(結合)

対象範囲(市町村全域を推奨)のデータを 1 ファイルにします。

メニューバー「ラスタ」→「その他」→「結合(gdal_merge)」を使用し、1 ファイルのラスタ

画像にマージ(結合)します。

図 5-5「結合(gdal_merge)」

市町村面積が大きい場合は、ある程度まとまった施業計画範囲などに分割して DEM を作成しても良いでしょう。

分割して作成する場合は、データの縁の計算が正しく行われるよう、分割境目は 1km 幅程度重複させる必要があります。

(v) 座標参照系を定義した TIFF 画像として保存

マージ(結合)させたファイルを平面直角座標系の TIFF 画像に変換します。

レイヤの「出力レイヤ」を右クリック→「エクスポート」→「名前を付けて保存」を使用します。

ラスタレイヤの保存では図 5-6 を以下のように設定します。

出力モード :生データ

形式 :GeoTIFF

ファイル名 :任意(DEM1m.tiff 等、内容が分かる名前を付けます。)

座標参照系 :丸印部をクリックし、適用地域の平面直角座標系を選択します。

図 5-6 ラスタ保存(座標系の設定)

補足) 海等の水部の処理

DEM データとして海等の水部に広く数値データが取得されている場合は、ゾーニング図を作成する際に行う解析の数値区分に影響が出るため、水部範囲は削除しておく方が良いです。

② 基盤地図情報数値標高モデルを利用する(航空レーザ計測データが無い場合)

航空レーザ計測による DEM データがない場合は、国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービスで公開している、「基盤地図情報　数値標高モデル」の 5m メッシュ、10m メッシュの DEM をダウンロードして利用する方法があります。しかし、この場合は 5m、10m のメッシュ中心点の標高値を内挿したものであるため、現わされる地形の精度は航空レーザ(0.5m メッシュ、1m メッシュ)で取得したデータより粗くなります。国土地理院のデータの詳細については、国土地理院ホームページにてご確認ください。

図 5-7 国土地理院基盤地図情報ダウンロードページ
(https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php)

国土地理院からダウンロードした XML 形式のファイルをラスタファイル(TIFF 形式)に変換します。公開されている方法の中から、以下 2 つをご紹介します。

(i) QGIS プラグイン「QuickDEM4JP」(株)MIERUNE

QGIS プラグインの管理とインストールにおいて、「QuickDEM4JP」をインストールすることで、国土地理院が提供する基盤地図情報数値標高モデル(DEM)の XML 形式及びその ZIP ファイルを GeoTIFF 形式の DEM に変換します。

またがる図郭を一つの DEM にしたい場合は、ダウンロードした XML ファイルを一つのフォルダに格納し、プラグインの入力設定の形式で「'xml'を含むフォルダ」を選択します。

図 5-8 QGIS プラグインの管理とインストール

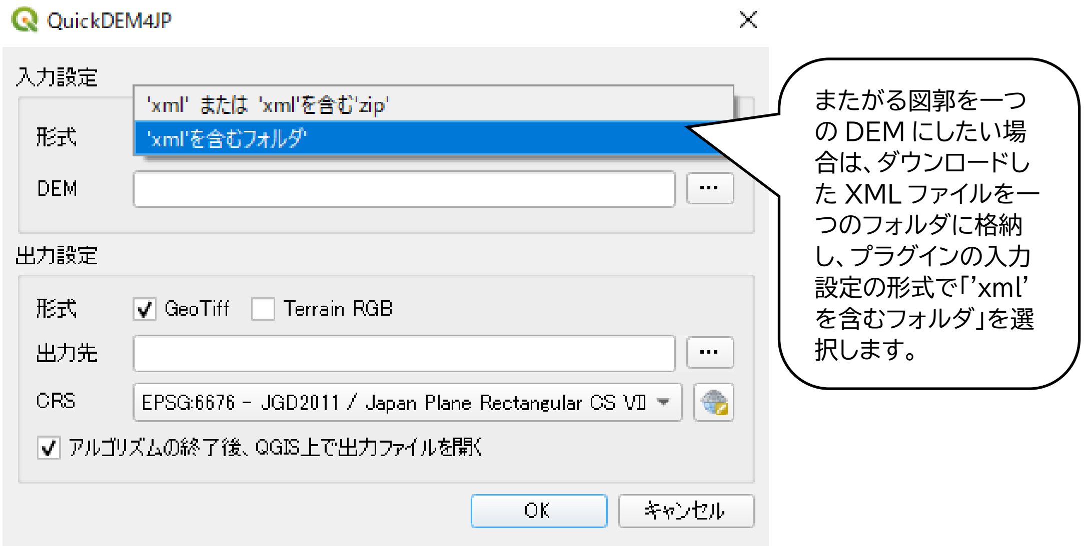


図 5-9 プラグイン『QuickDEM4JP』の設定
（https://plugins.qgis.org/plugins/QuickDEM4JP/）

(ii) 「基盤地図情報 標高 DEM データ変換ツール」(株)エコリス

ダウンロードしたファイルは、（株）エコリスから提供されている「基盤地図情報 標高 DEM データ変換ツール」を利用することで簡易に TIFF 画像に変換することができます。

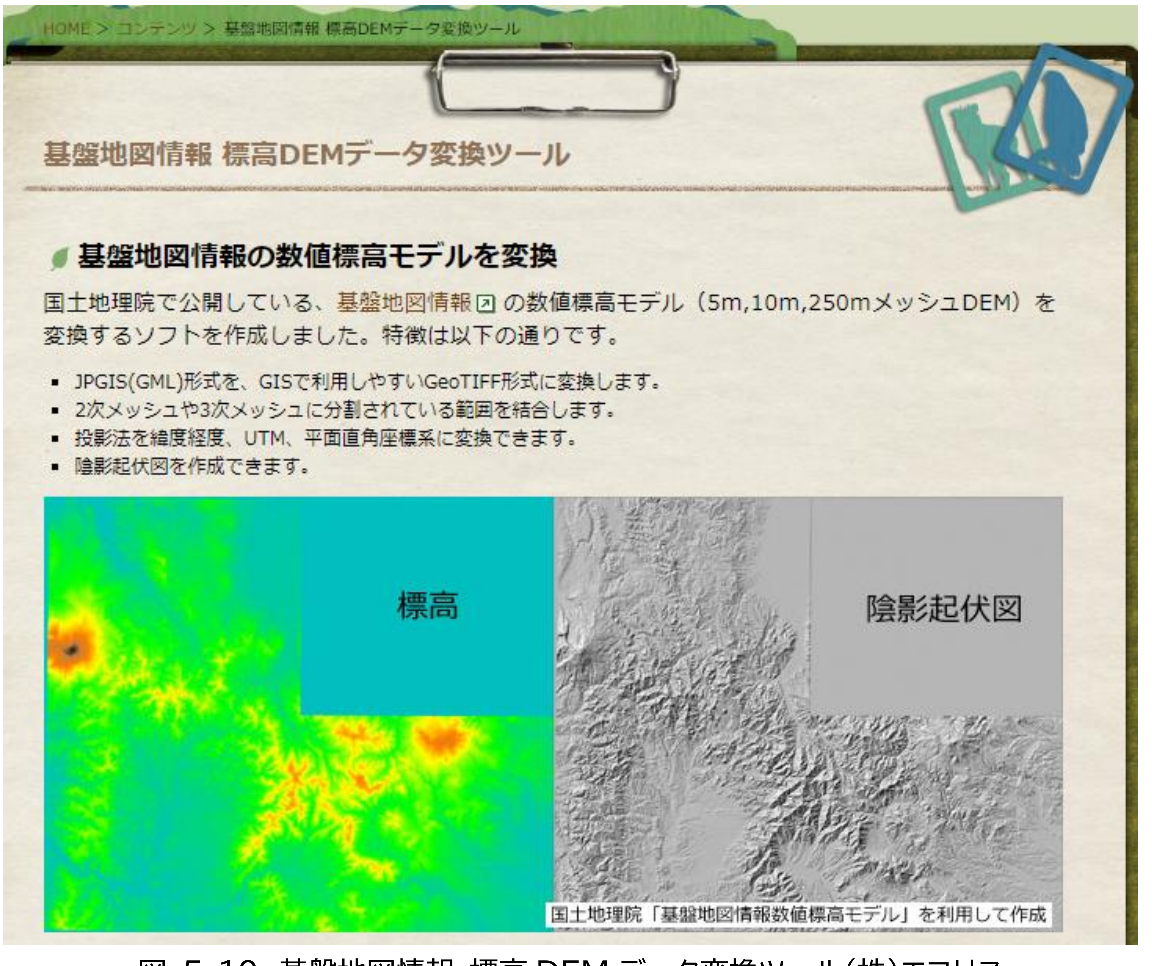


図 5-10 基盤地図情報 標高 DEM データ変換ツール(株)エコリス
（https://www.ecoris.co.jp/contents/demtool.html）

5.2. 地位指数算出用データ（SiteIndex）

『ZoningKit_○○』の「DATA / SiteIndex」フォルダには、あらかじめゾーニングで使用する純一次生産力「NPP」、日射係数「SRAD」、凸凹度「VTEX」のデータが格納されています。

『ZoningKit』は平面直角座標系毎に用意されていますので、当該地域の座標系番号のフォルダを間違えないようにしてください。

5.3. 建築物の外周線

① データのダウンロード

国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービスで公開している、「基盤地図情報　基本項目」より、「建築物の外周線」をダウンロードします（使用するのはラインデータではなく、ポリゴンデータです）。建物データは「TATEMONO」フォルダに格納します。

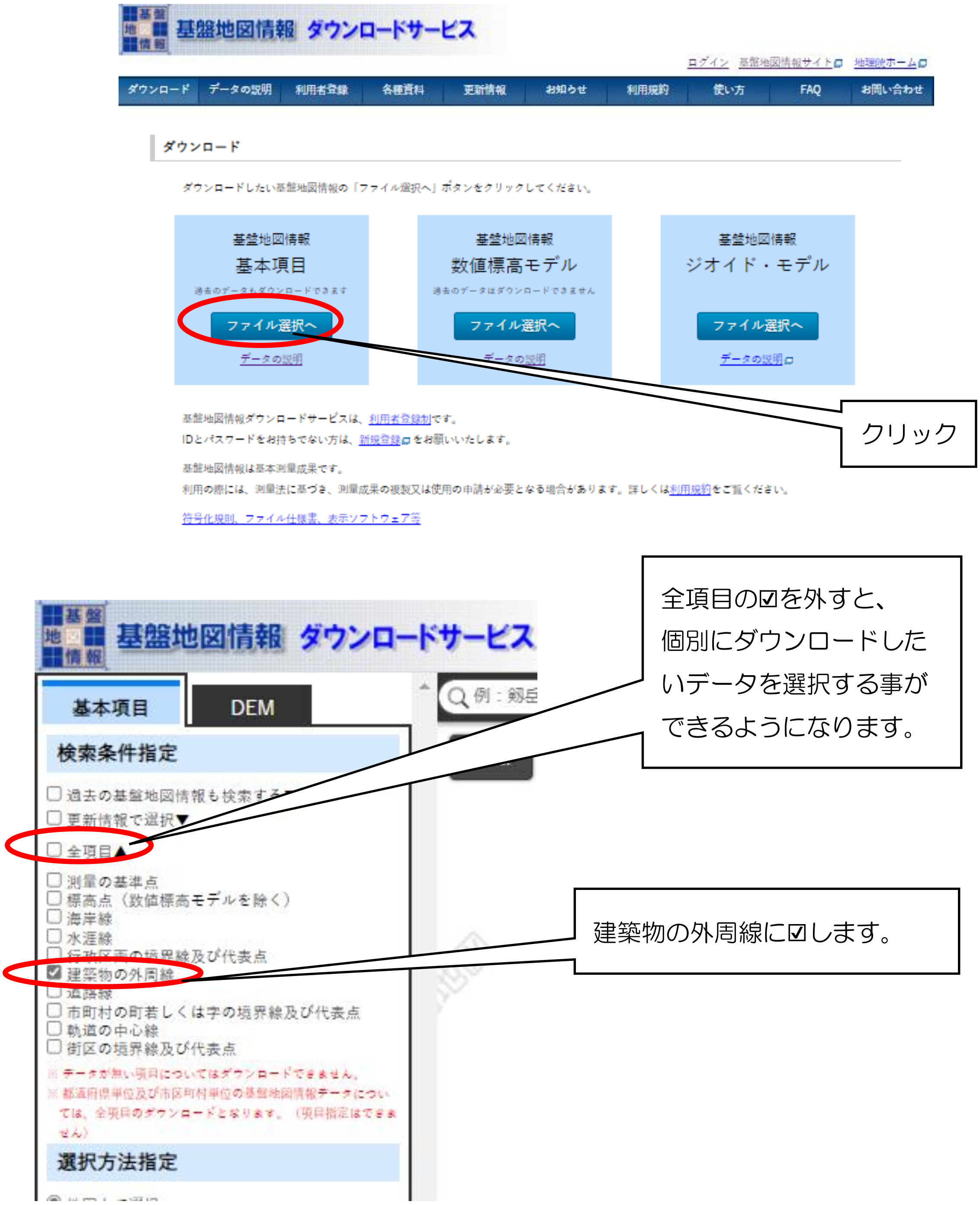


図 5-11 基盤地図情報 建築物の外周線

② DEM に合わせた投影座標変換

国土地理院よりダウンロードした「建築物の外周線」は地理座標系（緯度経度）で作成されています。DEM データ（適用地域）の平面直角座標系に合わせて座標変換をします。

5.4. 道路

① 道路データの種類

道路のデータは、線の種類と提供元に大別されます。線の種類は、1 条線(中心線)と 2 条線(道路縁)があります。また、提供元からは、オープンデータ、自治体保有のデータ、自ら作成したデータに大別されます。ここでは、1 条線のオープンデータを QGIS プラグインでダウンロードする方法を紹介します(表 5-1)。

表 5-1　整理可能な道路のデータ

種類	提供元	データの種類	入手方法
1 条線	オープン	地理院地図 Vector の道路中心線[2]	・QGIS プラグイン ・Web サイト(CGIS ジャパン)からダウンロード
	自治体保有	自治体の統合型 GIS データ等	・自治体により異なる
	自ら作成	林道調査アプリ等で作成	・自ら作成
2 条線	オープン	基盤地図情報の道路縁	・Web サイト(基盤地図情報)からダウンロード

② 「地理院 Vector」を使用した「道路中心線」データのダウンロード

QGIS のプラグイン「GSI-VTDownloader」を使用して、地理院 Vector で公開されている道路中心線(1 条線)をダウンロードすることができます。「GSI-VTDownloader」は、QGIS3 シリーズから対応しています。2025 年 2 月現在で、利用可能なバージョン(安定版)は 0.2.2(2021 年 6 月 14 日更新)となっています。

(i) プラグインのインストール

QGIS のメニューバーの「プラグイン」から「プラグインの管理とインストール」をクリックして、インストールの画面を開きます。

図 5-12　プラグインの管理とインストール

[2] 地理院地図 Vector は、提供実験として提供されています。期間は 2019 年 7 月 29 日から本提供実験終了までとなります。また、データを利用し、印刷物等で利用する際には、「国土地理院屋外タイル提供実験」などと、出典を明示してください。詳細は下記 HP を参照ください。
https://github.com/gsi-cyberjapan/gsimaps-vector-experiment

左メニューの「すべて」を開きます。検索欄から「GSI-VTDownloader」を検索し、インストールします。インストールが完了すると、ツールバーに日本地図のマークが出ます。これでインストールは完了です。

図 5-13 「GSI-VTDownloader」のインストール

図 5-14　QGIS のプラグイン「GSI-VTDownloader」

(ii) 「GSI-VTDownloader」を使った路網データのダウンロード方法

ツールバーに表示されている日本地図マーク（ ）をクリックすると、ウィンドウが起動するので、Source-layer のプルダウンから「road 道路(線)」を選択します(図 5-15)。

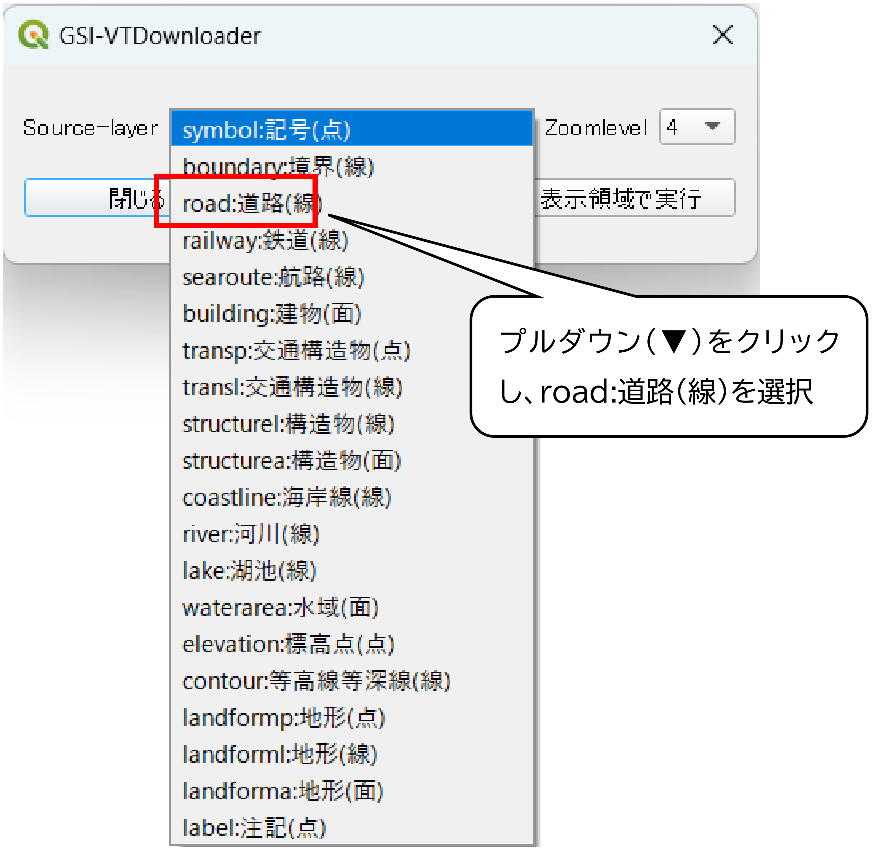


図 5-15　Source-layer の選択

次に、Zoomlevel を指定します。Zoomlevel について 14～15 が望ましいです[3]。なお、16 を選択してしまうと、道路縁(2 条線)もダウンロードされてしまい、道路縁の削除作業が必要となりますので注意が必要です。

最後に、ダウンロード範囲を「矩形範囲で実行」または「表示領域で実行」のどちらかで実行します(図 5-16)。

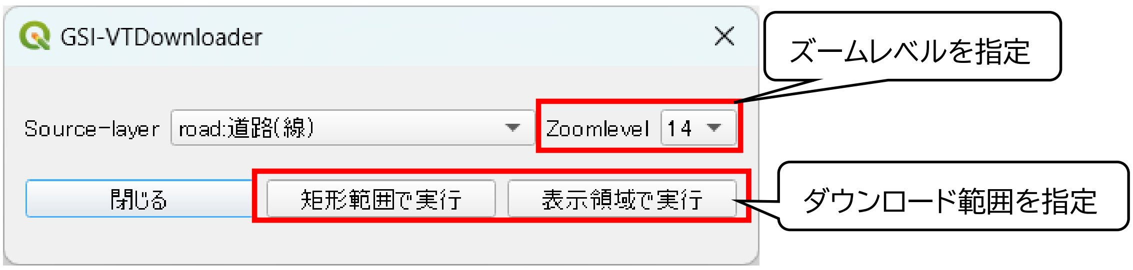


図 5-16　Zoomlevel と実行方法の選択

(iii) 「GSI-VTDownloader」を使った路網データの使用

ダウンロードが完了すると、一時レイヤが作成されます。必要な形式に変更し、「ROAD」フォルダに格納します。ダウンロードしたシェープファイルは、図 5-17 のように地理院地図

[3] ズームレベルについて(国土地理院 HP)
https://maps.gsi.go.jp/development/siyou.html#siyou-zm

に記載の破線（歩道等）を含めたすべての路線の中心線を網羅しています。

　また、表 5-2 に示す属性も持っていることから、例えば林業には使用しない高速道路や国道、トンネルといったデータを削除できます。この作業は、複数の属性を組み合わせて行います。

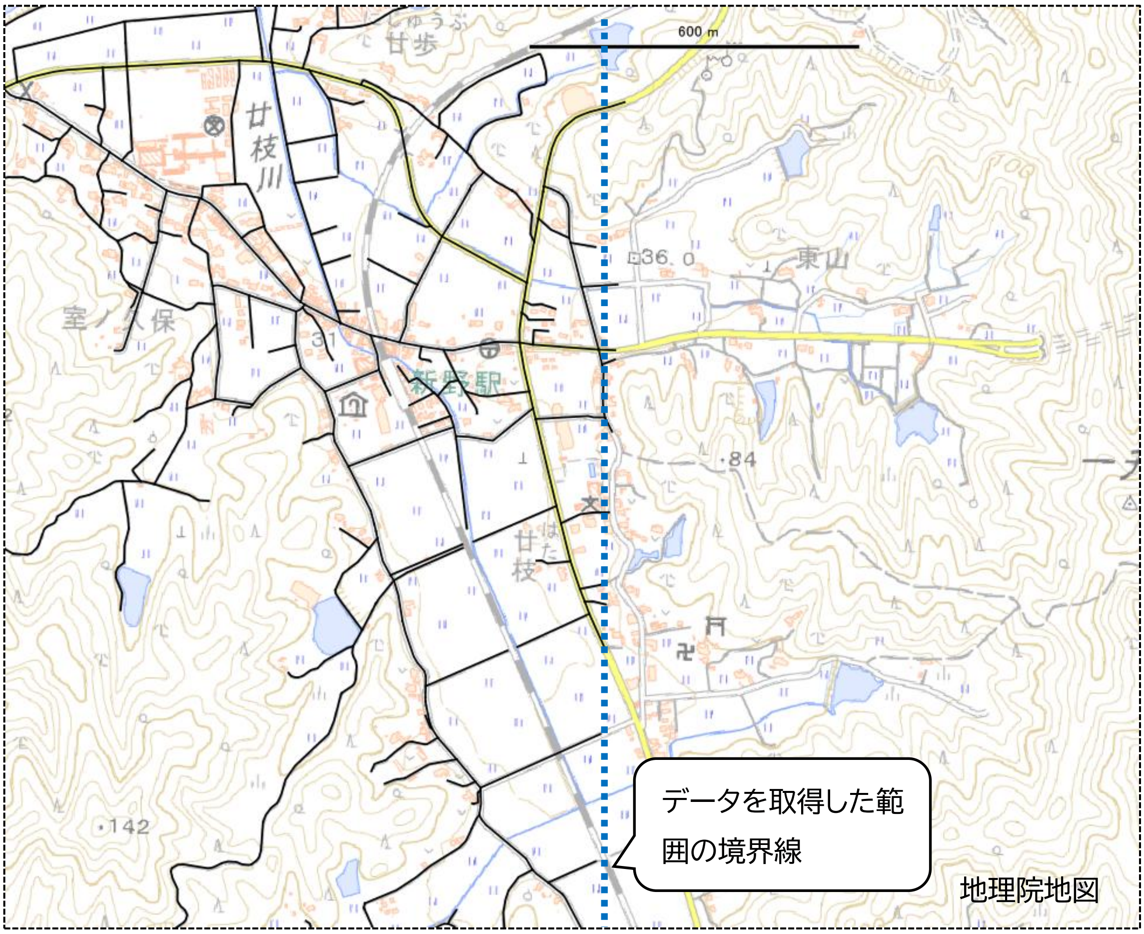


図 5-17　ダウンロードした道路中心線データ

表 5-2　GSI-VTDownloader でダウンロードしたシェープの属性

属性名	内容	属性値	属性値の解説
ftcode	地物名	2701	道路-通常部-通常部
		2702	道路-通常部-雪覆い
		2703	道路-通常部-橋・高架
		2704	道路-通常部-トンネル
		2711	道路-庭園路-通常部
		2712	道路-庭園路-雪覆い
		2713	道路-庭園路-橋・高架
		2714	道路-庭園路-トンネル
		2721	道路-徒歩道-通常部
		2722	道路-徒歩道-雪覆い
		2723	道路-徒歩道-橋・高架
		2724	道路-徒歩道-トンネル
		2731	道路-石段-通常部
		2732	道路-石段-雪覆い
		2733	道路-石段-橋・高架
		2734	道路-石段-トンネル
motorway	高速道路かどうか	0	高速道路以外
		1	高速道路
		9	不明
rdCtg	道路の属性	0	国道
		1	都道府県道
		2	市区町村道
		3	高速自動車国道等
		5	その他
		6	不明
tollSect	有料道路かどうか	0	無料
		1	有料
		2	暫定無料
		9	不明
rnkWidth	道路幅員区分	0	3m 未満
		1	3m 以上 5.5m 未満
		2	5.5m 以上 13m 未満
		3	13m 以上 19.5m 未満
		4	19.5m 以上
		5	その他
		6	不明
lvOrder	道路の階層順	---	
Width	道路の実幅員	---	
medSect	分離帯の有無	0	分離帯無し
		1～98	分離帯幅(m)
		99	幅員急変等非表示

https://maps.gsi.go.jp/help/pdf/vector/dataspec.pdf 及び
https://maps.gsi.go.jp/help/pdf/vector/attribute.pdf より引用

③　（参考）「基盤地図情報」の「道路縁」データのダウンロード

何らかの原因で、「地理院 Vector」の「道路中心線」が入手できない場合は、国土地理院の基盤地図情報ダウンロードサービスで公開されている、「基盤地図情報　基本項目」より、「道路縁」をダウンロードします。道路データは「ROAD」フォルダに格納します（図 5-18）。

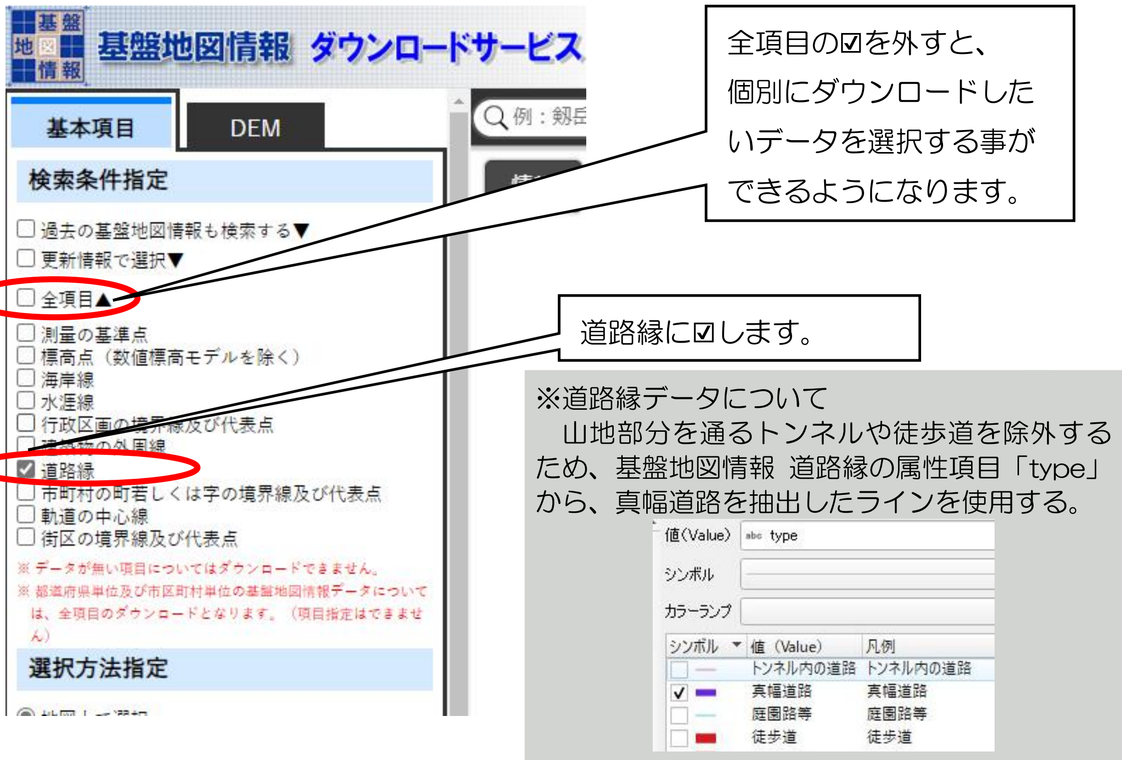


図 5-18　基盤地図情報 道路縁（参考情報）

④　その他路網データの入手

「地理院 Vector」の「道路中心線」のほかに、県、市町村、事業体などで作成した林道や作業道などの路網データがある場合は 1 ファイルにユニオン（結合）した shp ファイルを作成します。

⑤　DEM に合わせた投影座標変換

国土地理院よりダウンロードした「道路縁」は地理座標系（緯度経度）で作成されています。DEM データ（適用地域）の平面直角座標系に合わせて座標変換をします。

5.5.　集材作業効率（SAGYO-SYSTEM_CSV）

①　集材作業効率の設定エクセルを入力

『ZoningKit_○○』の「DATA」フォルダの中の「SAGYO-SYSTEM_CSV」フォルダにあ

るエクセルファイル「集材作業効率の設定.xlsx」を使います。

図 5-19 の例では、傾斜と起伏量(最大標高と最小標高の差)の 2 軸による地形区分に応じて集材作業効率の配点を行っています。できれば、図 5-20 のように地形に応じた作業システムを設定することが望ましいです。

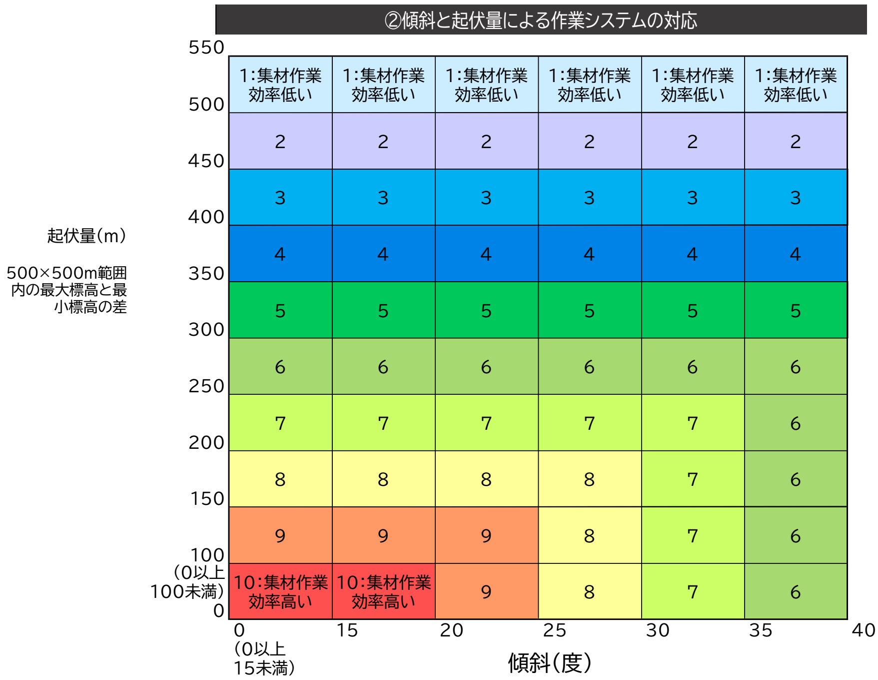


図 5-19 地形に合わせた集材作業効率の指定

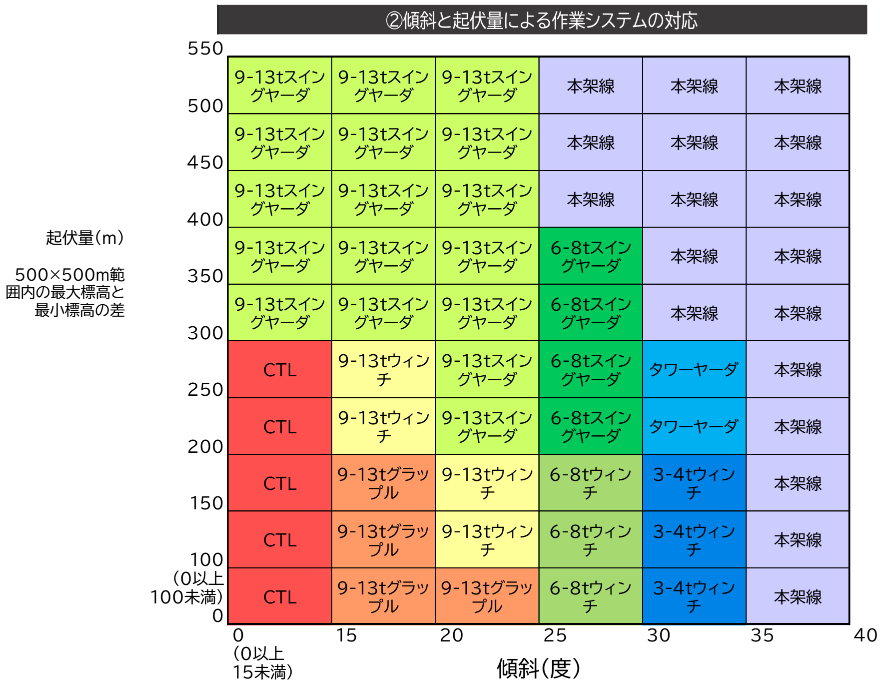


図 5-20 地形に合わせた作業システムの設定例

また、設定画面において、集材作業効率の計算処理を傾斜と地形の複雑さ(SHC)の 2 軸で行うように設定することができます(図 5-21)。

図 5-21 傾斜と地形の複雑さによる集材作業効率の計算処理の選択

この計算処理を選んだ場合、「集材作業効率の設定.xlsx」を使い、集材作業効率の配点を新たに設定する必要があります。具体的には、表の縦軸を地形の複雑さに差し替え、地域の地形に応じて適切な値の範囲を検討し、定めます(設定のイメージ:図 5-22)。

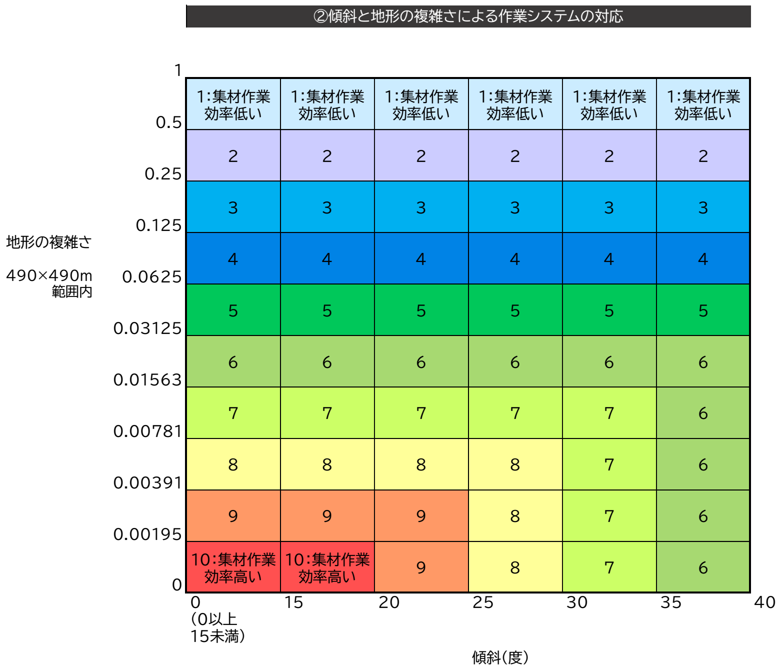


図 5-22 地形の複雑さに合わせた集材作業効率の指定イメージ

② 集材作業効率の表を CSV 形式で保存

エクセルの「CSV で出力」シートを「名前を付けて保存」します。ファイル名は任意ですが、分かり易い名前にするよう心掛けてください。ファイルの種類は「CSV(コンマ区切り)を選択します(図 5-23)。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	550	10	15	20	25	30	35	40
2	500	0	0	7	2	2	2	
3	450	0	0	7	2	2	2	
4	400	0	0	7	2	2	2	
5	350	0	7	7	5	2	2	
6	300	0	7	7	5	2	2	
7	250	10	8	7	5	3	2	
8	200	10	8	7	5	3	2	
9	150	10	9	8	6	4	0	
10	100	10	9	8	6	4	0	
11	50	10	9	9	0	0	0	
12								
13								
14								
15	code	name						
16	10	CTL						
17	9	9-13tグラップル						
18	8	9-13tウィンチ						
19	7	9-13tスイングヤーダ						
20	6	6-8tウィンチ						
21	5	6-8tスイングヤーダ						
22	4	3-4tウィンチ						
23	3	タワーヤーダ						
24	2	本架線						
25	1	ー						
26	0	該当なし						
27								
28								
29								

入力 入力例 CSVで出力

【保存する時】

ファイル名(N): SagyoSystem0910.csv
ファイルの種類(T): CSV (コンマ区切り) (*.csv)

図 5-23 集材作業効率の表を CSV で出力

5.6. その他参考になるデータ

「2.3. 災害リスク(p.20)」には、地形や地質などの自然条件によって決まる林地の崩れやすさと、社会条件的によってきまる保全対象との関係(距離)についての概念や基礎的な情報を紹介していますので、参考としてください。

更新履歴

版数	発行日	更新概要
第１版	令和 5(2023)年３月	発行
第２版	令和 5(2023)年６月	4.3. 設定値の変更(要素の点数の重みづけ)に追補 4.6. 「もりぞん」要素算出における使用機能を修正 5.5. 集材作業効率(SAGYO-SYSTEM_CSV)に追補
第３版	令和 6(2024)年２月	3.5. データの準備における語句を修正 3.6. 「もりぞん」の操作を修正 3.7. しきい値の設定における考え方における語句を修正 5.4. 道路 基盤地図情報「道路縁データについて」を追記
第４版	令和 7(2025)年２月	3.4.2 QGIS 旧バージョンのインストール方法を修正 3.7.2(6) 傾斜のしきい値設定に関する留意事項を追加 5.4. 道路 QGIS プラグインを使用した道路中心線のダウンロード方法を追記

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」
【改訂版】操作マニュアル

発行 ：令和 7(2025)年 2 月 林野庁
作成 ：一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地
TEL:03-3261-5281(代表)