

令和元年度

山地保全調査

(新たな治山・地すべり対策計画手法検討調査)

委託事業

報 告 書

(概要版)

令和2年3月

林野庁

1 業務概要

1.1 契約概要

1.1.1 業務名称

令和元年度山地保全調査（新たな治山・地すべり対策計画手法検討調査）委託事業

1.1.2 履行期間

令和元年 7 月 22 日～令和 2 年 3 月 13 日まで

1.1.3 発注者

東京都千代田区霞が関 1-2-1

林野庁（森林整備部 治山課 施設実行班）

1.1.4 受注者

一般財団法人リモート・センシング技術センター

東京都港区虎ノ門 3 丁目 17 番 1 号

TOKYU REIT 虎ノ門ビル 2F

1.1.5 業務目的

国土の約 7 割が山地からなる我が国では、急峻な地形、脆弱な地質、厳しい気象条件により、山腹崩壊や地すべりなどの山地災害が多く発生している。特に近年は、山地災害の発生が広域化・同時多発化する傾向が見られるようになっている。今後においても、このような豪雨災害の発生に加え、南海トラフ地震のような巨大地震等による広域かつ甚大な災害の発生が懸念されるところである。災害の初動対応、具体的には被害状況の全容把握、被害面積・規模の整理、優先度付けとそれに基づく復旧計画の策定などについては、災害が広域化・同時多発化することにより、対応の困難さが極めて高くなる。必要な情報をこれまで以上に迅速かつ効率的に入手するためには、従来の調査・観測手法に加えて航空機や人工衛星等のリモートセンシング技術を活用した効率的な業務運営を導入することが不可欠である。

また、豪雨・地震等の発生後における中長期的な現地状況の変化を把握し、実施した対策の効果判定や必要な対策の検討を行うためには、効率的なモニタリング手法による継続的な調査・観測が必要であり、リモートセンシング技術の有効活用をすることで、災害現場における中長期的なモニタリングを効率的かつ低コストで行っていくことが必要となっている。同時に、事業実施段階においても予算の制約や人手不足等の問題に直面していることから、リモートセンシング技術等の新技術を導入し、効率的かつ経済的に事業を推進していくことが求められている。

本業務では、過年度に整理したリモートセンシング技術に関する知見を活用し、災害発生後における被害規模の推計手法や潜在的な危険地・緊急的な対策が必要な箇所等の特定手法

について各々のリモートセンシング技術の特徴やコスト等の分析を経て確立するとともに、森林管理局・署、都道府県職員が災害対応の実務で活用できる対応マニュアルを策定すること、ならびに、新技術を活用した調査・設計・施工・維持管理の事例をとりまとめることを目的とする。

1.1.6 業務内容

本事業の業務項目を以下に示す。

(1)	災害時初動対応時に活用するリモートセンシング技術を活用した被害規模等概況把握手法の確立、対応マニュアルの作成
(2)	山地災害発生リスク評価手法・モニタリング手法の検討
(3)	効果的な治山事業計画の立案手法の検討・とりまとめ
(4)	事業実施段階におけるリモートセンシング技術等の活用手法のとりまとめ
(5)	検討委員会
(6)	職員向け勉強会の開催
(7)	取りまとめ

1.1.7 業務実施スケジュール

本事業の実施スケジュールを以下に示す。

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
計画準備		→							
(1) 災害時初動対応時に活用するリモートセンシング技術を活用した被害規模等概況把握手法の確立、対応マニュアルの作成		→							→
(2) 山地災害発生リスク評価手法・モニタリング手法の検討		→							→
(3) 効果的な治山事業計画の立案手法の検討・とりまとめ			→						→
(4) 事業実施段階におけるリモートセンシング技術等の活用手法のとりまとめ					→				→
(5) 検討委員会			①		②		③		
打合せ協議	●		●	●	●		●		●

1.1.8 業務実施体制

業務実施体制は以下の通りとし、リモートセンシング技術を活用した山地災害発生状況調査、発生危険性把握、復旧計画策定、設計・施工、および中長期的なモニタリング等について治山行政に資する情報の整理が行えるよう構成する。

1.1.9 実施体制図

(省略)

一般財団法人リモート・センシング技術センター

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-17-1 TOKYU REIT 虎ノ門ビル 2F

研究開発部

TEL : 03-6435-6735 FAX : 03-5777-1581

【契約担当】

一般財団法人リモート・センシング技術センター 経営企画部 業務課 担当：(省略)

〒501-0001 東京都港区虎ノ門 3-17-1 TOKYU REIT 虎ノ門ビル 2F

TEL : 03-6435-6721 FAX : 03-5777-1580

目次

(1) 災害初動対応時に活用するリモートセンシング技術を活用した被害規模等概況把握手法の確立、対応マニュアルの作成	1
(1-1) 山地災害の調査に活用する手法の検討	1
(1-2) 対応マニュアルの作成	5
(2) 山地災害発生リスクの評価手法・モニタリング手法の検討	8
(2-1) リモートセンシング技術を用いた山地災害発生リスクの評価手法・モニタリング手法の情報収集・整理	8
(2-2) 山地災害発生リスクの評価手法の検討	8
(2-3) 山地災害の中長期的なモニタリング手法の検討	11
(3) 効果的な治山事業計画の立案方法の検討・とりまとめ	14
(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	14
(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	16
(3-3) 既存手法との比較検証	19
(3-4) 最適な調査・計画策定手法の取りまとめ。	19
(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	21
(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	21
(4-2) 文献調査の概要	22
(5) 検討委員会の実施	23
(6) 職員向け勉強会の開催	23

(1) 災害初動対応時に活用するリモートセンシング技術を活用した被害規模等概況把握手法の確立、対応マニュアルの作成

広域かつ同時多発型の災害が発生した際に、発災後 20 日程度の間の対応にあたって担当職員が活用することを念頭に、リモートセンシング技術を活用した効率的かつ経済的な被害面積等の災害の概況把握の手法を確立するとともに、対応マニュアルを作成した(図 1-1)。

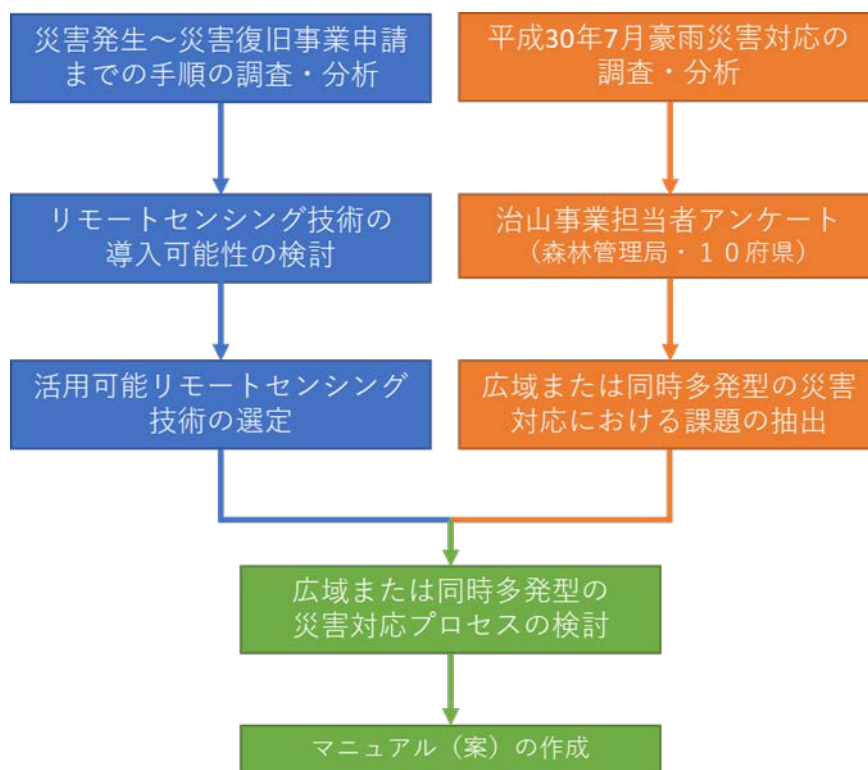


図 1-1 調査フロー

(1-1) 山地災害の調査に活用する手法の検討

(1-1-1) 災害発生時における自治体治山事業担当部局の対応状況把握

検討にあたって、平成 30 年 7 月豪雨時の林野関係被害件数の報告箇所が多かった上位 10 府県（広島県・愛媛県・福岡県・佐賀県・京都府・岡山県・兵庫県・岐阜県・高知県・熊本県）を対象として、平成 30 年 7 月豪雨災害における対応状況に加え、平常時における所管範囲の状況把握や、西日本豪雨規模ではなく毎年から数年に 1 度起こり得る規模の災害に対する対応に関しても調査票を用いて状況を把握し、課題の抽出を行った。(表 1-1)。

表 1-1 平成 30 年 7 月豪雨による山地災害及び土砂災害の発生状況
[林野庁, 2018] [内閣府, 2018]

		林野庁 【林野関係被害】	国土交通省 【土砂災害発生件数】
順 位	1	広島県	広島県（1）
	2	愛媛県	愛媛県（2）
	3	福岡県	山口県（12）
	4	佐賀県	高知県（9）
	5	京都府	兵庫県（7）
	6	岡山県	福岡県（3）
	7	兵庫県	長崎県（15）
	7	岐阜県	岡山県（6）
	9	高知県	香川県（24）
	10	熊本県	徳島県（17）
備考			※（ ）内は林野庁順位

上記 10 都道府県に調査表を送付し、9 府県から回答を得た。調査表は参考資料に原票を掲載するが、主な項目は以下のとおりである。

【通常業務における情報収集について】

- ① 管内保安林、山地災害危険個所の状況把握、点検は実施状況について
- ② 所管治山施設の点検は実施状況について
- ③ ①・②における現状の課題について
- ④ リモートセンシング（航空機・UAV・衛星画像）技術等の使用実績について
- ⑤ 無償使用できる衛星画像（10～30m／画素）で年数回得られる情報の用途について
- ⑥ 地域防災計画のほかに、保安林、治山施設に関する災害対応マニュアルの整備について

【災害対応時における情報収集について】

- ① 豪雨、地震後の治山施設、保安林の緊急点検の実施状況について
- ② 豪雨、地震時の災害発生の情報収集方法について
- ③ リモートセンシング（航空機・UAV・衛星画像）技術等の使用実績について
- ④ 即時性（天候、昼夜を問わず取得が可能）、広域性（幅 50～70km）を有する一方、確実性、精度が現地調査に比較し劣る衛星画像により得られる情報の用途について

【平成 30 年 7 月豪雨災害対応について】

- ① 災害発生前から発生直後まで（準備体制～災害対策本部設置前）の情報収集等について
- ② 災害発生後から災害発生箇所の確認までの情報収集等について
- ③ 災害発生箇所の確認から災害復旧事業申請までのリモートセンシング技術の利用状況等について
- ④ 地元説明のタイミングと説明に用いた情報について
- ⑤ 過去に経験した大規模災害と平成 30 年 7 月豪雨災害における対応状況等の違いについて
- ⑥ 災害前に準備をしておけばよかったと思われるものについて

（1-1-2）災害発生時における自治体治山担当部局における課題の抽出

【通常業務における情報収集について】

調査結果から、平常時において定期的に航空写真を撮影し、行政区域内の保安林指定域や治山事業実施区域等の状況把握を行っている自治体がある一方、治山事業計画区域において予算要求時に取得するが、定期的な状況把握が実施できていない自治体が見受けられた。これは航空写真の撮影と判読に多額の費用を要するためと推測される。

その一方で、取得費用が掛からず、過去に遡って画像がある 10～30m／画素の中分解能光学衛星の利用について利用実績が無いことが分かった。無償の光学衛星について山地保全分野においてどのような利用が可能なのか、どの程度の性能を持っているのかといった情報が不足しているため、業務のどこにあてはめられるのかということを検討する手掛かりが必要であると考えられる。

【災害対応時における情報収集について】

毎年から数年に 1 度発生する規模の災害対応においては、初動期に被災自治体や被災箇所を所管する出先機関からの通報により災害発生が覚知されるケースが多いが、降雨および地震時に所管する施設の点検基準を設けるなど、自主調査による情報収集を行っていることもある。

航空写真はほぼすべての自治体に利用されている一方で、UAV の活用については自主調査と委託調査が同数程度となっている。UAV による調査を委託で行っている自治体では、事前に災害協定を地元のコンサルタントや測量会社と結んでおり、自主調査と同様に機動的な活用が行えていることがうかがえる。

災害時の取得情報の利用において有力なツールとなる GIS の導入状況は、半数程度となっている。行政情報ネットワークのセキュリティポリシーにより、GIS の導入に制限がかかることから、リモートセンシング技術により取得された地理情報を担当者一人一人が共有するには、セキュリティポリシーの範囲内で容易に行えるツールが必要である

と考えられる。

【平成 30 年 7 月豪雨災害対応について】

平成 30 年 7 月豪雨の災害対応においては、初動期に住民や被災自治体からの通報により災害発生が把握された箇所があった一方で、孤立集落の発生や、災害発生件数が多数にのぼったため、職員の処理キャパシティを超え、被災個所の把握が進まない自治体が少なくなかった。

今回調査した自治体では、災害協定を結んだ企業と被災直後から調整を開始し、災害状況の把握に着手できている自治体がある一方、発生箇所が極端に多い自治体では災害協定を結んでいないこともあいまって、コンサルタントや測量会社の技術者の確保が困難であったことから被災概要の把握などに時間を要したものと推察される。

このように、災害協定を結んだ企業と調整して災害復旧事業の申請準備を進めるにあたり、被災状況を把握し応急対策の必要性、復旧事業の規模（例えば災害復旧事業、災害関連事業あるいは一定災など）などの判断材料の一つとして、リモートセンシング技術を活用することで、初動から災害全体の規模や個々の災害箇所の概要把握を迅速かつ効率的に行う必要があると考えられる。

今回実施した災害対応における調査以外に、第 2 回検討会を開催した広島県を管内に持つ近畿中国森林管理局の災害対応では、初動期の概要把握に時間を要したものの、国土地理院の航空写真撮影と、それを判読した広島大学や国土地理院が土砂移動域のデータを公開したところから現地確認の作業が円滑に動き始めたという事例がある。

このようなことから、自ら調査を行い情報収集する一方で、関係機関が公開する情報についても注意を払う必要があり、ワンストップで公開情報の状況がわかる ISUT や SIP4D などの取り組みについても情報収集先として考えておく必要があると考えられる。

(1-1-3) 災害対応段階に応じたリモートセンシング技術の検討

平成 29 年度業務では、災害時の対応フローに即して把握したい情報と、把握したい情報に用いるリモートセンシング技術を状況に応じて選定できるよう手法選定表を作成したが、検討会での議論を踏まえて、各段階における標準的なリモートセンシング技術を選定し、マニュアルに取りまとめることとした。

まず、地上調査箇所を特定する前に災害の全体像を把握する必要があることから、上空からの効率的な調査により地上調査対象箇所のスクリーニングを行う必要がある。上空からの調査を行うにあたっては、まずどの地区から上空からの調査に着手するのか飛行計画を立てる必要がある。このため、最初動期には災害と特定できなくても、災害の可能性がある箇所あるいは範囲が特定できただけでも有益な情報となる。

これらの事項を踏まえ、表 1-3 に対応の段階、必要とされる情報と主な用途、標準的なリモートセンシング技術と求められる成果を整理した。

災害発生時における自治体治山担当部局の初動期においては、マスメディアの報道情報など断片的であっても使えるような情報から収集されており、時間の経過とともに入手できた詳細な情報や確実な情報で更新されていくのが災害対応時の情報収集の実際であることを考慮すると、対応の段階ごとに標準的なリモートセンシング技術を示しているが、これらの取得は同時並行で行われるべきである。

表 1-3 段階に応じたリモートセンシング技術

対応の段階	必要な情報と主な目的等	標準的なリモートセンシング技術	求められる成果
準備・警戒			
概要把握	大規模な山腹崩壊・河道閉塞の有無、山腹崩壊の集中地区	人工衛星・航空機	山腹崩壊等の発生位置と規模
現地調査	応急対策計画策定のための情報収集	UAV	被害箇所の状況写真
応急対策	対応状況の報告等	UAV	応急対策状況の写真
全容把握	災害分布把握・被害規模把握	人工衛星・航空機	山腹崩壊発生分布図
災害復旧	災害復旧計画の策定、復旧施設の机上配置計画のための情報収集	UAV	被害箇所の写真、被害箇所の地形図、縦横段図

(1-2) 対応マニュアルの作成

マニュアルは、検討会において有識者のみならず検討会に参加した森林管理局、治山事業担当職員からの意見に加え、(1-1)の災害対応状況調査を行った10府県の治山事業担当者に意見照会を行い作成した。

(1-2-1) マニュアルの構成

マニュアルの主な構成は以下のとおりである。

1. 本マニュアル作成の背景・経緯と活用について
2. 災害時におけるリモートセンシング技術の活用フロー
3. 災害対応
4. 準備段階および平常時
5. 入手した情報の共有方法
6. 情報の入手方法、解析方法、仕様書の例
7. リモートセンシング技術の基礎

上記7章から構成されており、第1章では近年の災害形態の変化と予想される東海、東南

海、南海トラフ地震のような大規模災害の恐れがあることを踏まえ、広域の情報を効率的かつ経済的に取得できるリモートセンシング技術を活用する背景を説明するとともに、マニュアルの位置づけや使い方についても述べることにした。

第2章では、各段階における目的・情報と活用するリモートセンシング技術で得られるデータが地図縮尺に直すとどのスケールに相当するかを整理した。

第3章では、災害対応の内容と対象として、調査段階の目的別における取得情報とその手法について、従来技術と併記することでリモートセンシング技術の限界あるいは有効性を示すものとした。

第4章では、準備段階および平常時に活用するリモートセンシング技術について第3章と同様に整理する一方で、無償の光学画像についてその事例を掲載し、平常時からリモートセンシング技術の仕様や性能に関して理解できる内容とした。

第5章では、行政 LAN/WAN のネットワークセキュリティポリシーの下、業務用 PC に構築されている環境においてもリモートセンシング技術で取得された画像や解析された情報が共有できる技術について紹介した。

第6章では、様々な情報収集方法について述べており、特に無償で利用できるデータソースについては、入手手順について画面遷移にて詳細に説明をした。また、入手した画像の表示方法について、「ArcGIS」、「QGIS」で行う手順について説明を行っている。

第7章では、リモートセンシング技術を利用する上での基本事項について説明した。空中リモートセンシングの技術の種類と特徴、およびカタログスペックの分解能について誤解がないよう、見える対象物の大きさに対して必要となる分解能に関する説明を加えた。

(1-2-2) リモートセンシング技術の経済性比較について

リモートセンシング技術のコスト比較については、今後衛星の運用停止や新たに打ち上げられる衛星の情報を更新する必要があるものの、データ取得の経済性と空間解像度は大きく変わることはないものと思われるため、平成 29 年度業務で取りまとめた図 1-6 から大きく変わっていない。ただし、今後主流となることが予想される小型衛星については、現在収集している衛星データと同じ基準で評価することが適切でない（画像の提供方法が異なり、費用の比較ができない）ため、含めていない。

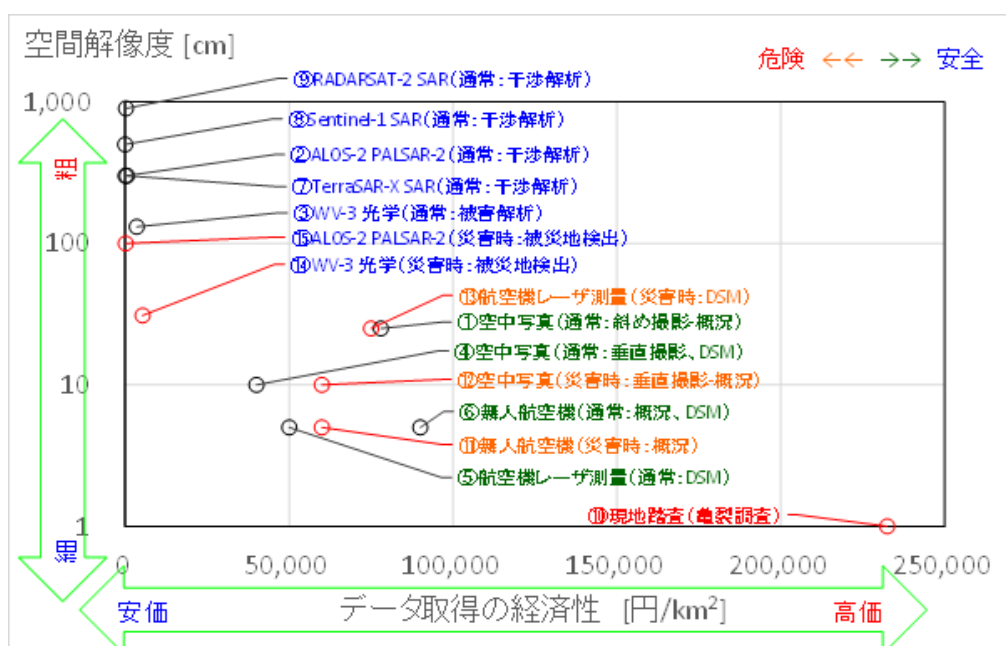


図 1-6 リモートセンシング技術の経済性と解像度 [林野庁, 2018]

(2) 山地災害発生リスク評価手法・モニタリング手法の検討

(2-1) リモートセンシング技術を用いた山地災害発生リスク評価手法・モニタリング手法の情報収集・整理

山地災害のリスク評価やモニタリングにリモートセンシング技術を用いた事例を収集・整理した。事例の収集にあたっては、総合学術電子ジャーナルサイト：J-Stage (<https://www.jstage.jst.go.jp/>) において、以下のようなキーワードで検索を行った。モニタリングの事例については、平成 29 年度山地保全調査事業においても収集整理をしていることから、2017 年以降に公開されたものを対象とした。

キーワード：

- ・ 山地災害かつリモートセンシング
- ・ 土砂災害かつリモートセンシング
- ・ 地すべりかつリモートセンシング
- ・ リモートセンシングかつリスク評価
- ・ 山地災害かつリスク評価
- ・ 土砂災害かつリスク評価

(2-2) 山地災害発生リスク評価手法の検討

(2-2-1) 概要

リモートセンシング技術で調査可能なのは、主として地表面の状態である。従って、山地災害の発生場において斜面崩壊のリスク変化に寄与する要因として調査可能なのは植生の状態、崩壊につながる恐れのある亀裂の発生状況であり、また、それらの時間変化も調査可能である。

地震後のリスク評価手法については過年度において、平成 28 年熊本地震を対象に亀裂の発生状況およびその変化の把握手法とリスク評価手法について検討してきた。本年度は植生の状態を把握するリモートセンシング技術(中分解能の無償で入手可能な衛星データおよび国土地理院の差分干渉 SAR 解析結果)について収集し、リスクの評価手法を検討した。対象とする地表変化は、土砂移動、風倒木、病虫害による健全な森林の損傷とし、発生箇所抽出の可能性と中長期モニタリング手法を検討した。

(2-2-2) 森林被害についての山地災害におけるリスク評価検討手法

災害発生後、被災した森林は裸地化するなど荒廃するため、植生の活性状況の指標である NDVI (正規化植生指標：Normalized Difference Vegetation Index) が減少すると考えられる。そこで、NDVI の時間経過を追うことで植生の状態を把握し、土砂移動、風倒木、病虫害等による健全な森林の損傷が発生した箇所抽出の可能性と中長期モニタリング手法を検討した。なお、NDVI は光学衛星画像から算出可能で、可視光の赤色波長帯の反射率 (R) と近赤外の波長帯の反射率 (NIR) から以下の式で算出する。同じ波長帯を有する UAV や

航空機用のセンサもある。

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

図 2-1 は NDVI の経年変化の概念図で、中長期モニタリングを実施した場合に、①森林が健全な状態を保つ場合、②森林が被害を受けた後に回復傾向を示す場合、③森林が被害を受けた後に荒廃した状態を保つ場合の NDVI のトレンド変化を示す模式図である。

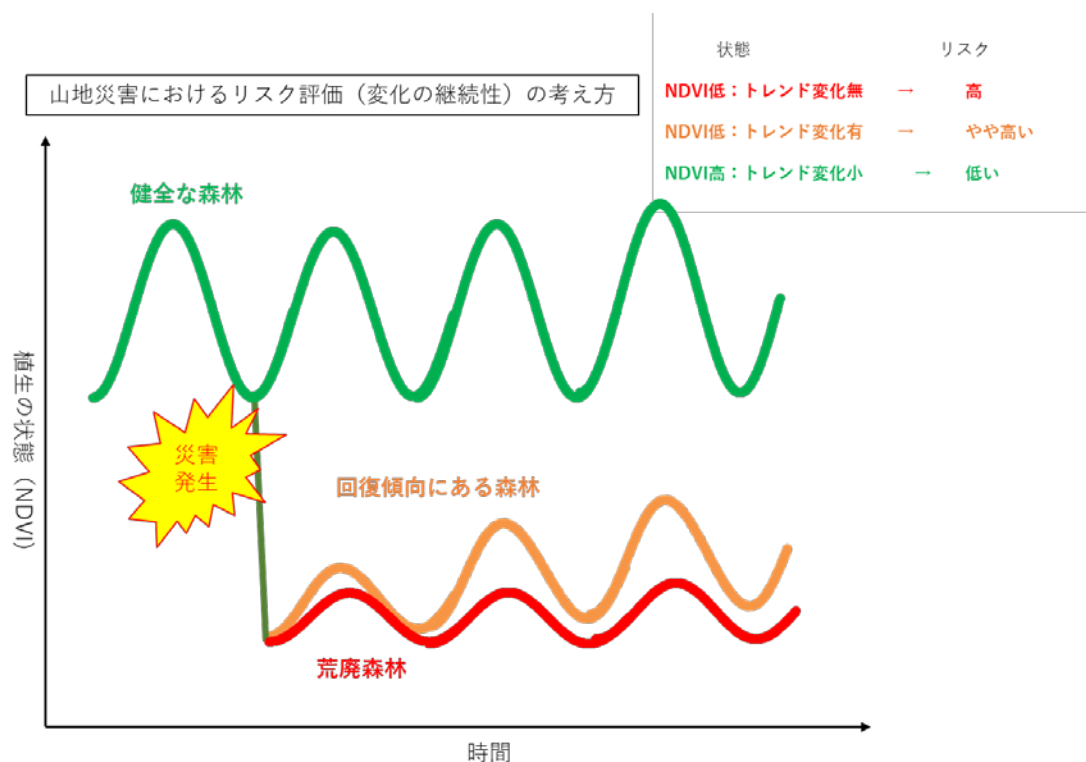


図 2-1 森林被害についての山地災害におけるリスク評価（変化の継続性）の概念図

(2-2-3) 検討事例

本検討では、NDVI のトレンド変化を追うことで、山地災害のリスク評価を実施する方法を提案し、中分解能（30m/画素）で無償の Landsat-8 の画像を用いて、以下の事例について検討を行った。

- ①岩手県釜石市の山火事（平成 29 年 5 月出火）
- ②平成 26 年 8 月豪雨による広島市の土砂流出
- ③令和元年房総半島台風（台風 15 号）による千葉県の方倒木

なお、図 2-2 は上記事例解析において提案手法を Landsat-8 に適用した際のフローチャートである。

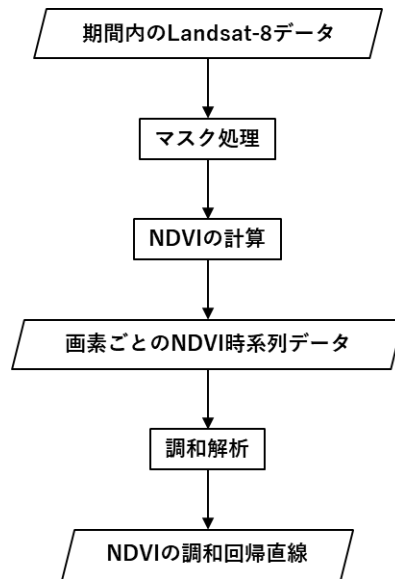


図 2-2 本手法のフローチャート

①岩手県金石市の荒廃地（山火事（平成 29 年 5 月出火））では発災後に NDVI が減少していることが確認され、その後、光学画像上で植生が回復しつつあると推定される箇所では NDVI が右肩上がりのトレンドをもって推移していることが確認された。

②平成 26 年 8 月豪雨による広島市の土砂流出について土砂移動の発生していない箇所では、災害前後で NDVI の時系列グラフに差異は見られなかった。一方、土砂移動発生箇所では NDVI の減少が見られ、その後、わずかに右肩上がりのトレンドを示す程度であった。

③令和元年房総半島台風（台風 15 号）による千葉県風の倒木では、発災後の観測シーンが限られていたことから、NDVI の推移を確認することはできなかったが、発災後に NDVI が減少していることは確認できた。

（2-2-4）まとめ

山地災害に関係する事象（山火事、土砂流出、風倒木地における事例）に対して、NDVI 時系列の変化を追うと、災害前後で明瞭な低下を示すことが確認されたことから、流域のモニタリング（流域別治山調査の試行）において本手法を適用することを提案する。本手法では対象箇所の規模が用いた画像の解像度に対して小さいとき NDVI 時系列データの変化要因を特定することは困難であるが、航空写真を補助的に用いることによって、衛星画像で得られた NDVI 時系列データの変化要因を特定することが期待できる。実際の利用にあたっては、中解像度で無償の衛星画像を用いて高頻度にモニタリングを実施し、適宜（数年に一度程度）航空写真による確認を行うという方法が考えられる。

本手法を用いて変化の大きさを植生の状態（ダメージの強度）と変化の規模（ダメージを受けた範囲）に着目して判断する。植生の状態は NDVI の変化によって、変化の規模は光

学画像の判読によってそれぞれ得ることができる。森林被害についての山地災害箇所の把握を目的としたときのリスク評価は、概況的ではあるものの表 2-3 のように航空測量や GIS 等から得た地形、地質、集水面積といったその場の素因（地形条件）を整理し、重み付けすることで実施することができる。

表 2-3 リスク評価に用いるマトリックス

場の要因／変化		無変化	変化の大きさ		変化の継続性	
			大・強	小・弱	長	短
山地災害危険地区		－	2	1	2	1
山地災害危険地区以外		－	1	0	1	0
地形	11° 以上	－	2	1	2	1
	11° 未満	－	1	0	1	0
地質	脆弱	－	2	1	2	1
	堅固	－	1	0	1	0
集水面積	1km ² 以上	－	1	0	1	0
	1km ² 未満	－	2	1	2	1

(2-3) 山地災害の中長期的なモニタリング手法の検討

(2-3-1) 概要

地すべり地を対象に、治山対策の必要性を検討する事前調査の段階や、治山施設の効果を確認する調査の段階におけるモニタリング手法について検討した。地すべり防止事業が始まれば、ボーリング調査や移動量調査など、地すべり機構の解明に必要な各種調査が実施されるが、事前事後のモニタリングを行うには大きな予算を必要としない調査手法が適切であることから、合成開口レーダによる差分干渉 SAR を用いたモニタリング手法を取り上げた。

(2-3-2) 差分干渉 SAR 解析結果を用いた地すべり地のモニタリング手法

国土地理院が行っている差分干渉 SAR 解析結果（二時期の差分干渉 SAR）の分析を行った。対象地は①姫川地区・新潟県内（大所川）と②姫川地区・長野県内（土谷川・中谷川）である。対象期間を、ALOS-2/PALSAR-2 が運用を始めた 2014（平成 26）年 8 月以降、2019 年 12 月末までとし、①姫川地区・新潟県内（大所川）では長期 17 ペア、短期 13 ペアの差分干渉解析画像を、②姫川地区・長野県内（土谷川・中谷川）では長期 12 ペア、短期 7 ペアの差分干渉解析画像を収集し、変位箇所の判読を行った。

①姫川地区・新潟県内（大所川）の長期ペアのうち、マスター 2016/06/24・スレーブ 2017/06/09 のペアとマスター 2017/08/06・スレーブ 2018/08/05 のペアの干渉画像では、

「ウド川」地区と「杉の平」地区に隣接する範囲に地盤変動によると思われる変位が見られた。

このうち、マスター2016/06/24・スレーブ 2017/06/09 のペアは現在対策工事と現地観測が継続されている杉野平地区における変位が見られたことから、該当期間の現地調査報告書との比較検討を行った。干渉画像で変位が見られた期間には、現地に設置されているパイプ歪計と地盤傾斜計に変化が記録されている。しかしながら、対策工事として地すべり東部の排土工が実施されており、それらの変動は工事による影響が主な原因と考えられる。加えて、排土工実施箇所の工事用道路の路肩が崩壊する小規模な変化も発生しており、その影響も考えられる。干渉画像で変位が見られた変位はこのような現地の状況を範囲したものと考えられる。

マスター2017/08/06・スレーブ 2018/08/05 の差分干渉画像（図 2-3）では「ウド川」地区にシグナルが明瞭に見られており、実際に変動が生じている可能性が高い。周辺において対策工事や現地観測等が実施されているものの、変位が認められた箇所から離れていることから現地調査による確認が必要と考えられる。

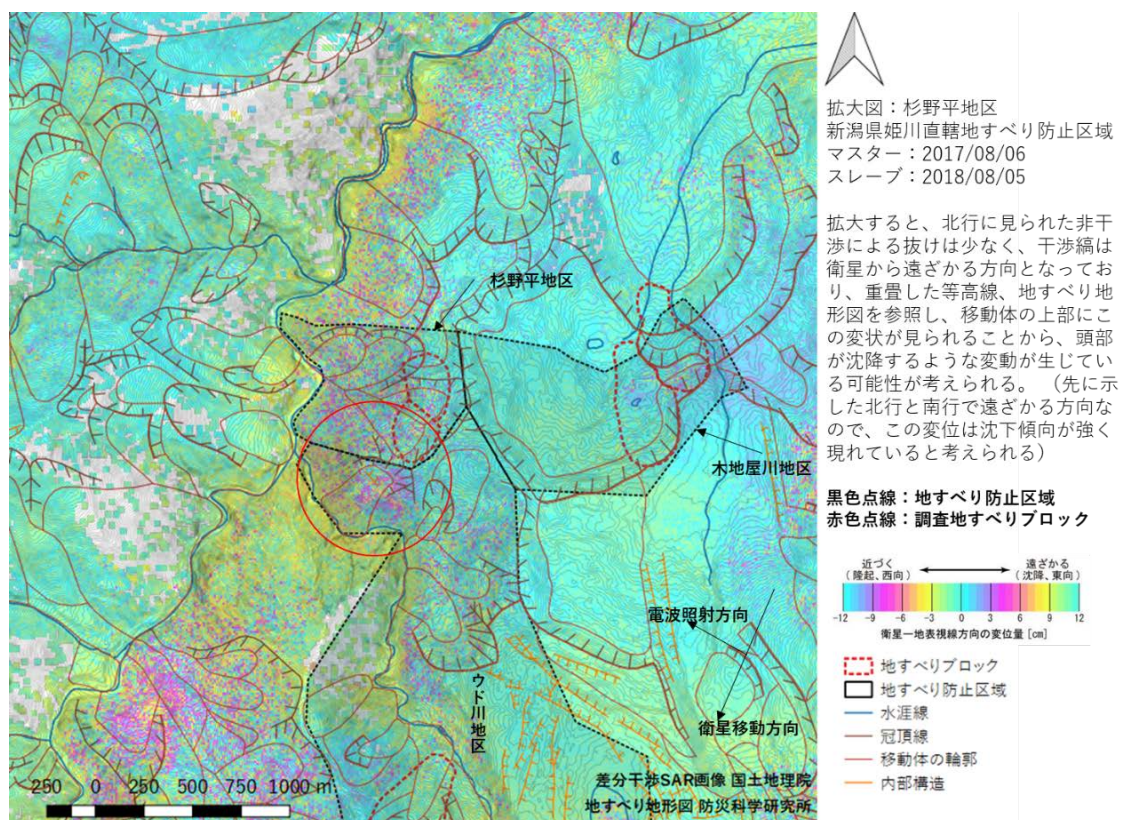


図 2-3 マスター2017/08/06・スレーブ 2018/08/05 の差分干渉画像 変位箇所拡大図
（国土地理院 SAR コンテンツを加工）

②姫川地区・長野県内（土谷川・中谷川）では、収集した各干渉画像において地盤変動が疑われる箇所は確認できなかった。

（2-3-3）まとめ

合成開口レーダの差分干渉解析から地すべりの変動を概況的にモニタリングできることが示唆された。確認された変位は、過去の現地調査報告書と比較検討するとともに、判読された箇所を現地調査により確認する必要がある。本検討を踏まえて、対象地域に対して国土地理院が実施する差分干渉 SAR 解析結果を時系列に取得することは、（１）変動とノイズを分離すること、（２）変動開始時期を推察すること、ができるようになるため有効であるといえる。