

委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

研究課題名	競争力強化研究のうち生産現場強化プロジェクトのうち管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発	担当開発官等名	研究開発官（基礎・基盤、環境）						
		連携する行政部局	林野庁森林整備部計画課 林野庁森林整備部森林利用課						
研究期間	R 3年～R 7年（5年間）	総事業費（億円）	1. 4億円（見込）						
	<table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">基礎</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">応用</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 2px;">開発</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	基礎	応用	開発					
基礎	応用	開発							

研究課題の概要

適切に経営管理されていない民有人工林は全国森林面積の1/6を占め、山地災害(※1)の未然防止・軽減化のためにも、森林管理に緊急に取り組む必要がある。本課題は、市町村による航空機レーザ測量データ（以下、ALSデータ(※2)）を用いた民有林の森林資源把握・管理優先度判定業務で管理優先度を評価するツールと、それらの森林を市町村が適切に管理するための施業技術マニュアルを開発し、森林経営管理制度(※3)に基づく民有林の市町村管理の推進に貢献する。そのために「災害リスク評価技術の研究開発（小課題1）」、「管理優先度を判断するための空間情報解析・表示技術の開発（小課題2）」、「管理優先度が高い森林の管理技術の開発（小課題3）」に取り組む。

1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

- ① 森林経営管理制度の担い手である市町村等を支援するための森林の管理優先度評価ツールを開発する。
- ② 市町村が管理手法を選択するために参照・参考とすることを目的とする施業技術マニュアルを作成する。

2. 事後に測定可能な委託プロジェクト研究課題としてのアウトカム目標（R12年）

成果公開後3年以内に24以上の都道府県が管轄下の市町村に対し管理優先度評価ツール・施業技術マニュアルの利用を推奨し、3年以内に30以上、5年以内に100以上の市町村がALSデータを用いた民有林の森林資源把握業務または管理優先度判定業務に活用して、森林経営管理制度に基づく民有林管理を推進する。

【項目別評価】

1. 研究成果の意義

ランク：A

①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

適切に経営管理されていない民有人工林が全国森林面積の1/6、すなわち国土の1割以上を占めている。その多くは間伐(※4)や皆伐(※5)など本来必要な施業が行われないまま長年放置されている。その結果、森林は非常に混み合い、良質の木材が生産されなくなるばかりでなく、山地災害の危険性も高まることから国土防災上も問題となっている。これに対応するため、森林経営管理制度のもとで、市町村は適切に経営管理されていない森林の所有者から経営管理を受託できるようになった。効率的な経営管理を行い健全な森林に回復させるために、市町村は管内の経営管理不足の民有人工林の状況を把握した上で目標林型(※6)を定め、それに向けた適切かつ効率的な施業を設計することが求められる。

そこで、本課題では、市町村が経営管理不足の民有人工林を抽出するのを支援するために、民有人工林の経営管理の程度を広域で正確に地図化する手法を開発することとしている。また、経営管理を受託した森林における目標林型の決定を支援するために、山地災害の危険度を地図化する手法を開発するとともに、目標林型ごとに施業の方法と時機の指針を示すこととしている。

これらの成果は、森林管理のサイクル、すなわち森林の現状把握、目標林型の設定、現状から目標への施業による誘導のそれぞれを網羅しており、市町村による森林管理を効果的に支援するものであるこ

とから本事業の意義は大きい。さらに、本事業の成果は、森林経営管理制度の下での管理受託森林の経営管理のみならず、市町村森林計画の策定などの市町村による森林業務全般の支援にもつながる成果である。

2. 研究目標（アウトプット目標）の達成度及び今後の達成可能性

ランク：A

①最終の到達目標に対する達成度

本課題では、民有人工林の状態を「山地災害の危険度」と「経営管理の程度」との2つの基準で区分し、その区分ごとに「推奨される施業」を示すことにより、経営管理不足の民有人工林の市町村による経営管理を支援することを目標とし、それぞれの技術開発を行った。

小課題1「災害リスク評価技術の研究開発」で実施する「山地災害の危険度」の推定に関しては、地形や地質、土層厚(※7)、林齢などから推定される人工林の山腹崩壊危険度(林野庁「山地災害危険地区調査要領」に準拠)をGIS(※8)上で図化できることを示した。課題となっていた土層厚の面的な推定精度を向上させる技術を開発して、山腹崩壊危険度の推定精度を向上した。また、上記の山腹崩壊危険度には表れてこないが、崩壊が発生しやすく危険な微地形である0次谷(※9)を系統的に抽出し可視化する技術も開発した。これらにより、山地災害の危険度を正確にかつ機械的に推定できるようになった。これらに加え、非常に混雑した森林では風倒害(※10)の危険性が高まることが風洞実験および数値実験の結果から示され、経験的に知られていた森林の混雑程度と風倒害危険性の関係を裏付ける成果が得られた。

小課題2「管理優先度を判断するための空間情報解析・表示技術の開発」で実施する「(民有人工林)の経営管理の程度」の推定に関しては、ALSデータを活用し、「森林の混雑具合(人工林が過密になっていることは、間伐等の必要な施業が適切に実施されていないことを示す)」を広域で推定する技術を開発した。既往の手法を用いた直接的に本数密度を推定するような混雑具合の指標では、混雑すればするほど混雑度を十分に反映できなくなり、混雑度が過少推定になってしまう原理的欠点があったのに対し、新たな方法ではその欠点を克服して、混雑具合、すなわち経営管理の不足の程度を、混雑した箇所においても正確に推定できるようになった。

小課題3「管理優先度が高い森林の管理技術の開発」で実施する「推奨される施業」の指針(施業技術マニュアル)の作成に関しては、混雑した森林の間伐後の回復過程をこれまでの観測データなどをもとに解析した結果、林齢が低ければ間伐により樹冠(※11)が伸長し正常な森林に回復する可能性が高いが、林齢が高くなると間伐しても十分な樹冠の伸長が望めないことが明らかになった。それにより、木材生産機能を重視する人工林を継続する場合においては、間伐を行うか主伐を行うかの判断材料の一つとして、林齢を参照することが提案できる。一方、公益的機能を重視する森林を目指す場合には、山地災害等の災害リスクを高めないよう注意を払いながら施業を実施することで育成複層林(※12)等に誘導することを推奨するように整理した。

以上の通り、民有人工林を山地災害の危険度と経営管理の程度で区分し、そのうちの経営管理不足の森林について、適切な施業の指針を示すという技術開発をこれまでにほぼ達成していることから、森林の管理優先度評価ツールの開発については、計画通り進捗している。また、施業技術マニュアルの作成については、前倒して暫定版を作成するなど計画以上に進捗している。

②最終の到達目標に対する今後の達成可能性とその具体的な根拠

上記の通り、管理優先度評価手法と施業方法選択手法は既にほぼ完成した。今後、森林の管理優先度評価ツールの開発については、個別技術の論文化ののち、解析手順を詳細に公開する。これにより、業務を受託する事業者が各企業の計算環境に応じて解析技術を適用できるように、手引きをとりまとめることとしている。また、施業技術マニュアルについては、協力市町村や都道府県、行政部局との意見交換を通じて改良を図り完成することとしている。このように、最終の到達目標の達成に向けた具体的な計画を進めていることから、アウトプット目標を達成できる可能性は極めて高い。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム）の目標の今後の達成可能性とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の妥当性

ランク：A

①アウトカム目標の今後の達成の可能性とその具体的な根拠

本課題では、成果公開後3年以内に24以上の都道府県が管轄下の市町村に対しアウトプットの利用を推奨し、3年以内に30以上、5年以内に100以上の市町村が活用することを掲げている。森林域におけるALSデータの取得は近年進んでおり、研究成果を適用可能な市町村の割合は高い。また、ALSデータの取得のみならず、そこから抽出できる樹種や立木本数などの森林情報の解析・整備も同時に進められている。このため、本事業で開発した手法の普及を進めることで、管理優先度や山地災害リスクといった情報についても併せて整備できる環境は整っている。初年度に実施した都道府県の林務担当者へのアンケート調査の結果等を踏まえ、森林の管理優先度評価手法および施業技術マニュアルの普及にあたり、森林経営管理制度の実施主体である市町村担当者には、業務委託を進めるために手順の概要を理解してもらうことが重要であり、一方の業務を受託する業者には、業者の計算環境に応じて成果が活用できるように手順の詳細を把握してもらうことが重要と整理された。このため、成果の手引きを「概要編」と「技術編」の2部構成として、それぞれ市町村担当者と業務受託企業が活用しやすい形で提供することとしている。このように、成果の受け渡し先の現場の実態を踏まえた成果の提示・普及を計画していることから、アウトカム目標の達成の可能性は高い。

②アウトカム目標達成に向け研究成果の活用のために実施した具体的な取組内容の妥当性

協力市町村である福岡県久留米市および茨城県常陸太田市において、これまでに成果の試験実装を行った。また、令和5年度および6年度に、それぞれ現地検討会を開催し、現地で成果地図と実際の森林の比較を行いながら、関係者への成果内容の浸透と意見交換を図った。常陸太田市の成果は茨城県森林クラウド(※13)に試験搭載され、茨城県内の林業関係者の閲覧に供して、現場での森林管理に利用されている。また、久留米市の成果は久留米市の森林GISに搭載されて、実地検証が進められている。最終年度には広く研究成果の普及を図るため、シンポジウムの開催を計画している。さらに、産学官連携の組織である森林GISフォーラム(※14)など、森林・林業とGISに関わる企業や行政関係者、専門家の集会での情報提供や、業界誌である「森林と林業」誌への寄稿等を通じ、成果の普及を進めることとしており、アウトカム目標達成に向けた取組内容として妥当である。

③他の研究や他分野の技術の確立への具体的貢献度

本課題で開発した管理優先度評価手法と施業方法選択手法は、長伐期施業林や育成複層林などの目標林型の設定を支援するばかりでなく、近年多発している山地災害の危険度を図化し、また、危険度が高い森林の施業方法を示すことによって、災害防止に役立てることができる。

4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

①研究計画の妥当性（的確な見直しが行われてきたか等）

3名の外部専門家と、関係する行政部局で構成する運営委員会を設置し、行政ニーズや各課題の進捗状況を踏まえて、研究実施計画の見直し等の適切な進行管理を行っている。これとは別に、研究コンソーシアムが主催して、推進会議を定期的に開催しており、密に進捗状況の確認を行いながら必要な研究計画の見直しを適宜実施しながら進めており、研究計画は妥当である。

②研究推進体制の妥当性

研究コンソーシアムには、普及・実用化支援組織として、茨城県と福岡県の公設試が参加している。それぞれの県の自治体をモデル地区として設定し、研究機関において開発した技術の現地実証を実施し、現場からのフィードバックを受けながら研究を推進していることから、研究推進体制は妥当である。

③予算配分の妥当性（研究の進捗状況を踏まえた重点配分等）

各小課題の研究の進捗や、実験、調査の有用性を踏まえ予算配分の重点化を行っている。特に、このことを通じて、各小課題とも予定された目標を予定通り、ないし、前倒しで達成してきていることから、予算配分は妥当である。

1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

- ・市町村による持続的な森林管理の支援を通じた国土の防災管理に資する重要な成果であり、その意義はきわめて大きい。
- ・前倒しで暫定版マニュアルが作成されるなど計画以上の進捗がみられる。
- ・それぞれの課題が順調に進捗し、全体として実績を上げており、研究目標の達成可能性は高い。

2. 今後検討を要する事項に関する所見

- ・土砂災害防止等の生態系サービスの提供や生物多様性保全を通じたネイチャーポジティブ等にも貢献する成果であるので、さらなる社会実装の可能性を検討していただきたい。
- ・今後のアウトリーチ活動の充実を図っていただきたい。

[研究課題名] 競争力強化研究のうち生産現場強化プロジェクトのうち管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
山地災害	山地で生じる自然災害。本課題では風倒被害(強風によって、樹木が押し倒され、曲げられ、折れたりして元に戻らない状態を風倒と呼び、林地で樹木が風倒することにより生じる被害)、表層崩壊(急斜面を薄く覆う表土層内で破壊が生じて滑落する現象)、および流木被害(林地斜面の崩壊等により、立木や倒木が流出することにより生じる被害)を取り扱う。	1
ALSデータ	Airborne Laser Scanningデータ(航空機レーザ測量データ)の略。	2
森林経営管理制度	手入れの行き届いていない森林について、市町村が森林所有者から経営管理の委託を受け、林業経営に適した森林は地域の林業経営者に再委託するとともに、林業経営に適さない森林は市町村が公的に管理をする制度。	3
間伐	森林の保育、保護を目的とした間引きの伐採。	4
皆伐	森林を構成する樹木の全部又は大部分を一度に伐採すること。	5
目標林型	目標とする森林の姿。目標林型に到達するために、現在の森林の姿を評価し、そこから目標林型に誘導する適切な施業を選択して実施していく必要がある。	6
土層厚	有機物や岩石の風化などにより土壌の生成が見られる地表部位の深さ。なお、この土壌学による定義は地盤工学による定義と必ずしも一致しない。	7
GIS	Geographic Information System(地理情報システム)の略。地図座標に紐づけられた各種の情報を持つデータ(空間データ)を管理・加工し、表示し、解析する技術。	8
0次谷	「等高線の凹み具合を眺めて、凹んでいる等高線群の間口よりも奥行が小なる地形(砂防基本計画)」表土が比較的厚く、地表水が集まりやすい谷頭部の凹斜面。地下水が多く、周辺からの土砂が集積しやすいため、崩壊が発生しやすく、森林作業道等の作設には不適。	9
風倒害	強風により樹木の幹が折れたり(幹折れ)、根こそぎ倒壊したり(根返り)する被害	10
樹冠	樹木のうち葉と枝の集まった部分。光合成をおこなう。	11
育成複層林	森林を構成する樹木を部分的に伐採し、その後植林を行うこと等により、年齢や高さの異なる樹木から構成される森林(複層林)を造成する森林づくりの方法。皆伐(※5)を回避することで、表層崩壊(※1)の危険性を極端に高めない。	12
森林クラウド	各都道府県で管理する森林簿や森林基本図など森林管理業務の基本情報を、自治体間連携や林業経営体への効率的なデータ提供を促進しネット上で利用可能とするために、クラウド化した森林GIS(※8)。	13
森林GISフォーラム	森林管理業務におけるGIS(※8)の普及と活用、基盤となる情報整備の促進、情報処理技術に精通した森林専門家の育成などを目的とした、森林経営者、森林行政官、GISの専門家、そして森林研究者の交流の場。森林クラウド(※13)の標準仕様書などの整備・維持も行っている。約500名の会員と30の賛助会員からなる。	14

管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

1. 研究目的

放置すれば災害発生の危険がある民有人工林を航空機レーザ計測データを用いて抽出し、その施業方針を示すことにより、森林経営管理制度の下で市町村によるそれらの森林の管理優先度と管理方法の判断を支援する。

2. 研究背景

全国森林面積の1/6を占める管理不足の民有人工林では山地災害激甚化の恐れがあり、森林管理による災害防止・軽減が必要とされている。

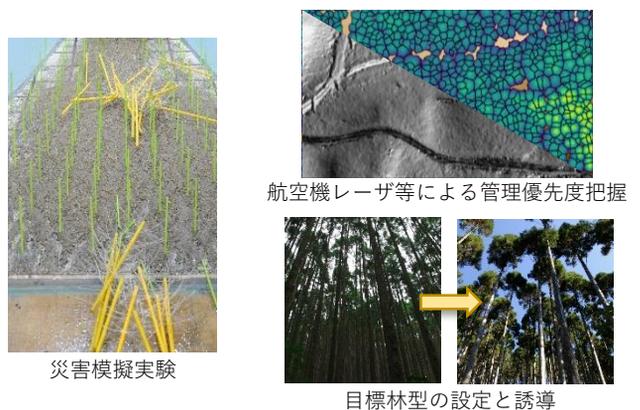
しかし、所有者に代わり管理する市町村にとって、その所在の把握と管理の選択は困難であることから、航空機レーザ計測データ等を活用した森林の管理優先度と管理方法を示す技術が求められている。



管理不足森林の抽出と管理による災害軽減

3. 研究内容

- ① 森林の地形・土層・林況等のリスク素因分析及び災害模擬実験等によるリスク評価技術を開発
- ② 航空機レーザ計測や空間情報を用い、森林の災害リスクと管理程度の図化技術を開発
- ③ 高管理優先度森林の管理方法を示すための目標林型の設定誘導技術を開発



高管理優先度森林の抽出と管理方法提示

4. 達成目標・期待される効果

達成目標

- 管理優先度評価ツールの開発
- 施業技術マニュアルの作成

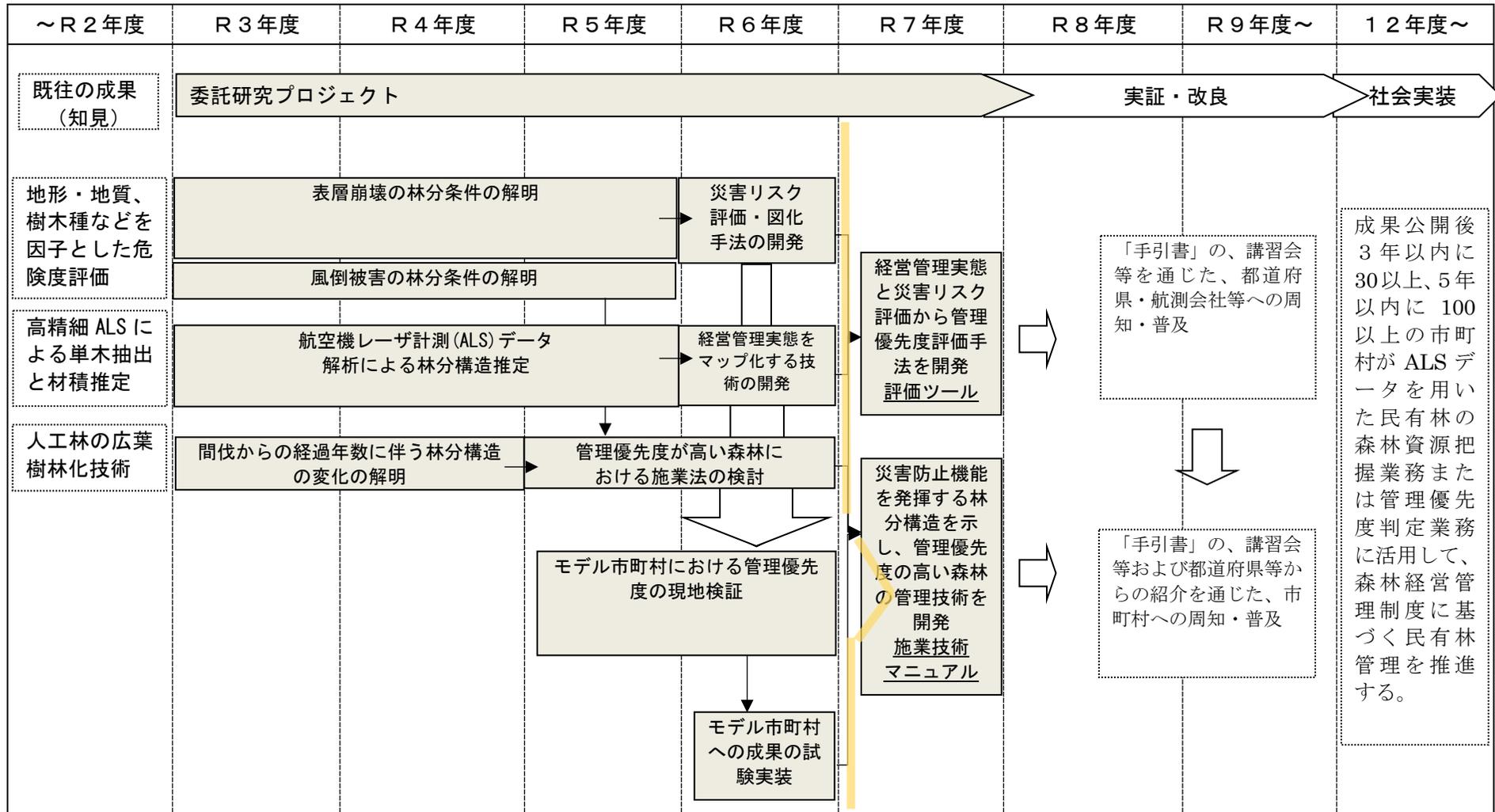


期待される効果

- 市町村が管理不足森林を解消
- 公的資金による民有林管理に科学的根拠を提示
- 航空機レーザ計測の高次利用と民間サービスの高度化

【ロードマップ（終了評価段階）】

競争力強化研究のうち生産現場強化プロジェクトのうち管理優先度の高い森林の抽出と管理技術の開発

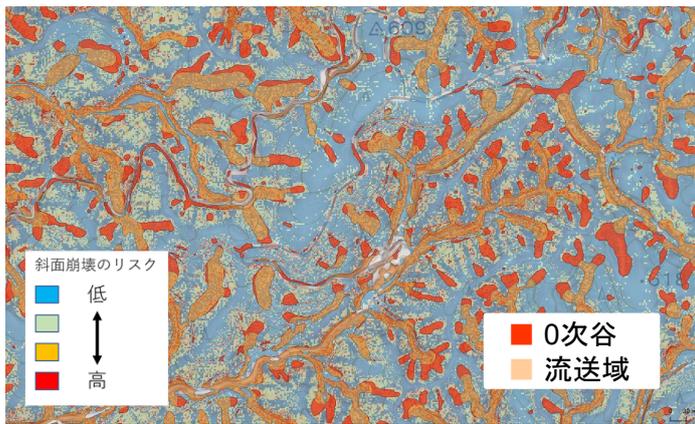


研究概要

航空機レーザ測量データ（ALSデータ）を活用し、人工林の管理程度と災害リスクを広域で見極め、手入れ不足の民有人工林の市町村にとっての管理の優先度と方法を示す。

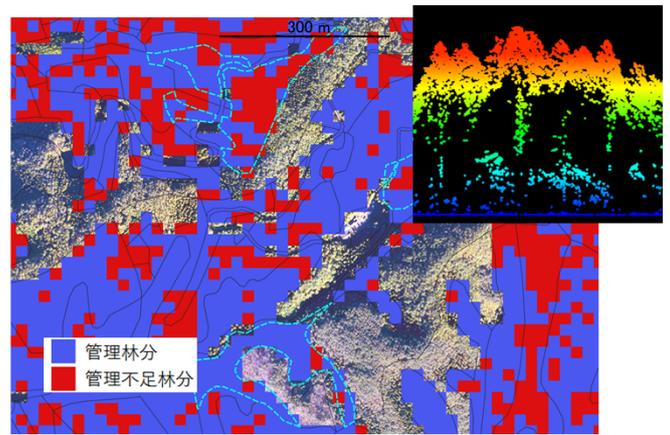
主要成果

山地災害危険度を評価する



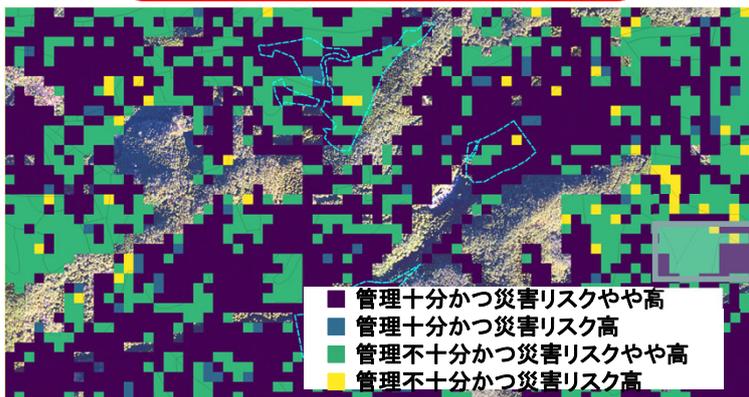
山地災害危険度と0次谷を地形データ等から自動的に推定して地図化

管理不足の森林を見つける



ALSデータから樹冠長率と樹冠疎密度を推定し管理不足の森林の分布を地図化

森林GISで民有林を区分する



山地災害危険度と管理不足の森林の分布を重ねて、民有林の状態を区分

管理優先度と方法を定める

管理の程度は	山地災害危険度が	管理優先度	施業指針 青字：間伐効果が期待 赤字：間伐効果が難
不十分	低い	高い 超過密となり風倒リスクがより高まる前に施業	・風倒害リスクを考慮した間伐。 ・皆伐・再造林。
	高い	中庸 超過密となり風倒リスクがより高まる前に施業	・山地災害危険度を高めすぎないように、かつ風倒害リスクを考慮した間伐。 ・山地災害危険度を高めすぎないように、適切な強度の間伐を繰り返して針広混交林化

管理不足民有林の管理優先度と施業方法を提示

今後の方針

「放置された人工林を健全な森林へ誘導するための管理優先度評価と施業技術の手引き」を作成し、市町村・都道府県・林業経営者・受託事業者等に普及を図る