

(3) 効果的な治山事業計画の立案方法の検討・とりまとめ

(3-1) リモートセンシング技術を活用した調査および計画策定手法の検討

本項で検討する手法は、国有林で行われている治山流域別調査の効率化、省力化を図りつつ、流域の状況のモニタリングを目的とするものである。現行では、治山流域別治山調査の前回調査結果や当該地区における調査報告書等の検討を資料調査で行うことになっている。ここに、衛星画像を用いた変化域の抽出結果を加えることで、直近の調査対象域の状況を踏まえた重要度判定を行うことを提案するものである（図 3-1）

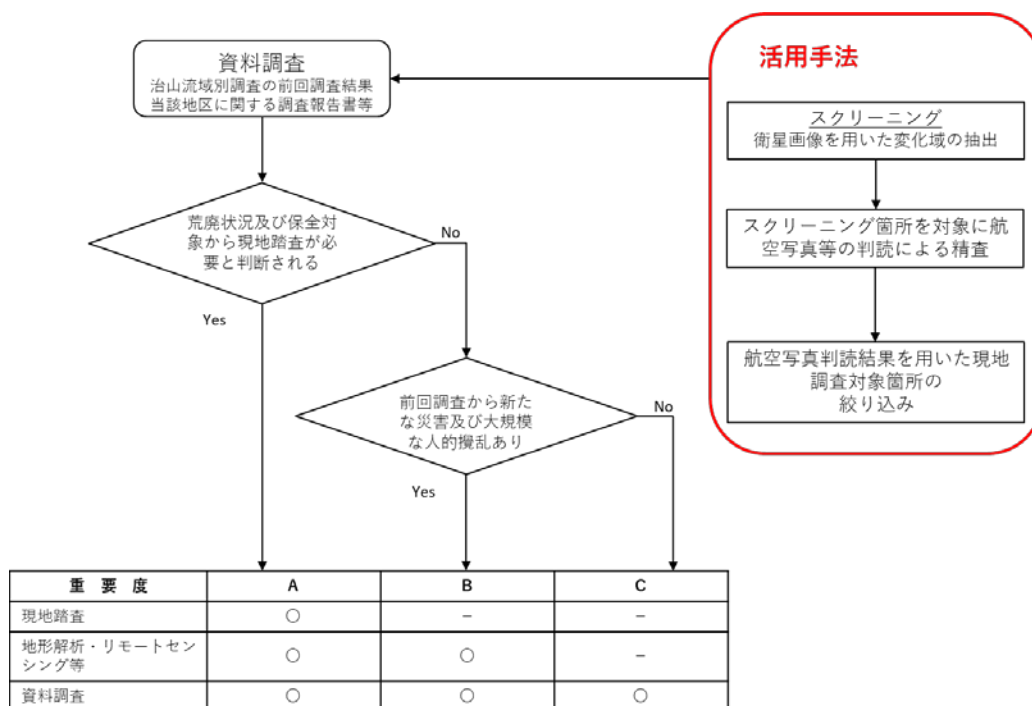


図 3-1 重要判定と調査法に関するフロー図 [林野庁, 2012]に加筆

無償の光学衛星画像（Landsat-8 および Sentinel-2）を用いて変化抽出の検討を行った北海道胆振東部地震の事例を図 3-2 に示す。事例では、災害直後に撮像された光学衛星画像には雲がかかっていたため変化抽出アルゴリズムを適用できない範囲が存在していた（図 3-2 ②と④）が、災害後の画像に雲が無く、植物歴が近い時期の画像を用いると抽出可能範囲が拡がり（図 3-2 ③）、Sentinel-2（10m/画素）の画像を用いて変化抽出を行うと（図 3-2 ⑤）、国土地理院の航空写真判読結果（図 3-2 ①）と比べても遜色がない結果が得られた。本変化抽出に用いたアルゴリズムを図 3-3 に示す。

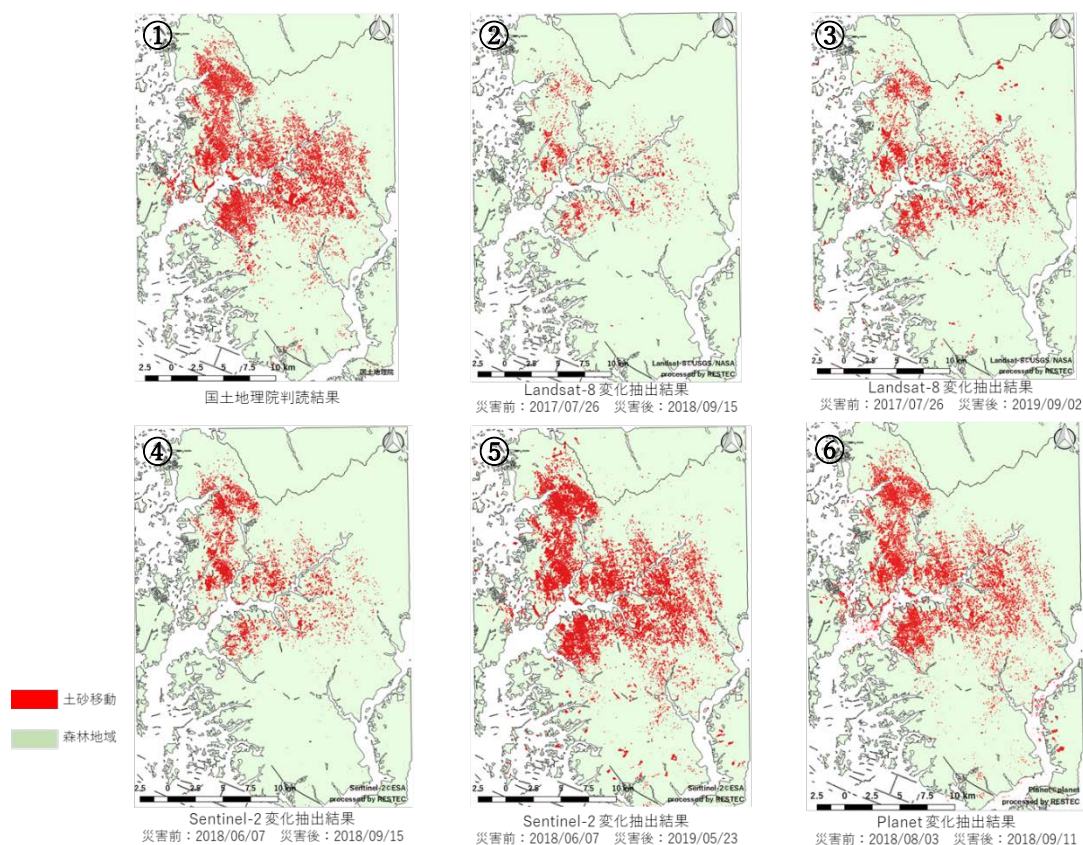


図 3-2 光学衛星画像を用いた変化抽出結果の事例(平成 30 年北海道胆振東部地震による山腹崩壊箇所の抽出結果) [農林水産省, 2020]

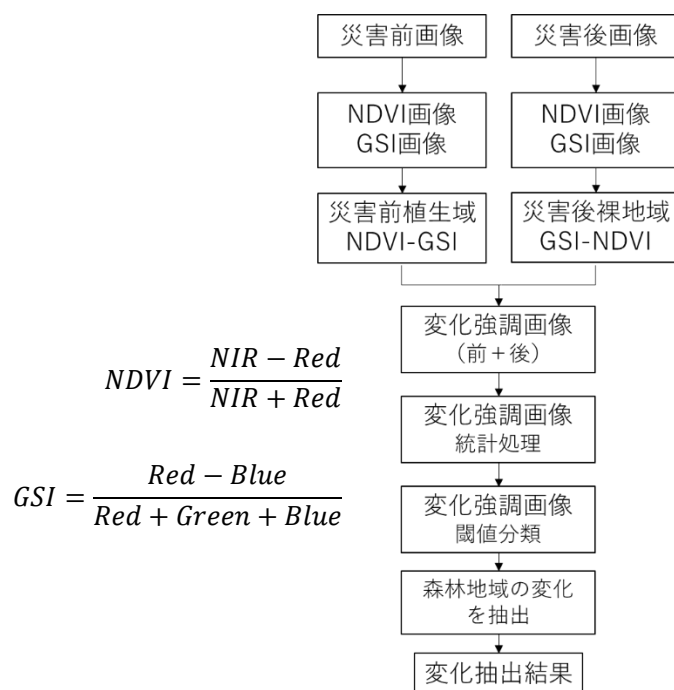


図 3-3 変化抽出のアルゴリズム [農林水産省, 2020] [吉川ら, 2010]

本手法（図 3-3）は、山腹崩壊や土砂流出を対象とするもので、地すべりに関しては、別途国土地理院から合成開口レーダの差分干渉解析画像を入手して判読を行う必要があるが、ツール化（自動化）することが可能であり、無償の光学衛星画像を用いていることから調査にかかるコストを圧縮することが期待できる。

（3-2）リモートセンシング技術を活用した調査および計画策定の試行

ここでは、調査および計画策定の試行として、（3-1）で提案した手法による検討を行った。図 3-4 に検討フローを示す。検討対象流域は、監督員から指示された宮城北部森林管理署の管内にある迫川流域の一迫川、二迫川、三迫川と盛岡南部森林管理署の管内にある磐井川の流域である（図 3-5）。

検討対象流域内にある気象庁気象観測局の日降水量と 3 日間降水量を整理して検討対象期間を設定し、変化域の抽出を行う期間を 1 年程度、雲がない画像かつ植物歴が近い、また、積雪がないという選定条件のもと、2017（平成 29）年 5 月 23 日と 2018（平成 30）年 5 月 26 日の Landsat-8 画像を用いた。提案した変化抽出アルゴリズムを用いた抽出された変化箇所は一迫川で 129 か所、二迫川で 67 か所、三迫川 69 か所、磐井川流域で 157 か所であった（図 3-5）。

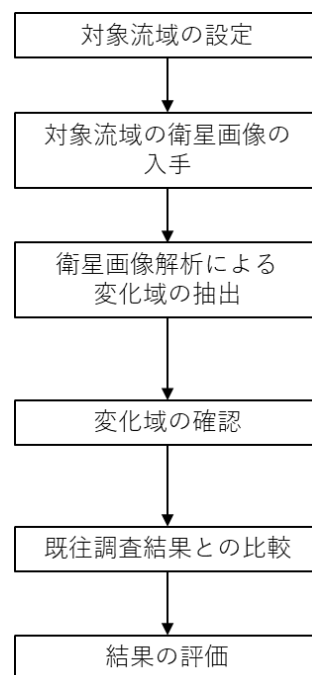


図 3-4 検討フロー

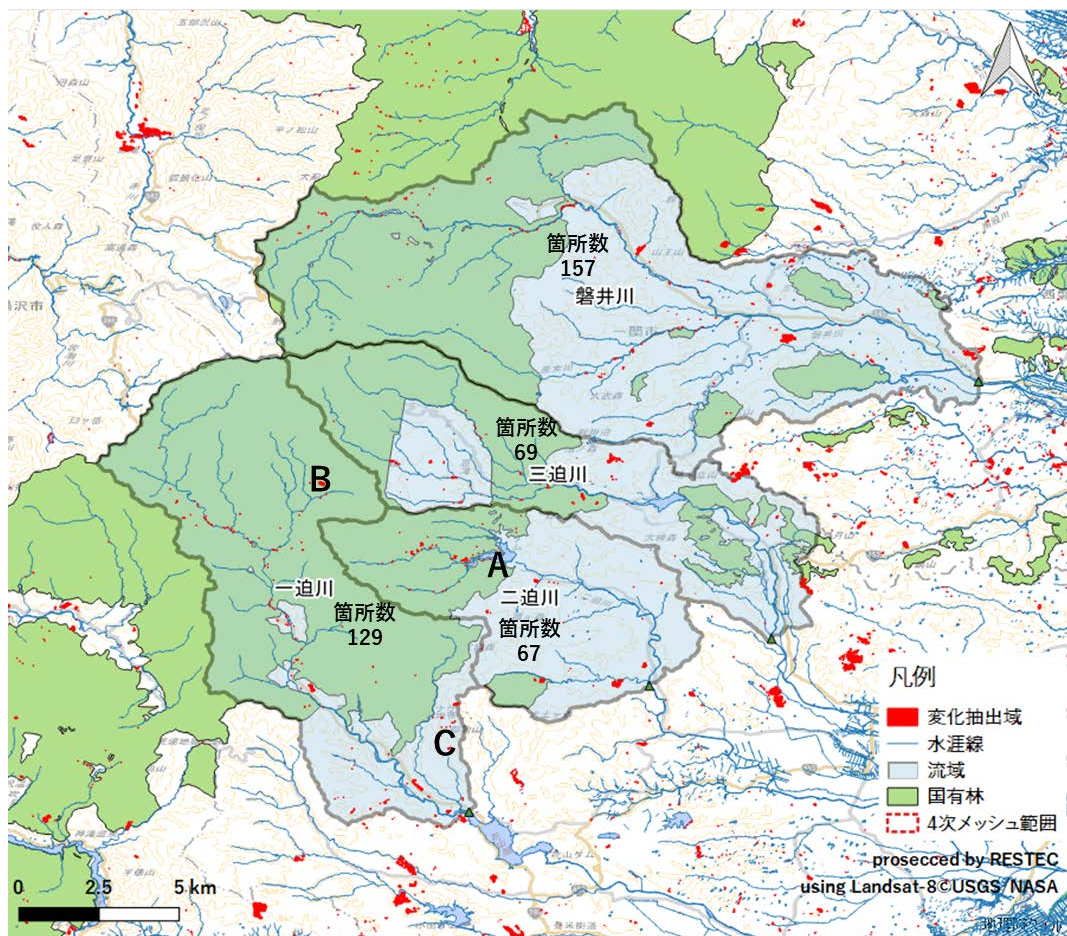


図 3-5 衛星画像による変化（植生から裸地等に変化した範囲）抽出図

得られた抽出域について Google-Earth を用いて詳しく判読を行うと、間伐等人工改変箇所を抽出している場合があります(図 3-6)、現地で行われた施業の記録を確認するか、現地調査により、抽出・判読結果を確認する必要がある。一方、判読の結果、荒廃地が斜面崩壊を起こしたと推測される箇所では(図 3-7)、変化域の状況やその立地条件から概要的ではあるが、治山工事の計画をするものと考えられる。詳細は、斜面崩壊発生位置の流域における位置づけを考慮して整理するとともに、現地調査を行う候補箇所あるいは経過観察箇所として抽出する必要がある。

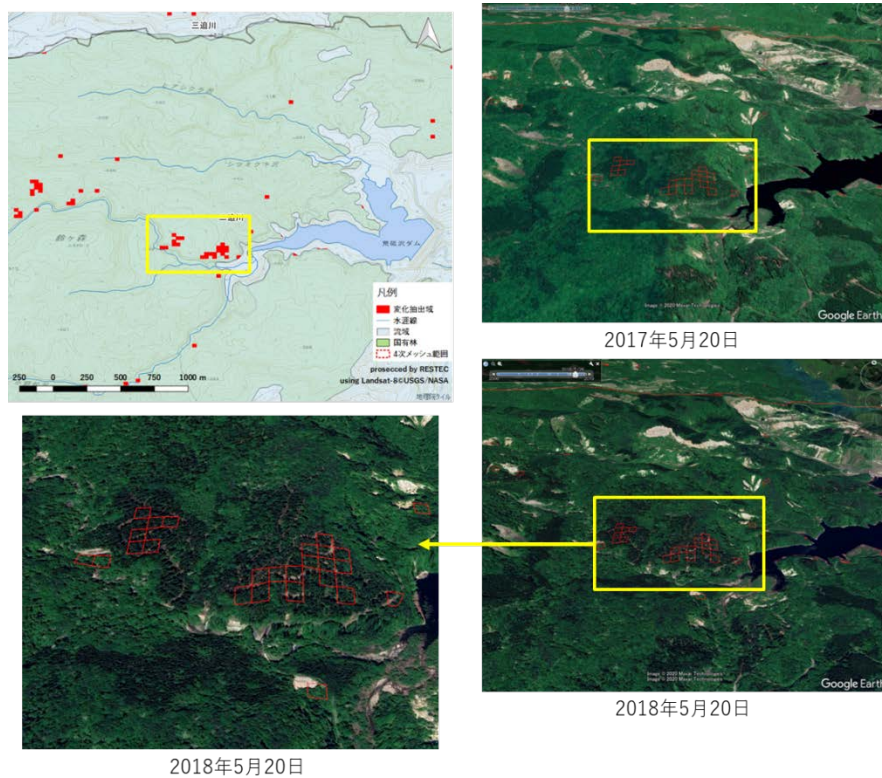


図 3-6 A (図 3-5) における変化域の判読図

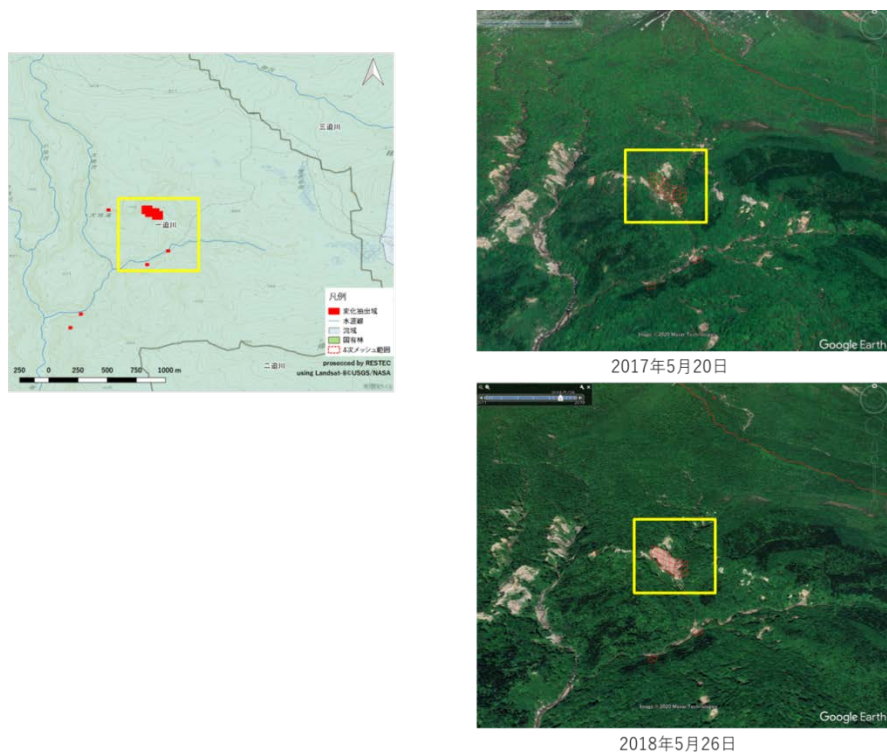


図 3-7 B (図 3-5) における変化域の判読図

今回試行した結果から、抽出した変化域を Google Earth のような画像で確認することにより、平易かつ効率的に何を原因とする変化なのかを判読し、治山施設の要否、現地調査の要否や経過観察の要否などを判断する資料を得ることが可能であると考えられる。

(3-3)既存手法との比較検証

本手法は、治山流域別調査における資料調査として現在行われている治山流域別調査の前回調査結果や当該地区における調査報告書等に、衛星画像を用いた変化域の抽出結果を加えることで、直近の調査対象域の状況を踏まえた重要度判定を行うことを目的としている。衛星画像では、航空写真や現地調査による目視点検のような情報の質は確保できないものの、詳細な情報を得るために費用がかかる既存手法による調査を実施する必要があるのか、あるいは、調査する場合でも必要最小限に絞り込みを行う情報として活用することができると考えられる。

現行の治山流域別調査要領において、現在概況把握調査に利用可能と位置づけられている衛星画像の解像度は 1m/画素程度とされているが、画像全体について変化箇所等の判読を行うと、画像取得費は低減できるものの、航空写真とほとんど変わらない工費（人件費）が判読に必要なと考えられる。

今回利用した画像は、それに比べ解像度が大きな 10～30m/画素ではあるが、無償の衛星画像を用いており、変化抽出によるスクリーニングを行うことで判読箇所を絞り込むことが可能と考えられることから、画像費＋工費では費用の圧縮が図られるものと考えられる。抽出できる荒廃地の規模は、変化抽出による手法を用いることで、理論上は数m分解能の高分解能衛星による判読と遜色がないものと考えられる。

(3-4)最適な調査・計画策定手法の取りまとめ。

(3-1) ～ (3-3) までを踏まえ、リモートセンシング技術と現地踏査を組み合わせた調査手法をとりまとめた。

光学衛星画像の解析結果により対象期間の変化を抽出する。Google Earth などの地上の経年変化が手軽に確認できる情報を持つツールに抽出結果を取り込むことにより、森林伐採や人工改変あるいは山腹崩壊によるものかを判別でき、スクリーニングされた箇所に対する対応を検討する基礎資料として活用することが期待される（図 3-8）。

スクリーニングされた結果を踏まえて所管流域全域の航空写真撮影が必要な場合は、レーザ測量と同時に航空写真撮影を行うことで、数値標高データの経年変化比較を行うことでより精細な面積や変化量を算出することができる。

また、現地調査を行う箇所が抽出された場合は、UAV を携帯することで、安全な現地近接調査を行うことに加え、SfM により数値標高データを作成することにより、数値標高データの経年変化比較を行うことで、より精細な面積や変化量を算出することができる。

(4) 事業実施段階におけるリモートセンシング技術の活用手法検討

事業実施段階においてリモートセンシング技術の活用を検討するための基礎的な情報を整理し、事例集を作成した。以下に検討内容を報告する。

(4-1) 事業実施段階におけるリモートセンシング技術の活用に関する事例の収集および調査結果の分析

治山事業に限らず、公共事業における活用事例を幅広く収集し、整理した。事例には、点検・診断・既存施設のメンテナンスに係る事例も含むこととした。収集した事例は以下に示す2項目について検討した。

- ① UAV等のリモートセンシング技術を用いた、設計・施工・検査の省力化・効率化・コスト縮減に資する技術・手法に関する情報
- ② 治山事業およびその他の事業に置いて①の手法を活用した取り組み事例

また、得られた調査結果に関して分析を行った。分析に当たっては山地の急峻な地形での作業環境等治山事業の特性に留意した。

(4-1-1) 文献調査

情報収集として以下を対象に行った。

- ・ 定期刊行物
- ・ 2018 施工 CIM 事例集
- ・ 2019 施工 CIM 事例集
- ・ 2020 土木施工
- ・ 土と岩
- ・ 土木技術資料
- ・ ICT 土木事例集

- ・ その他に収集した資料（講習会、インターネット等）
- ・ 砂防学会研究発表会概要集 主催：砂防学会
<http://www.jsece.or.jp/event/conf/abstract/index.html>

以下のキーワードに該当する資料を抽出し、整理して取りまとめた。

- i-Construction
- BIM/CIM

- リモートセンシング
- UAV
- ドローン

(4-2) 文献調査の概要

本項では、前項で整理・分析を行った内容から得られた結果を取りまとめ、事例集を作成し、70部の簡易製本を行った。また事例集のPDFを格納したCDを50部、元データを含むCDを2部作成した。

(5) 検討委員会の実施

本事業の実施に当たって専門的な見地から検討を行うため、有識者3名と2名のオブザーバからなる検討委員会を設置した。検討委員会は3回実施した。なお、第2回については、広島での現地調査も併せて実施した。

(6) 職員向け勉強会の開催

林野庁職員向けのリモートセンシング技術に関する勉強会を開催する予定であったが、新型コロナウイルスの影響により、省庁内での多人数が集まる会議・講習会の自粛する旨の通達があったため、監督員と協議の上、マニュアルの内容を踏まえた、自主学習の資料を作成した。