

農地等斜面災害調査手引き

平成 30 年 4 月

農林水産省農村振興局

農村政策部農村環境課

もくじ

1. 目的と適用	1
1.1. 目的	1
1.2. 手引きの適用範囲	1
2. 斜面災害の形態	3
3. 災害時の初動調査手順	7
3.1. 事前準備	7
3.2. 現地調査	18
3.3. 調査結果の整理	23
3.4. 現地調査のポイント	28
4. UAV を用いた災害調査	40
4.1. UAV の災害現場への適用について	40
4.2. UAV での災害調査方法	42
4.3. UAV を使用する際の留意事項	45

《巻末資料》別冊

《農地等斜面災害緊急調査表（案）》	巻末-1
《主なオープンデータの入手方法等》	巻末-4
《斜面災害調査ケーススタディ》	巻末-18
＜ケース 1：豪雨により生じた規模の大きな地すべりの調査事例＞	巻末-19
＜ケース 2：豪雨による斜面災害多発現場での調査事例＞	巻末-26
＜ケース 3：地震により生じた地すべりに対する調査事例＞	巻末-50
＜ケース 4：広域災害での UAV を用いた現地概況把握事例＞	巻末-55

1. 目的と適用

1.1. 目的

この手引きは、斜面災害が発生した場合の初動調査に活用することを目的に作成したものである。

【解説】

この手引きは、斜面災害が発生した場合の初動調査について、その方法や留意事項等を示したものである。

ここでは、斜面災害に対して高度な知識や調査経験を有していない一般技術者でも、最低限の現地調査を効率的に実施できるよう、現地調査を行う上でのポイントについて解説している。さらにUAV（無人化航空機）等の新たな調査技術の活用についても、合わせてまとめている。

1.2. 手引きの適用範囲

手引きの内容は、降雨または地震で生じた斜面災害に対する、初動調査（被災状況の把握）を想定して作成したものである。

【解説】

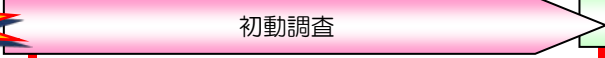
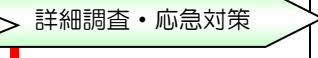
斜面災害は、特定の原因によって引き起こされるものであるが、本手引きは降雨と地震によるものに特化して、着目すべき事象や調査における留意点を、既往の調査実績や現場の経験者の知見を基に取りまとめたものである。そのため、場合によっては別途詳細な調査が必要になる可能性があることや、具体的な危険度評価については個々に判断が困難な場合があることに注意を要する。

斜面災害への対応は、幾つかのフェーズに分けて考えることができる。

広域的に斜面災害が多発しているような場合は、調査として大きく4つのフェーズが考えられ、それぞれで調査の目的も異なることが普通である。

表 1-1 の例では、フェーズ1は「斜面災害発生直後」、フェーズ2は「災害発生から3日程度」、フェーズ3は「災害発生から1～2週間程度」、フェーズ4は「変状機構解析・災害対策着手時」に区分しているが、ここではフェーズ2やフェーズ3で本手引きの活用が期待されるものである。

表 1-1 斜面災害における調査対応過程の例

項目	フェーズ1	フェーズ2	フェーズ3	フェーズ4
時期	 発生直後	 初動調査		 詳細調査・応急対策
場面	現地概況の把握	災害発生から 3日程度 被災状況の把握 (斜面災害箇所の把握)	災害発生から 1～2週間程度 斜面災害状況の把握 (二次災害防止)	変状機構解析 災害対策着手時 詳細調査 動態観測
目的	被災地域の状況把握と災害箇所の抽出	斜面災害箇所の把握と主要災害概況の把握	斜面災害箇所の危険性判断 応急対策や詳細調査等の必要性の判断	斜面災害の機構解明のための調査 対策工の検討に必要な調査
調査実施	地方自治体 指定行政機関 等	地方自治体 指定行政機関 施設管理者 等	地方自治体 指定行政機関 施設管理者 建設コンサルタント 等	施設管理者 建設コンサルタント 測量会社 等
状況	被災状況の早期掌握が必要であるが、通信手段や交通手段に制限がある。 消防や自衛隊など一部の活動が行われる。	被災箇所へのアプローチが不確実で、一部は状況把握ができるが、接近困難な状況もある。 調査体制等も完全ではないため現地調査にも制約が多い。	災害全容がある程度把握され、個々の斜面災害の状態について調査着手が可能となる。	フェーズ3の結果に基づき、調査や対策工の検討を行う。 ある程度安全性を確保しながら斜面災害箇所において詳細調査を実施する。
調査内容	ヘリコプタによる広域的な調査や各所からの通報等の情報整理が主体。	制約がある中で可能な限りの現地調査と状況把握を行う。	現地調査（初動調査）と二次災害等危険性の判断	地形測量（レーザープロファイラ等含む） 地質調査 動態観測 等

本手引書の適用範囲

2. 斜面災害の形態

本手引きで対象とする斜面災害は、大きく「土石流」、「地すべり」及び「崩壊」によって引き起こされる。

【解説】

斜面災害は、土砂等が移動する形態から、土石流（鉄砲水、山津波、泥流）、地すべり、及び崩壊（がけ崩れ、山崩れ、落石）、の3つの形態に大きく分類できる。ただし、実際の斜面災害の形態は、これらが複合して発生することが多い。

（１）土石流による災害

土石流とは、山腹や溪流の土砂や岩石が集中豪雨などによる多量の水とともに一気に押し流される現象で、山津波、山潮、鉄砲水などとも呼ばれる。

土石流は、一瞬のうちに谷や溪流を下り、場合によっては数キロメートルも離れた地域にまで大量の土砂・岩石を押し出すため、溪流や谷川、沢とその出口にあたる地域は危険度が高く壊滅的な被害を起こしやすい。

土石流は、斜面の勾配が 15° 以上の谷で生じやすく、勾配が 2° 程度のところまで到達すると言われており（図 2-2 参照）、谷間では土石流流下時に高さが谷底から数メートルにも達する。

土石流の主な移動機構は、溪流底に堆積した土砂の2次移動が主であるが、谷頭で発生した山腹崩壊による土砂がそのまま流動化し、谷を流下するにつれ溪岸や溪床を削りながら成長することもある。



図 2-1 土石流による災害の概要

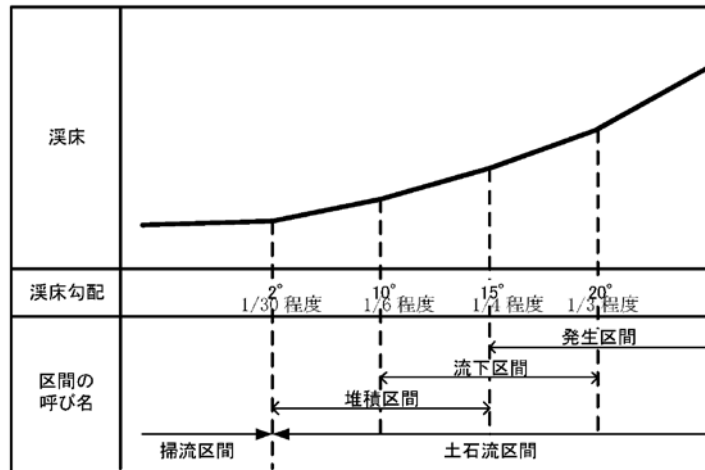


図 2-2 土砂移動の形態の溪床勾配による目安

砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，国土技術政策総合研究所資料第 364 号，2007

（２）地すべりによる災害

地すべりとは、斜面中の土塊がすべり面と呼ばれる不連続面上を移動する現象であり、地下水供給量の増大や地下水位の上昇、地震などを誘因として起こるものである。

地すべりという用語は、土石流や崩壊など斜面中の土砂移動現象を包括的に表すものとして広義に使われる場合もあるが、ここでは比較的緩斜面で生じる土塊の緩慢な変動を地すべりと呼ぶこととする。

地すべりは、特定の範囲で継続的に運動が継続することが多いので、移動範囲や移動深さを把握することが重要となる。なお、地すべりの深さを知るためには詳細な調査が必要で、正確な地すべり機構を把握するには専門的な知見を要する場合がある。

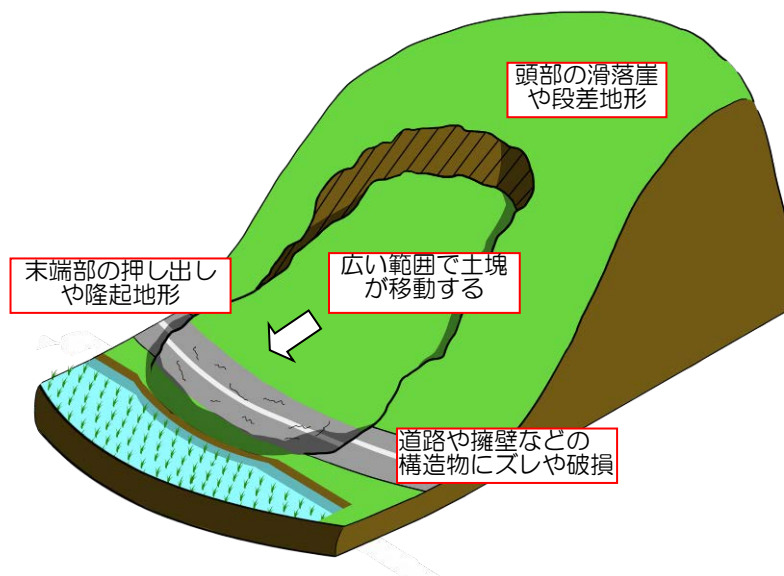


図 2-3 地すべりによる災害の概要

（３）崩壊による災害

崩壊（がけ崩れ、山崩れ、落石）とは、集中豪雨や地震などにより地盤が緩み、抵抗力の低下や浮石の抜け出しが生じ、斜面が瞬時に崩れ落ちる現象をいう。

崩壊は、突発的に起こり崩れ落ちるスピードが速いため、人家の近くで起きると逃げ遅れる場合も多く、人的被害の割合が高いのが特徴である。

勾配の急な斜面や、水の集まりやすい斜面で多く発生し、特に過去に崩壊のあった斜面の周囲では注意が必要である。

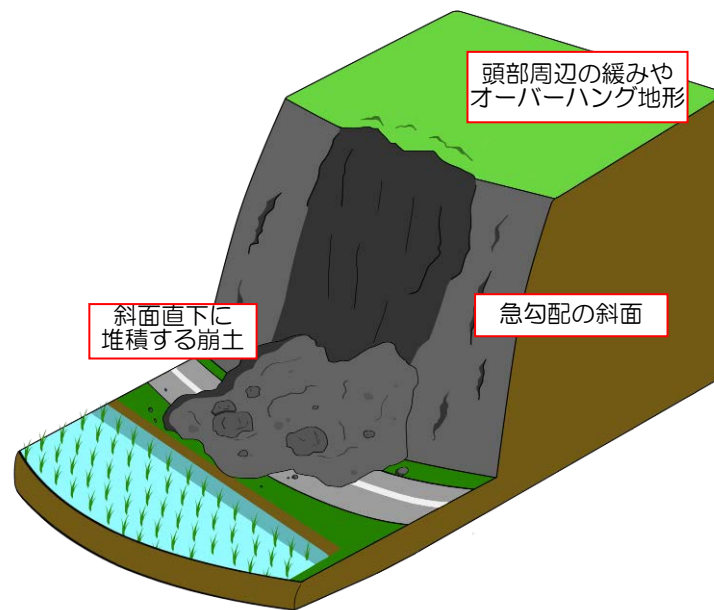


図 2-4 崩壊による災害の概要

前項の地すべりと崩壊の違いについてはいろいろな方法で表現されるが、一般には次のような特徴の違いで区分される。

表 2-1 地すべりと崩壊の違い

	地すべり	崩壊
1. 地 質	特定の地質または地質構造の所に多く発生する	地質との関係は少ない。
2. 土 質	主として粘性土をすべり面として滑動する	砂質土（マサ、ヨナ、シラスなど）のなかでも多く起こる
3. 地 形	5°～20°の緩傾斜地に多く発生し、特に上部に台地状の地形をもつ場合が多い。地すべり地形に顕著	20°以上の急傾斜地の谷頭部に多く発生する
4. 活動状況	継続性、再発性、時間依存性大	突発性があり、時間依存性小
5. 移動速度	0.01～10mm/d のものが多く、一般に速度は小さい	10mm/day 以上で速度はきわめて大きい
6. 土 塊	土塊の乱れは少なく、原形を保ちつつ動く場合が多い	土塊は攪乱される
7. 誘 因	降雨や融雪に伴う地下水位の上昇や、地震による影響が大きい	降雨、とくに降雨強度に影響され、地震による影響も大きい
8. 規 模	1～100ha で規模が大きい	面積的規模が小さい
9. 徴 候	発生前に亀裂の発生、陥没、隆起、地下水の変動などが生じる	発生前の徴候が少なく、突発的に滑落してしまう

改訂第6版農業農村工学ハンドブック（農業農村工学会）に一部加筆

3. 災害時の初動調査手順

斜面災害に対して初動調査を実施する場合は、必要な事前準備をした上で現地調査を行う。調査結果の整理は、決められた調査表などを用いて整理するのがよい。

【解説】

緊急災害時の対応として、必要となる主な行動（事前の準備や初動調査やそのまとめ）を図 3-1 に示す。

災害直後は情報が混乱し不測の事態が起こることも多い。そのため、必要な情報は常に更新しながら、関係者間で共有することが、調査を行う上で重要である。

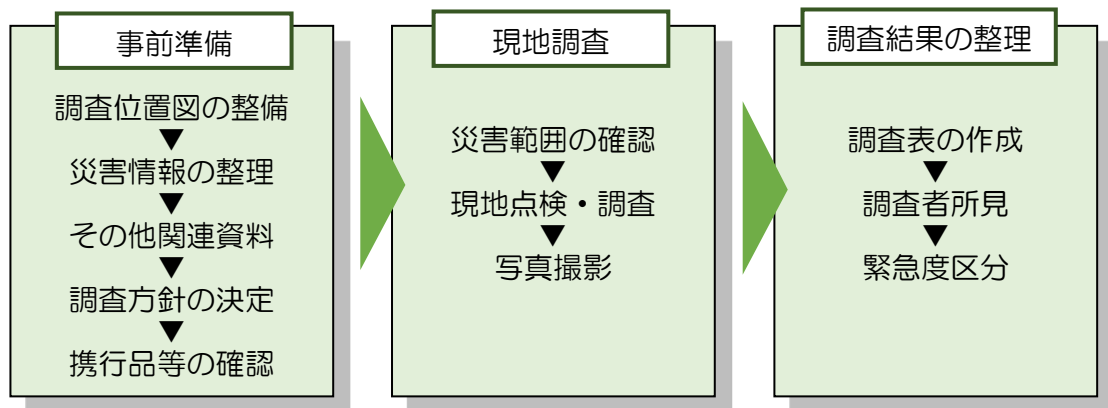


図 3-1 災害時調査の基本的な流れ

3.1. 事前準備

現地調査を効率的に実施するために、事前準備として予め必要な情報を入手し、調査方針を立てた上で、実施体制等を整備する。

【解説】

現地調査を行うに当たって、以下に示す事前準備を行う。これらの作業は、調査前の限られた時間で行うものであり、十分な準備ができないことも想定しておかなければならない。

表 3-1 調査前の主な準備事項

準備事項	内容
調査位置図の整備	現地調査や調査地へ行くために用いる地図や図面類を揃える。現地にも携行するので 必ず整備しておく 。
災害情報の整理	各機関等から発信される斜面災害情報を整理する。現地調査を効率的に実施するため、調査地の状況に関する情報は 可能な範囲で把握しておく 。
関連資料の収集	通常、調査地周辺の地域特性に関する情報（土地利用状況や地形や地質等に関する情報等）や、災害要因となった雨量や地震に関する情報などを収集することが多い。参考にできる情報があれば 必要に応じて収集する 。
調査方針の決定	事前に調査ルートや調査方法の決定、調査体制や関係機関との連絡体制の確認、安全管理等を 決める 。
携行品等の確認	調査用具や服装・装備、その他工具類等を 準備する 。

（１）調査位置図の整備

調査に当たって、始めに調査地周辺の調査位置図を収集する。調査位置図は、調査地の確認に利用するとともに、調査結果をまとめる際の基図とするため、必ず整備する。

【解説】

調査位置図とは、調査地が示された地図や図面類で、現地へのアプローチを確認するために用いる。現地へも携行することが多く、調査結果を記載するのに用いる場合もあるため、通常は紙媒体で用意する。

表 3-2 主な調査位置図（基図）の種類

種類	入手先	備考
測量図面	施設管理者 等	図面があるのが明確な場合のみ収集
地形図	日本地図センター	紙地図の購入
	国土地理院	閲覧（ http://maps.gsi.go.jp ）
地図検索システム	検索サイト	Google や yahoo 等
住宅地図	ゼンリン	コンビニでのプリントサービス等がある
道路地図	書店等	—

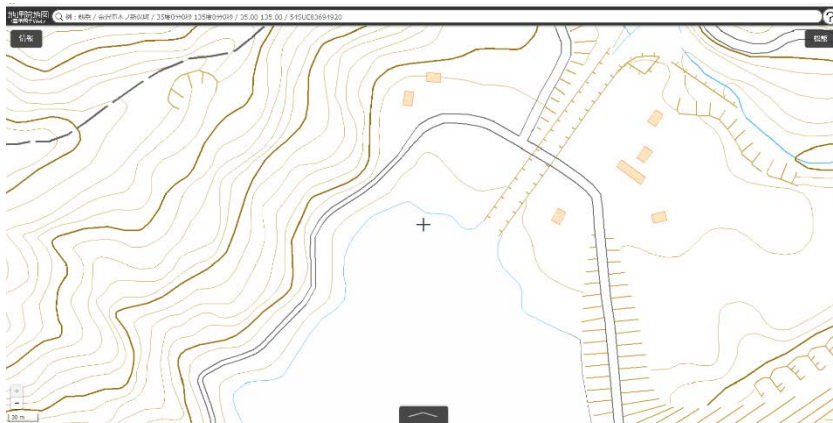


図 3-2 地理院地図イメージ

<https://maps.gsi.go.jp/>

(2) 災害情報の整理

現地調査を効率的に進めるため、災害に関する情報を可能な範囲で収集するものである。なお、災害情報は時間によって変わることがあるので、最新の情報を把握するように努める。

【解説】

災害情報の整理は、現地状況を把握するために、主として「斜面災害情報」及び「通行規制情報」を収集整理する。

① 斜面災害情報

斜面災害情報は、多くは関係機関から得られることが多いが、広域的に災害が発生している場合はインターネットなどを通じて個々に調べる。

《インターネットで得られやすい情報》

- ・ 国土交通省から発信されている災害情報
- ・ 航測会社等が撮影した災害現場の上空写真
- ・ 関連学会や大学、研究機関などの調査団が現地で行った現況調査結果

国土交通省では、自然災害発生時に現場情報を収集して地図上に表示させるシステム（統合災害情報システム「DiMAPS」）を運営している。

このシステムで多くの情報が得られやすいので、はじめに確認しておくのがよい。

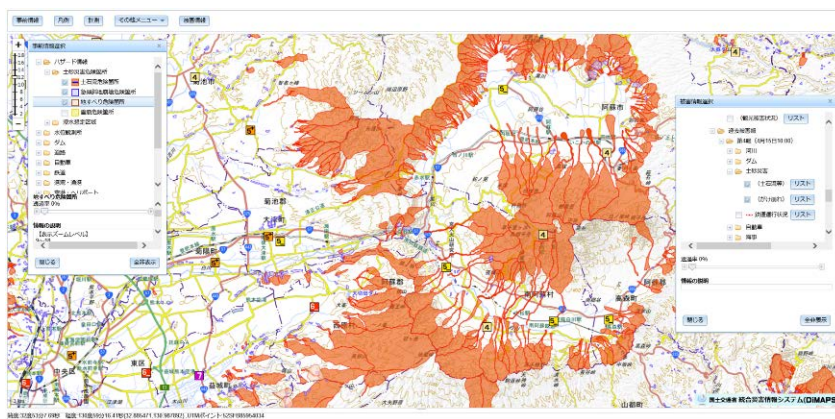


図 3-3 統合災害情報システム (DiMAPS) イメージ

<http://www.mlit.go.jp/saigai/dimaps/index.html>

②通行規制情報

災害時は、道路の通行規制情報を確認し、効率的に調査が実施できるように努める。

日本道路交通情報センターなどの情報の他に、道路管理者や警察で提供している情報にも確認する。



図 3-4 規制情報例 (日本道路交通情報センター)

<http://www.jartic.or.jp/>

(3) その他関連資料

調査の参考となる関連資料等を、必要に応じて収集する。

【解説】

関連資料とは、現地調査の参考となる各種資料のことで、例えば調査地周辺の地域特性や災害の要因となる降雨や地震に関する情報等を把握し、調査対象範囲を設定する場合や調査時の災害発生機構を推定する場合に用いたりする。

《関連資料の活用例》

- ・調査対象範囲の設定

雨量分布図を基に雨量の多い地域を調査対象に設定する

震源地や断層位置周辺を調査対象に設定する 等

- ・災害発生機構の推定

斜面災害の原因として地質分布が影響している

斜面災害の発生場所は土砂災害警戒区域である

調査地周辺で斜面災害履歴が報告されている 等

①利用可能なオープンデータやサービス

災害時に利用される情報の多くは、オープンデータとしてインターネット上で公開されているもので、積極的な活用が期待される。

表 3-3 に主なオープンデータやサービスの例を示す。

表 3-3 主なオープンデータやサービスの例

データの種類	データ・閲覧サービス	発信元
災害情報	DiMAMP（統合災害情報システム）	国土交通省
地 形	地理院地図（空間情報閲覧システム）	国土地理院
標 高	数値標高モデル（ダウンロード可能）	
写真・画像	空中写真（ダウンロード可能） 地理院地図（空間情報閲覧システム）	
	GoogleEarth（バーチャル地球儀システム） Google マップ（ストリートビューなど）	Google
地 質	地質図 Navi（地質情報閲覧システム） 地質図類（ダウンロード可能）	地質調査総合センター
地震情報	地震情報	気象庁
気象情報	アメダス（降水量、気温、風向・風速等）	
	川の防災情報（レーダ雨量分布等） 水文水質データベース	国土交通省

＜地形データ＞

地形データは、一般に地形図として利用し、例えば調査地周辺が地すべり地形などではないか、背後斜面はどうなっているのか、周囲に特徴的な水系はないか、など把握するのに役立つ。



図 3-5 地形図のイメージ

<https://maps.gsi.go.jp/>

＜写真・画像データ＞

地形データを補完し、現地の状況を視覚的に把握する。国土地理院の「地理院地図」では、空中写真を標高データから3D化することもできるため、現地のイメージを把握するのに便利である。

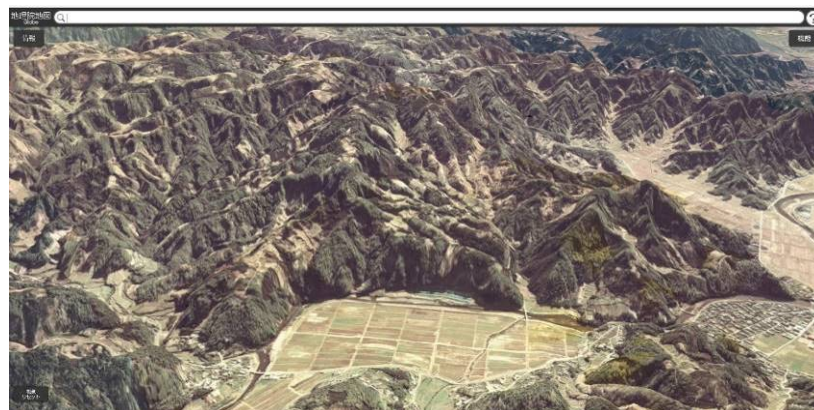


図 3-6 地理院地図による3D表示例

<https://maps.gsi.go.jp/>

また、google が提供している Google Earth や Google マップも似たような機能があるので利用するとよい。

なお、Google マップでは、「ストリートビュー」と呼ばれる道路沿いの風景画像を表示するサービスも提供している。画像は、全天球カメラで撮影されているため、

360° の景色が見られ、調査地がカバーされていれば営農状況や保全対象など有益な情報が得られやすい。

＜地質データ＞

斜面災害が発生する場所と地質分布は関係していることが多く、災害の特徴も分布する地質によって異なることが多い。そのため、調査地に分布する地質を事前に把握しておくことで、災害形態などを推察することができる。

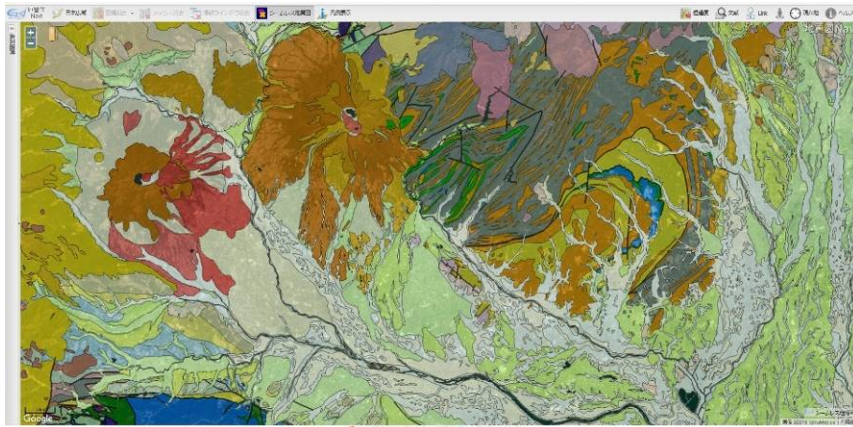


図 3-7 地質図のイメージ（地質 Navi：地質調査総合センター）

<https://gbank.gsj.jp/geonavi/geonavi.php>

＜気象等（降雨・地震）＞

雨量分布や震度分布は、斜面災害の発生域を推定する有力な情報源であり、災害の発生機構を推定する上で重要である。そのため、災害時の気象等の情報は、現地調査の基本情報として把握しておきたい。一般に、雨量や震度が大きい地域ほど斜面災害が発生しやすいため、調査対象範囲を検討する場合などに役立つ。

雨量データは、一般に気象庁のアメダスを用いることが多いが、国交省や地元の自治体などで観測している場合も多いので、なるべく現場に近い観測所を探してデータを入手するのがよい。

《主な気象等の情報源》

- 気象庁や気象台のアメダスデータや地震情報
- 国交省（地方整備局）が設置している観測所やレーダ雨量のデータ
- その他地方自治体等が設けている気象観測点のデータ 等



図 3-8 川の防災情報（国交省）による雨量分布図（レーダ）

<https://www.river.go.jp>

②区域指定等

調査地が、土砂災害警戒区域、地すべり防止区域、砂防指定地など、斜面災害と関連する指定地に定められている場合、区域指定に係る台帳や図面等が整備されている場合も多い。可能であれば、これらの情報を入手することも有効である。

（４）調査方針の決定

収集した各種情報を基に、調査箇所や調査方法、調査体制など基本的な実施方針を決め、現地の作業計画を立てる。

【解説】

調査方針は、調査箇所を選定し、関係者と調査体制や調査方法について事前に協議して決定する。その際、連絡体制や安全管理についても事前に計画するとともに、現地調査に必要な装備や携行品等について確認する。

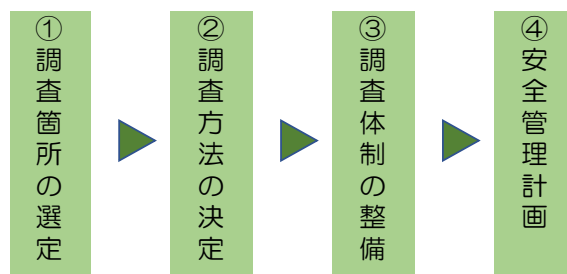


図 3-9 基本的な調査方針計画の流れ

表 3-4 各項目の考え方の例

項目	考え方の例
調査箇所の選定	・限られた時間の中で優先順位をつけて実施できるようにする ・被害の大きいところや保全対象に近いところを選定する (土砂災害警戒情報等が発令された地域や大規模斜面災害が発生した箇所の周辺などを中心に、ため池など重要な保全対象の分布も考慮して選定するとよい) ・地すべり防止区域や土砂災害危険区域等のところを抽出する
調査方法の決定	・調査目的を明確にして方法を検討する。 ・災害状況把握のため調査票を使用した点検調査を実施する ・全容が把握しにくい場合は上空から UAV で概況調査をする ・災害で明らかに緊急性があるときは、地方農政局を通じて専門家へ災害支援要請を検討する
調査体制の整備	・基本的に1班3名体制程度としそれぞれの役割を明確にする ・経験が豊富な調査員を班長として班編成を組むのがよい ・安全性に配慮し単独行動にならないようにする ・調査地が多数ある場合は複数の班編成とし、情報を統括する調査本部を設ける ・UAV 等を使用する場合は操縦経験のある調査員を選任する ・二次災害防止の観点から別途見張り員等の必要性も検討する
安全管理計画	・調査員の健康チェック ・危険予測と対処方法の確認と周知 ・作業中止基準等の設定 ・緊急時の連絡体制の構築

調査班の構成例

班 長 ----- 統括・現地調査
 調査員 1 ----- 現地写真撮影
 調査員 2 ----- 調査表記入

図 3-10 調査班の構成例

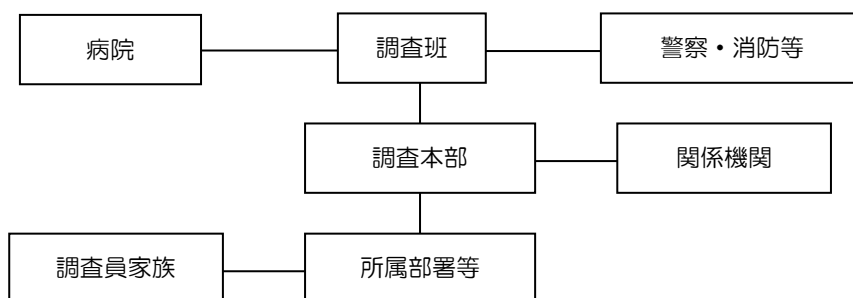


図 3-11 緊急時連絡体制の例

(5) 携行品等の確認

調査前に、現地調査に適した服装・装備や、必要となる主な携行品等を確認する。

【解説】

調査方法を確認した上で、現地に携行する作業用具等を準備する。

参考として、「装備・携行品等チェックリスト表（案）」を表 3-5 に示す。

表 3-5 装備・携行品等チェックリスト表（案）

＜服装・装備＞		数量	備考
◎	☐ 作業衣（またはアウトドアウェア等）		
◎	☐ ヘルメット		
◎	☐ 手袋（軍手、革手袋）		
◎	☐ 長靴もしくは安全靴等		
◎	☐ 身分証明証明書（身分を証明するもの）		
△	☐ 防寒着		
△	☐ 胴長（水深の深い場所で調査する場合）		
△	☐ 雨具		
＜調査用具類＞			
◎	☐ 筆記具類（野帳、ボールペン等）		
◎	☐ 調査表（点検様式等）		
◎	☐ 地図・図面類		
◎	☐ 撮影機器（デジタルカメラ、ビデオ）		
◎	☐ 測量ポール（スタッフ）		
◎	☐ スケール（鋼製巻尺、コンベックス等）		
○	☐ 黒板・チョーク（ホワイトボードでもよい）		
○	☐ 双眼鏡		
○	☐ GPS（GPS 機能付き携帯等でもよい）		
○	☐ ハンマー		
△	☐ クリノメーター		
＜調査工具類＞			
○	☐ カッター、小刀		
○	☐ なた、携帯用ノコギリ		
○	☐ マーキングスプレー、テープ		
＜安全対策＞			
△	☐ 交通規制用資機材（停車板、ラバーコーン等）		
＜その他携行品＞			
◎	☐ 携帯電話等（現地連絡手段）		
△	☐ ノートパソコン		
△	☐ 電池・充電器		
△	☐ メディア類		
△	☐ ラジオ		
△	☐ 懐中電灯（ヘッドライトでもよい）		
△	☐ 飲料水・行動食		
△	☐ 救急箱		

◎必需品 ○あると便利 △場合によって準備

(6) 準備段階での留意事項

災害時は不測の事態が起こりやすいため、現地状況に応じて適切に判断して行動することが求められる。

【解説】

以下、災害現場で想定される状況を記すので、事前準備の参考とされたい。

<情報の不足>

被災後の点検・調査は、誘因となった豪雨や余震が続く中で行われる場合が多く、安全かつ適切に調査を進めるためには、最新の情報を取得しながら行うことが不可欠となる。また、現地では通信機器の送受信が困難となる状況も想定されるので、事前に可能な情報を取得し行動計画を定め行動することが重要である。

<劣悪な作業環境>

豪雨や地震による被災後は、粉塵や埃などが大量に飛散していることがある。場合によっては、マスク・保護ゴーグル（防塵メガネ）などを用意しておくことも考えられる。また、現場では清潔な水が確保できないことも多く、不衛生な作業となる場合も想定される。

<植生による障害>

斜面災害では、植物が著しく繁茂しており、調査地へ容易に侵入することができないことがある。想定以上の時間を要する場合があるので注意が必要である。

<調査地へのアプローチ>

被災後の現地では、目印となる施設が消失し、調査地を確認するのが困難になる場合がある。また、道路などの損傷で、迂回をしなければならないことも多い。

<物資等の補給>

大規模災害では、停電や物流の停止、商店等の被災などで、通常の場合には容易に補給できる資機材・燃料などが補給できないことがある。

<被災者への配慮>

災害現場では、地元住民へ細心の配慮が必要であり、不用意な言動や行動、写真撮影等は慎まなければならない。