

# 航空レーザによる地形変化把握

## —省庁連携による令和6年能登半島地震の対応—

林野庁森林整備部計画課 森林情報整備・公開調整官 室木直樹

### 1. はじめに

令和6年能登半島地震では、奥能登地域を中心に崩壊や地すべりなどの地形変化が広範囲で発生した。林野庁では、森林の内部など目視での確認が困難な箇所についても亀裂や地形変化などの発生状況を把握することを目的に、国土地理院と連携し、航空機に搭載したレーザ測距装置を使用して表層・地表を3次元で計測する航空レーザ測量を実施し、そのデータ解析を進めてきた。

この事業の実施にあたっては、林野庁において予算を一括計上した上で、その一部を国土地理院に支出委任し、航空レーザ測量業務を国土地理院で実施、同時進行で地形解析を林野庁が行うという分担を講じ、省庁の垣根を超え、被災地域への早期データ提供に努めてきた。

今回の一連の取組では、省庁の連携に加え、自動フィルター処理のみの点群データを用いた速報成果の作成・提供、成果の早急なオープンデータ化など、過去の災害対応で実施した航空レーザ関係事業をさらに発展させており、本稿では、その内容を紹介する。

### 2. 航空レーザ関係事業の実施体制

林野庁では、平成28年熊本地震（熊本県および大分県）をはじめ、平成30年西日本豪雨（岡山県、広島県、愛媛県および高知県）、令和2年7月豪雨（熊本県）など、大規模な山地災害が発生した可能性がある場合には、本庁の直轄事業として航空レーザ関係事業を実施している。気象庁の震度階級関連解説表<sup>1)</sup>によれば、震度階級が5弱を超えると地盤や斜面に変化が生じるようになり、震度階級が6、7と大きくなるにつれ、がけ崩れや地すべりが大規模化するとされている（表-1）。このため、震度7の本震に加え、震度5、6クラスの余震が頻

表-1 震度階級と地盤・斜面等の状況の関係

震度階級	地盤の状況	斜面等の状況
5弱	亀裂や液状化が生じることがある。	落石やがけ崩れが発生することがある。
5強		
6弱	地割れが生じることがある。	がけ崩れや地すべりが発生することがある。
6強	大きな地割れが生じることがある。	がけ崩れが多発し、大規模な地すべりや山体の崩壊が発生することがある。
7		

資料：気象庁資料を基に、筆者作成

発していた令和6年能登半島地震においても、航空レーザ関係事業を実施する運びとなった。

しかしながら、今回の災害は、冬季に発生した地震災害であるということが過去に林野庁が航空レーザ関係事業を実施した災害と異なる点であり、それが課題となった。具体的には、航空レーザ測量は、計測作業の条件として、強風、降雨・降雪がないこと、地形測量を正確に行うためには積雪がないことが重要となるが、冬季の北陸において、この条件を満たす日はほとんどないこと。これに加え、国土地理院からの報告<sup>2)</sup>により、今回の地震では、垂直・水平ともに数メートルの地殻変動が生じていることが分かっており、使用が停止されていた電子基準点について、余震活動の状況も踏まえつつ、使用再開を待たなければならないという条件も課されることになった。さらには、通常の作業工程を踏まえると、1月からの予算執行では、事業実施期間が年度を越すことになるため、予算の繰越手続が必要となるなど、行政機関固有の課題もあった。このような天候/余震活動/会計処理といった複数の因子を考慮しつつ、速やかに航空レーザ測量を実施する方法を検討しなければならない状況にあり、これを解決の一つの方法として、国土地理院との連携による事業実施を模索することになった。

国土地理院とは、古くは、昭和36年に空中写真撮影に関する取り決めを交わし、平野部の多い地域は国土地理院、山間部の多い地域は林野庁で空中写真撮影

を分担して行うという協力関係がある。近年の航空レーザ測量の推進にあたっては、事業実施区域に重複が生じないように相互の事業予定について情報共有しあうなど、日頃から連絡を取り合う関係にあったことから、今回の航空レーザ関係事業の実施検討にあたっては、林野庁内における検討開始日にあたる1月4日には、国土地理院における予算措置の検討状況や事業候補地について聞き取りを行い、調整を始めることになった。

予算措置にあたっては、後に控える災害復旧事業や治山事業（以下「災害復旧事業等」という。）と関連づけることにより、令和5年度一般会計予備費として、林野庁治山事業費としての航空レーザ関係予算とすることが最短の予算措置になると考えられたことから、関連予算を林野庁において一括計上することとした上で、事業着手を早期化する観点から、航空レーザ関係事業のうち、航空レーザ測量業務を国土地理院に分担してもらい、林野庁は、その測量成果の提供を受け、同時進行で地形解析を行うという連携体制を構築することになった。

航空レーザ測量業務を国土地理院に担当してもらうことにより、①国土地理院と測量事業関係団体が締結している災害協定に基づき、契約事務の早期化が図られること、②電子基準点を管轄する国土地理院において事業着手のタイミングを速やかに判断できること、③基本測量として実施することにより、林野庁が公共測量として行う場合に必要となる測量法の手続にかかる期間を削減することがで

きることの3点から、予算措置から約1か月で業務に着手するという執行スケジュールが実現されることになった。なお、林野庁予算を国土地理院が執行するにあたっては、会計法（昭和22年法律第35号）第13条の支出委任の仕組みが活用されている。

### 3. 速報成果の作成・提供

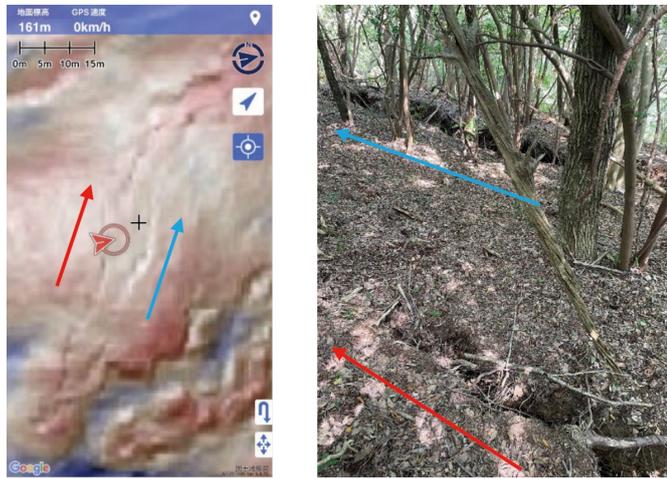
このように、国土地理院に協力を求めることにより、業務着手までの期間を最短化するとともに、台風・秋雨前線の活動など次期降雨による二次災害の対策にデータを活用するため、更なる成果提供時期を早める工夫として、速報成果を暫定的に作成することとした。速報成果とは、オリジナルデータの作成にあたっては、コース間調整や調整用基準点を用いた点群データの調整作業を省略するとともに、グラウンドデータの作成にあたっては、手動フィルタリングを省略し、機械フィルタリングのみとすることで、測量技術者による人力作業を可能な限り減らし、データ整備を自動化したものである。

この試行の結果、能登地域全域（内灘町以北に富山県氷見市を含む。）において、国土地理院による点群データや簡易オルソ画像を5月末、林野庁による微地形表現図等を6月末までに整備を終え、7月3日に石川県等の関係機関にデータ提供するというスケジュールが実現された。

なお、林野庁では、7月中旬より3回にわたり、輪島市および珠洲市において、速報成果の精度や品質を確認する現地調査を実施した。この結果、データ整備を自動化した速報成果であっても、災害の発生状況を確認したり、災害復旧事業等の調査・検討を行ったりする上では、十分な品質があることが確認され、速報成果による対応の有用性が確認できた（図-1）。また、現地で災害復旧事業等の調査・設計にあたる民間事業者からも、国土地理院が整備したグラウンドデータについて、簡易測量等に活用しているという報告を受け、現場での活用についても確認することができた。速報成果の作成は試行的な取組ではあったものの、今回の実績を踏まえると、今後とも活用していく可能性の高い手法になると考えている。

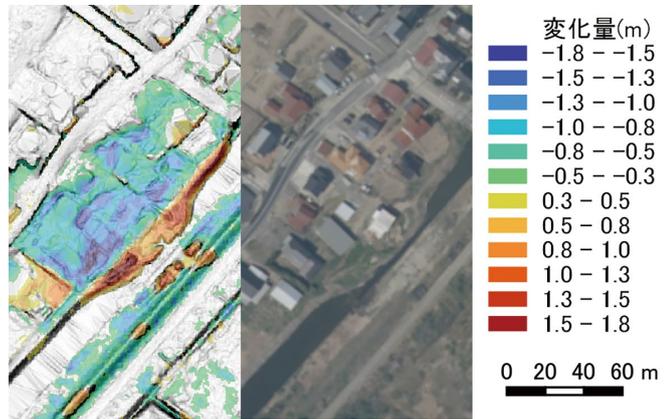
### 4. 速報成果の活用状況

今回の航空レーザ関連事業は、未曾有の地殻変動が発生していることに加え、山間部に集落が点在している能登地域の



【注】現地に携行したスマートフォンのスクリーンショット（微地形表現図）（左）と当該箇所を確認された森林内部の亀裂の様子（右）。斜面下部で発生した崩壊に斜面全体が引っ張られる形で発生した斜面最上部の亀裂（赤矢印）と数メートル下の亀裂（青矢印）の段差亀裂が発生している。微地形表現図において、災害事象が的確に表現されていることが確認された。なお、スマートフォンアプリは「スーパー地形」を使用している。

図-1 速報成果を携行した現地調査結果（珠洲市大谷町、令和6年7月23日現在）



【注】左が地震前後の標高の変化量、右が地震後の空中写真を表す。住宅地の地盤が沈下していることが確認できる。

図-2 林野庁から国土交通省都市局に提供した地形変化量データ（内灘町）

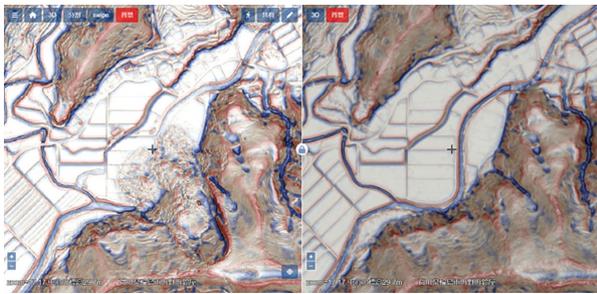
特徴も考慮しつつ、林野庁が施策の対象とする森林法上の森林地域に限らず、市街地等の平野部も含め、面的にまとまったデータを整備できるよう業務区域/仕様を設定した。このことにより、速報成果については、山地災害に対応する近畿中国森林管理局や石川県の林務部局に留まらず、北陸地方整備局や北陸農政局、石川県の危機管理部局や土木部局、市町の建設部局など現地の幅広い行政機関において活用される結果となった。例えば、奥能登地域の市町では、道路の寸断により現地調査できていない区域の調査に空中写真を活用するといったことや、国土交通省都市局や内灘町では市街地の液状化の発生状況の確認にグラウンドデータを活用するなど、迅速性が求められるような場面でのデータ活用や、分野横断的なデータ活用も進んでいる状況にある（図-2）。

また、林野庁では、データの利活用を

促進するため、速報成果の一部をG空間情報センターにおいて一般公開する取組も実施した。この結果、民間の活動により、石川県が公開している発災前の微地形表現図と、林野庁が公開した発災後の微地形表現図、国土地理院が公開した簡易オルソ画像などを見比べることができるようWEB-GISやスマートフォンアプリによる閲覧環境が構築されている（図-3, 4）。現地の学識経験者からも、速報成果をオープンデータとしたことにより、現地調査へのデータの持ち出しや、住民説明への利用などが容易になるとの評価を得ており、オープンデータ化の効果も実感できている。

### 5. 現在の取組

このように、速報成果について現地機関における活用が本格化している状況にあるが、令和6年10月現在において、林野庁および国土地理院では、令和6年度



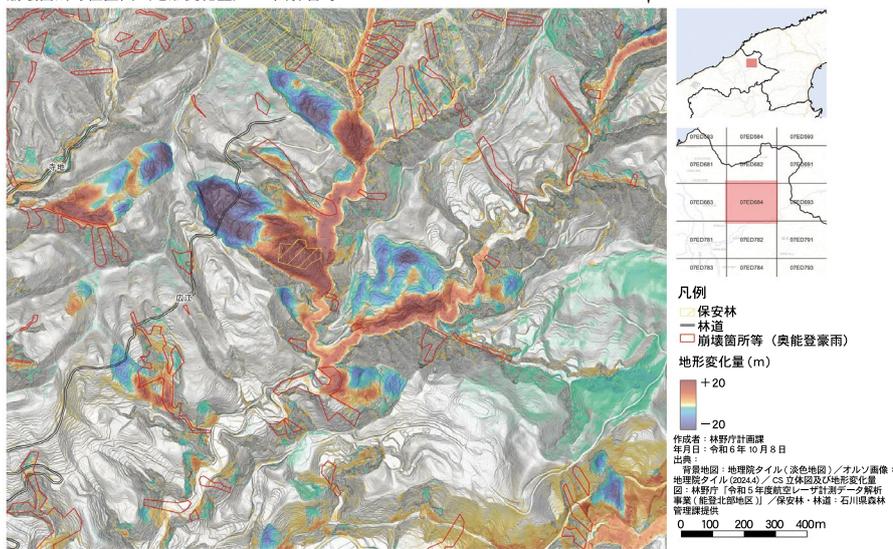
[注]画面左が地震後のCS立体図、画面右が地震前のCS立体図である。+マーク付近において、山腹崩壊が発生している状況が確認できる。

図-3 WEB-GISの事例 (open-hinata<sup>3</sup>)



図-4 図-3で示した箇所の現地状況 (輪島市町野町、令和6年8月6日現在)

崩壊箇所等位置図 (地形変化量) 図郭番号: 07ED684



[注]地震前後の地形変化と、奥能登豪雨による土石流発生箇所等を重ねており、今後の降雨による災害リスクの分析にも活用できる。

図-5 豪雨災害の直後に石川県に提供したデータの一部

末の最終成果の整備に向け、フィルタリング等の点群処理や、発災前の航空レーザデータとの差分解析をした地形変化量の把握、微地形表現図からの地形判読など分析作業を進めている。また、分析作業を進めるにあたっては、令和6年9月に発生した奥能登豪雨の影響も踏まえつつ、石川県等の関係機関の要望を聞き、優先順位を付けながら取り組んでいる状況にある。今後の災害復旧事業等の進捗等も踏まえつつ、引き続き、地域の要望に沿って作業を進めていきたい (図-5)。

## 6. 今後に向けて

最後に、今後の災害調査/航空レーザ関連事業の実施に向けて、今回の一連の取組を通じ実感したことを2点述べる。

1点目は、日頃からの基盤情報整備の重要性である。石川県では、林野庁補助事業や県予算 (森林環境譲与税等) を活用しながら、令和2年度から複数年かけて航空レーザ関係事業を実施しており、今回の調査区域についても、ほぼ全域において既存の航空レーザデータが整備さ

れている状況にあった。このことは、発災直後に現場に携行するデータとしても有効であったことは言うまでもないが、今回の取組のように発災後に取得したデータとの差分解析をし、地形変化量を特定できることや、災害事象が今回の地震によって発生したものかをより明確に特定できるということは、復旧整備事業の実施にあたって有効となる。林野庁をはじめとする林務行政では、平成25年前後から航空レーザ測量を活用し、10年が経過した。それでもなお、全国の6割程度でしかデータ整備が完了しておらず、いつ起こるか分からない災害のために、あらかじめ基盤情報を整備しておくことが急務であることを再確認した。

2点目は、日頃からの関係機関との連携確保である。今回の取組では、茨城県つくば市に拠点を置く国土地理院との連携において対応した。国土地理院の担当官とは、年2回の定期的な意見交換の場を設け、日頃からメール・電話等で連絡を取り合うなど、互いに顔の知れた関係にあり、発災当初から連携を模索できた

のも、この関係性があつたからであると感じている。他方で、今回の事業検討にあたり、半島振興法の能登地域を業務区域として採用したが、例えば、河北潟をはさんで内灘町と接する金沢市においても、液状化被害が発生していることを後日知ることとなった。この点については、都市関係部局との日頃の付き合いがあれば、そのことも念頭に調査区域を調整するなど、データ整備の効率化、データの有効活用を進める最大限の工夫ができたかもしれないと考えている。

いずれにしても、まずは被災地域の対応が最優先ではあるものの、これに一定の進捗が見られた際には、国土地理院と連携することとした今回の実施体制の効果や速報成果によるデータ提供の早期化の実績も含め、今回の取組内容について改めて評価し、今後の災害調査の際に役立てたい。

## 謝辞

本稿において紹介した取組事例は、林野庁からの協力要請に快く対応いただいた国土地理院、現地対応で忙しい中、当庁業務にも協力を惜しまなかった石川県等の現地機関など、関係各者の協力の下で成立し、紹介するに至っている。ここに記し、これまでの御協力に改めて敬意を表したい。

## 【参考 URL】

- 1) <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/shindo/kaisetsu.html>
- 2) [https://www.gsi.go.jp/B0USA1/20240101\\_noto\\_earthquake.html#10](https://www.gsi.go.jp/B0USA1/20240101_noto_earthquake.html#10)
- 3) <https://kenzenz.xsrv.jp/open-hinata/?s=6v33EQ>