

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】

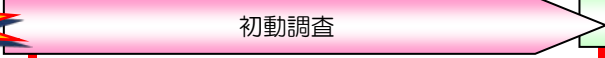
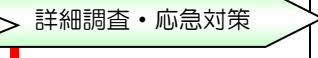
斜面災害は、特定の原因によって引き起こされるものであるが、本手引きは降雨と地震によるものに特化して、着目すべき事象や調査における留意点を、既往の調査実績や現場の経験者の知見を基に取りまとめたものである。そのため、場合によっては別途詳細な調査が必要になる可能性があることや、具体的な危険度評価については個々に判断が困難な場合があることに注意を要する。

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

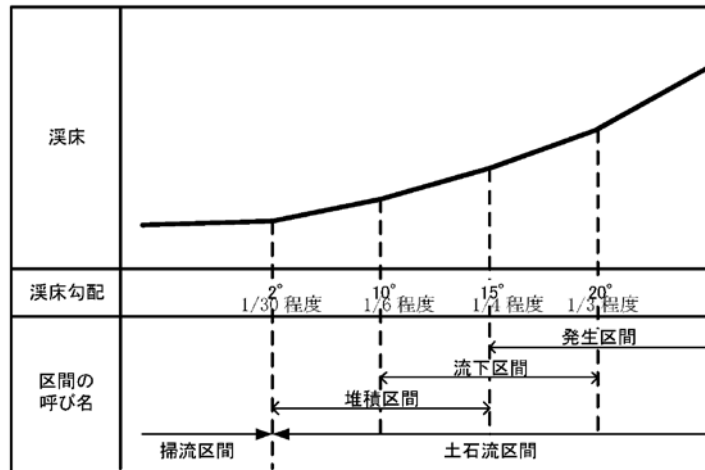


図 2-2 土砂移動の形態の溪床勾配による目安

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。

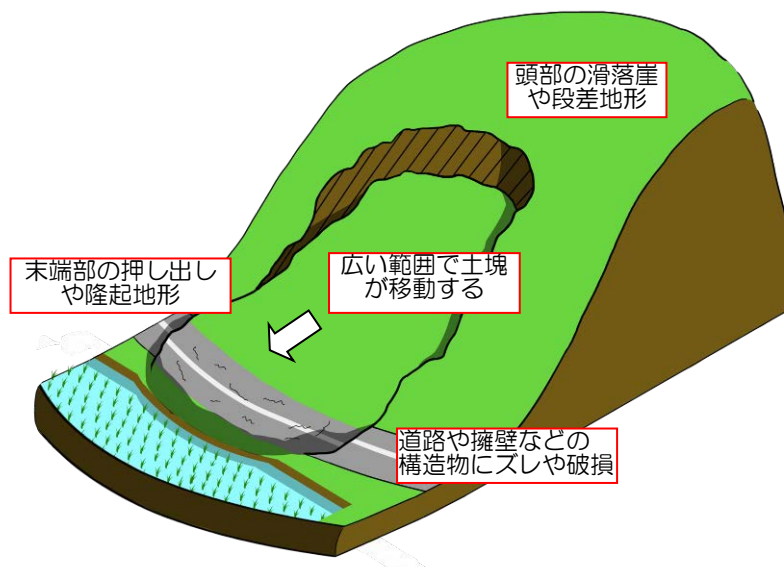


図 2-3 地すべりによる災害の概要

（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。

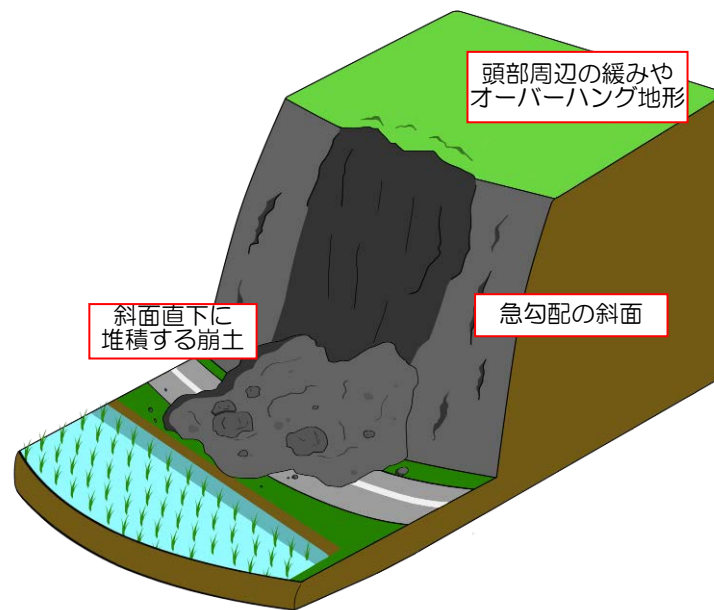


図 2-4 崩壊による災害の概要

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。

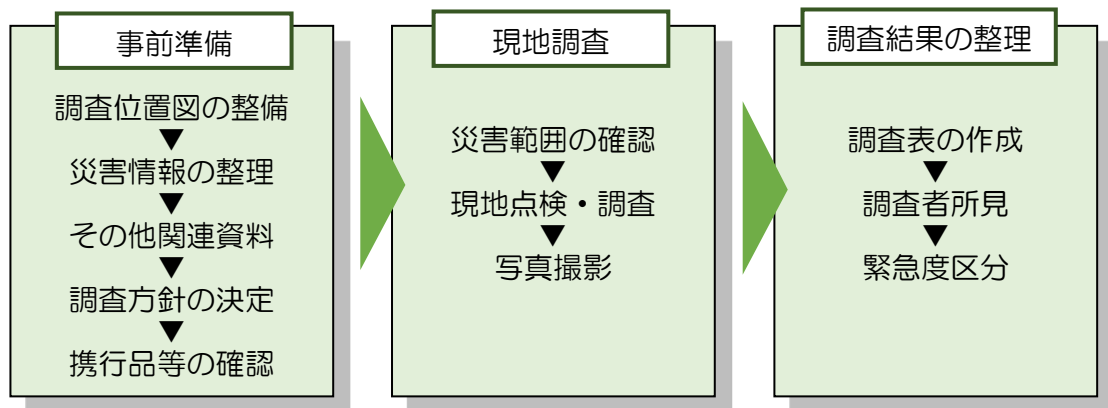


図 3-1 災害時調査の基本的な流れ

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	—

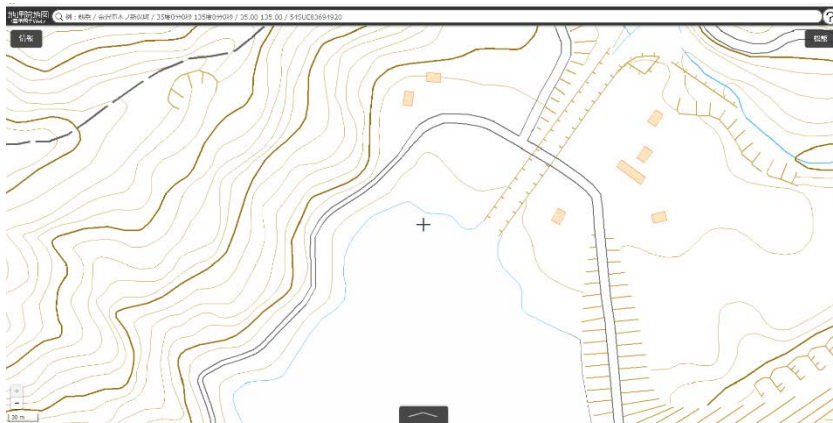


図 3-2 地理院地図イメージ

<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。

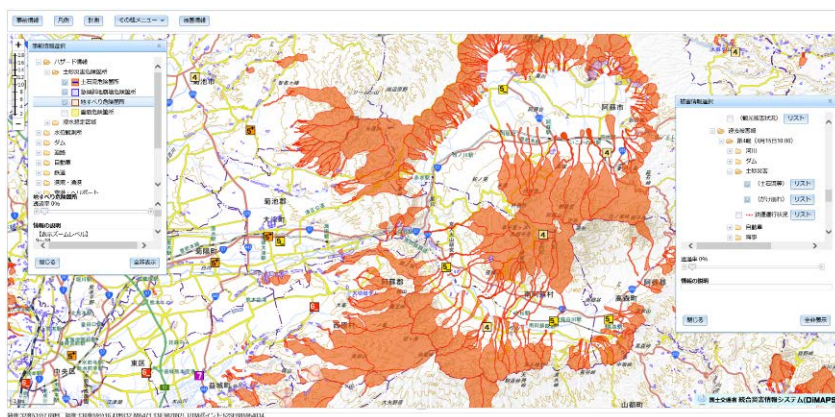


図 3-3 統合災害情報システム (DiMAPS) イメージ

<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。

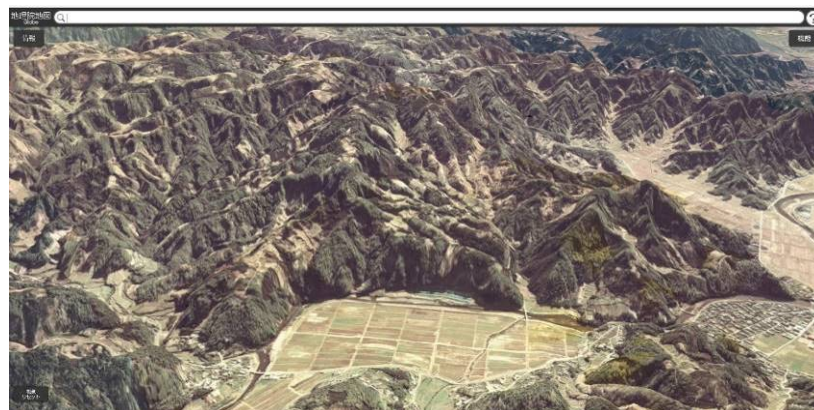


図 3-6 地理院地図による3D表示例

<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。

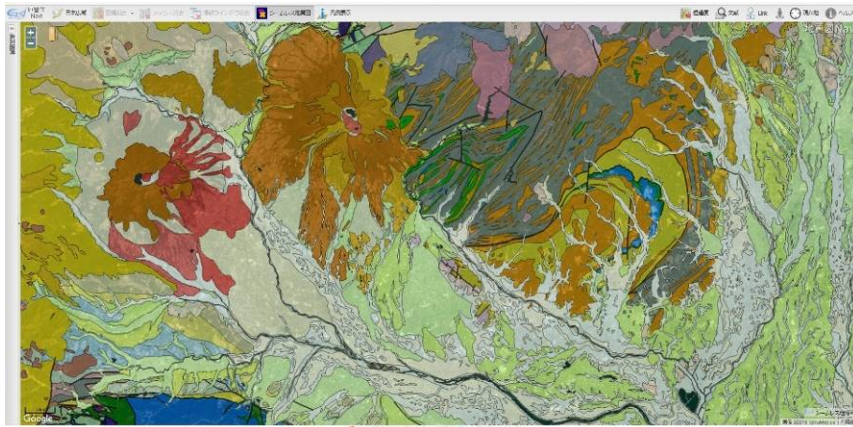


図 3-7 地質図のイメージ（地質 Navi：地質調査総合センター）

<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。

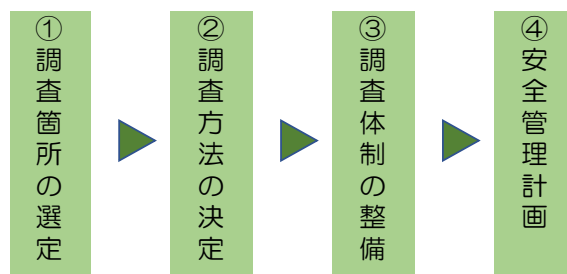


図 3-9 基本的な調査方針計画の流れ

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

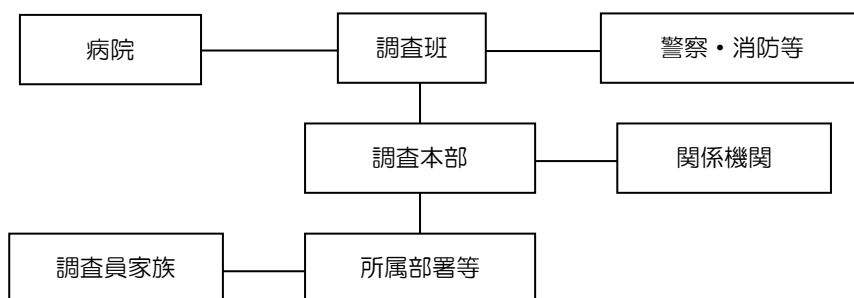


図 3-11 緊急時連絡体制の例

(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。

3.2. 現地調査

現地調査は、斜面災害箇所や周辺の被害の状況を把握する。斜面変状箇所や被害状況については、写真などを撮影して記録する。

現地調査は、斜面災害箇所の状況を把握するとともに、状況に応じた緊急度を判断するために実施する。

ここでは、表 3-6 と表 3-7 に示す「農地等斜面災害緊急調査表」の様式を利用した調査方法について説明する。

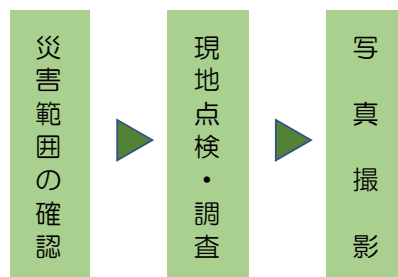


図 3-12 現地調査のフロー

（１）災害範囲の確認

災害範囲の確認では、斜面災害の状況及び周辺の被害状況の全体を把握する。

【解説】

調査にあたっては、はじめに斜面から離れた位置で災害の全容を確認し、どのような状況になっているのか、また、どこに斜面の変状や被害が集中しているのかななどを観察し、調査のポイントになりそうな場所を探す。

また、併せて作業が安全に行えそうな場所についても、見当を付けておくとよい。

斜面災害位置について、GPS などで確認する。最近では、カメラなどに GPS 機能が付いているものも多く、このような機能も利用できる。また、多少の誤差が許容できればスマートフォンのアプリを使って緯度経度を取得してもよい。

(2) 現地点検・調査

現地点検・調査は、「農地等斜面災害緊急調査表」に示される確認項目（「斜面状態」と「被害状況」）を中心に点検し、異常の有無や周辺への危険性を確認する。

【解説】

調査表にしたがって、はじめに「災害形態」や「斜面分類」、「斜面特性」、「土地利用状況」などを判断し記入する。なお、斜面特性として幅や長さ、勾配を記入する際は、計測可能であれば実測し、難しい場合は目測でもよい。

次に、調査表の「確認事項」に示される事象の有無を確認する。その他、確認事項にはないが、調査中に気になった点や、周囲に対して危険を与えそうな点なども記録しておく。

<斜面の状態>

斜面中では、開口した亀裂があったり、斜面上部から災害範囲に地表水が入るような状況があると、二次的に土砂が崩落したりする場合があるので、特に留意して観察する。

また、大きく開いた亀裂などがあると、同じ方向に連続して亀裂が伸びていたりするので、不安定な範囲を推定するのに重要な情報となる。こうした亀裂は、土砂が崩落した範囲のさらに山側で確認されたりするので、現地点検・調査はある程度広めに行っておくことが望ましい。

<被害状況>

被害状況は、保全対象がどのような状態にあるのか観察し記録する。この際、「確認事項」にない項目であっても、気になる点があれば記録しておく。

また、様々な状況によって、二次災害など被害がさらに拡大する可能性もある。このような場合は、詳細な点検が必要になることが多いので、状況を詳細に記録しておく。

(3) 写真撮影

現地で確認された異常箇所や、周辺の被害状況については、写真を撮影し記録する。

【解説】

現地で記録として写真撮影をする場合は、以下の点に留意する。なお、写真では状況が上手く伝わらない場合もあるので、場合によってはスケッチなどを書いておくとうい。

- 斜面災害の範囲がわかるような全景写真を撮影しておく。
- 現地で確認できた変状や被害状況は、個々に撮影する。
- 亀裂等がある場合は、測量用ポールやその他のスケールを変状位置に沿わせ、規模（長さや幅、深さ等）が分かるように撮影する。
- 変状箇所が植生で隠れたりしないように撮影する（場合によっては、刈り払い等を行う）。
- 逆光であったり日陰では被災状況を鮮明に撮影できないことが多いので、可能な限り撮影時間を考慮する。
- 近接写真を撮るときは、場所や変状位置が分かるよう遠景写真も撮影しておく。
- 湧水等がある場合は、湧水箇所等に印等をつけて撮影しておく。

表 3-6 調査表（様式-1）

様式-1																																																																																		
箇所番号	調査日時 平成 年 月 日 :																																																																																	
農地等斜面災害緊急調査表																																																																																		
調 査 箇 所 (所在地)	緯度：北緯 ° ‘ “ 経度：東経 ° ‘ “																																																																																	
調 査 者																																																																																		
被 災 報 告 概 要																																																																																		
災 害 形 態	①土石流 ②地すべり ③崩壊 ④その他 ()																																																																																	
斜 面 分 類	①自然斜面 ②切土のり面 ③盛土のり面 ④その他 ()																																																																																	
斜 面 特 性	①幅 約 m ②長さ 約 m ③高さ 約 m ④勾配 約 度 ⑤地質 硬い岩盤 ・ 軟質な岩 ・ 土砂																																																																																	
災害発生域	①田 ②畑 ③果樹園 ④農業水利施設 ⑤宅地 ⑥道路 ⑦溪流・河川 ⑧その他																																																																																	
土砂流出域	①田 ②畑 ③果樹園 ④農業水利施設 ⑤宅地 ⑥道路 ⑦溪流・河川 ⑧その他																																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">確認事項</th> <th colspan="2">結果</th> <th>状況</th> </tr> <tr> <th>有</th> <th>無</th> </tr> <tr> <td rowspan="7" style="text-align: center; vertical-align: middle;">斜面 の 状態</td> <td>連続した亀裂や開口した亀裂がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>異常な陥没や線状の凹地・段差がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>新しそうな浸食跡や崩壊跡がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>地表水の流入や湧水、パイピング孔がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ある程度の範囲で倒木や立木の傾きがある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>不安定な転石や土塊・岩塊がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>斜面の押し出しや土砂の流出がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="11" style="text-align: center; vertical-align: middle;">被害 状況</td> <td>農地に変状が生じている</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>人家や宅地、公共施設に被害がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>道路（農道以外）に支障がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>農道が損壊などしている</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>農業用施設が損壊などしている</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ため池や用水路に土砂が流出している</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>農地に土砂が流出している</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>水路やカルバート周辺に大きな洗掘がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>河川や溪流に流出した土砂が堆積する</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>保全対象が河川等により浸食されている</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>上記以外の被害がある</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		確認事項		結果		状況	有	無	斜面 の 状態	連続した亀裂や開口した亀裂がある				異常な陥没や線状の凹地・段差がある				新しそうな浸食跡や崩壊跡がある				地表水の流入や湧水、パイピング孔がある				ある程度の範囲で倒木や立木の傾きがある				不安定な転石や土塊・岩塊がある				斜面の押し出しや土砂の流出がある				被害 状況	農地に変状が生じている				人家や宅地、公共施設に被害がある				道路（農道以外）に支障がある				農道が損壊などしている				農業用施設が損壊などしている				ため池や用水路に土砂が流出している				農地に土砂が流出している				水路やカルバート周辺に大きな洗掘がある				河川や溪流に流出した土砂が堆積する				保全対象が河川等により浸食されている				上記以外の被害がある			
確認事項				結果		状況																																																																												
		有	無																																																																															
斜面 の 状態	連続した亀裂や開口した亀裂がある																																																																																	
	異常な陥没や線状の凹地・段差がある																																																																																	
	新しそうな浸食跡や崩壊跡がある																																																																																	
	地表水の流入や湧水、パイピング孔がある																																																																																	
	ある程度の範囲で倒木や立木の傾きがある																																																																																	
	不安定な転石や土塊・岩塊がある																																																																																	
	斜面の押し出しや土砂の流出がある																																																																																	
被害 状況	農地に変状が生じている																																																																																	
	人家や宅地、公共施設に被害がある																																																																																	
	道路（農道以外）に支障がある																																																																																	
	農道が損壊などしている																																																																																	
	農業用施設が損壊などしている																																																																																	
	ため池や用水路に土砂が流出している																																																																																	
	農地に土砂が流出している																																																																																	
	水路やカルバート周辺に大きな洗掘がある																																																																																	
	河川や溪流に流出した土砂が堆積する																																																																																	
	保全対象が河川等により浸食されている																																																																																	
	上記以外の被害がある																																																																																	
調査者所見（災害規模、被害状況や今後の対応等）																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">緊急 度</td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;">A</td> <td>今後、人身や家屋・公共用施設等の重要な物件に被害が及ぶ可能性のあるもの</td> </tr> <tr> <td></td> <td>B</td> <td>被害があるもの、または被害が拡大する可能性のあるもの</td> </tr> <tr> <td></td> <td>C</td> <td>被害がほとんどないもの</td> </tr> </table>		緊急 度		A	今後、人身や家屋・公共用施設等の重要な物件に被害が及ぶ可能性のあるもの		B	被害があるもの、または被害が拡大する可能性のあるもの		C	被害がほとんどないもの																																																																							
緊急 度			A	今後、人身や家屋・公共用施設等の重要な物件に被害が及ぶ可能性のあるもの																																																																														
			B	被害があるもの、または被害が拡大する可能性のあるもの																																																																														
		C	被害がほとんどないもの																																																																															
緊急度判定不能の場合 ①現地は確認したが判断が困難 ②現地を詳しく確認できない ③その他																																																																																		
理由・状況等																																																																																		

表 3-7 調査表（様式-2）

様式-2	
箇所番号	調査位置図、斜面災害状況・被害状況などの写真やスケッチ

3.3. 調査結果の整理

調査結果の整理は、現地で確認した情報や記録を点検表に整理する。この際、現地状況を踏まえて所見をまとめるとともに緊急度について区分する。

【解説】

調査が済んだら、確認した状況を総括し、「調査者所見」の欄にコメントを記載する。ここでは、災害の規模や被害状況、今後の対応など、現地で確認した事実に基づいて、記載する。

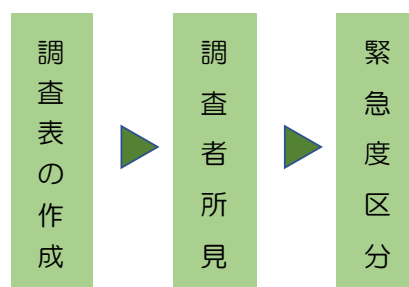


図 3-13 調査結果の整理の流れ

(1) 調査表の作成

現地点検・調査の結果を基に、「農地斜面災害緊急調査表」の様式（様式-1 及び様式-2）を作成する。

【解説】

現地点検・調査の結果については、点検表にまとめて整理する。

<調査表 様式-1>

「点検日時」「調査箇所」「調査者」を記入する。調査箇所では、現地で計測した緯度経度も記入する。計測していない場合は、インターネットの地図検索サービスなどで緯度経度を確認し記入する。

「災害形態」「斜面分類」は、該当箇所を○で囲む。不明な場合は、その他で状況を記載する。また、**中間的な要素がある場合は、複数を選択してもよい。**

「斜面特性」は、幅・長さ・高さ・勾配について、計測できれば計測した値を記入する。地質は、見れる範囲で確認した結果を基に、該当箇所を○で囲む。

「土地利用」は、災害発生域と土砂流出域に分けて、それぞれ該当箇所を○で囲む。土砂の流出がない場合でも、保全対象を明らかにするため、下流の状況を踏まえて判断する。

「確認事項」は、「斜面の状態」と「被害状況」の項目ごとに事象の有無を判断し、「結果」の有無についてどちらか○を記入する。この際、「状況」欄にもコメントがあれば記載する。

＜調査表 様式－２＞

ここには、調査位置図や斜面災害状況・被害状況など現地で撮影した写真やスケッチ等を貼付する。

記載量が多い場合は、様式を追加するなどして、現地状況が伝わりやすいようにまとめる。

（２）調査者所見

現地点検・調査の結果を踏まえ、危険性等の判断やその根拠となる事象など、総括的にまとめて、調査表に記入する。

【解説】

災害規模や被害状況等を具体的に記載する。また、現状のままでは、被害が拡大する恐れがあるような場合に、その状況や対応策の提案など気が付いた点を自由に記入してよい。

また、今回の調査で状況がよく確認できなかったときは、その状況を記載する。調査箇所について地元で聞き取りなどができたら、その情報も記載する。

＜監視計画（後続調査）＞

現地調査の結果で、以下の状況がある場合は、安全性の確保と今後の対応を検討する上で動態観測等を行う場合がある。

その際は、「地すべり監視体制構築の手引き－地すべり地の安全・安心のための効率的な地すべり監視体制－（農林水産省農村振興局農村環境課）」などを参考に、監視計画等を提案するとよい。

《動態監視が必要な状況の例》

- ・調査対象が地すべりで、滑動が継続している場合
- ・滑落崖の背後に新たな亀裂が生じて、２次滑落の可能性が高い場合
- ・土石流の堆積物や発生源の斜面で、土石流が再度発生する危険がある場合
- ・構造物に亀裂が生じ、背後に大きな土圧などがかかっている可能性がある場合



図 3-14 簡易な手法を用いた監視方法の例

地すべり災害を予防・軽減するための活動の手引き（農村環境課）

（３）緊急度区分

現地点検・調査結果を基に、現地の状況を緊急度として区分する。

【解説】

緊急度については、表 3-8 を参考に現地の状況を踏まえて判断する。

表 3-8 緊急度区分の判定例

区分	状況
A	今後、人身や家屋・公共用施設等の重要な物件に被害が及ぶ可能性のあるもの
B	被害があるもの、または被害が拡大する可能性のあるもの
C	被害がほとんどないもの

- 緊急度「A」は、避難を含む緊急対応や応急措置を速やかに行う必要がある場合に該当する。保全対象と不安定な斜面の位置関係にも留意して判断する。
- 緊急度「B」は、既に被害が生じている状況がある場合や、「A」には該当しないが、斜面の状況から被害が拡大する可能性の高いものに該当する。
- 緊急度「C」は、大きな被害が認められず、今後の対応は不要と考えられる場合に該当する。

なお、緊急度の判断が付けられない場合は、「現地は確認したが判断が困難」または「現地を詳しく確認できない」、「その他」の該当する状況に○を付け、その理由や状況をコメントとして記載する。

- 「現地は確認したが判断できないもの」とは、緊急度が区分できない場合に該当する。調査を実施して現地は確認しているが、最終的な判断を迷うようなときにチェックする。
- 「現地を詳しく確認できないもの」とは、現地の状況が不明な場合に該当する。現地にたどり着けない場合や、植生が繁茂して現地点検・調査が十分にできない場合にチェックする。

<様式－１の記入方法>

箇所番号は、調査箇所(所在地)で、斜面を区分したいときに使う。

調査箇所は、区域等指定されていればそれらを使うが住所でもよい。

調査日時は、調査開始日時を記す。

様式－１

箇所番号 1

調査日時 平成 30 年 4 月 1 日 10:00

農地等斜面災害緊急調査表

調査箇所 (所在地)	〇〇市〇〇町〇〇 地先		緯度：北緯 35° 40' 26"
調査者	□□□□、△△△△、〇〇〇〇		経度：東経 139° 45' 6"
被災報告 概要	豪雨による地すべりで農道が通行できない(地元情報)		
災害形態	①土石流 ②地すべり ③崩壊 ④その他 ()		
斜面分類	①自然斜面 ②切土のり面 ③盛土のり面 ④その他 ()		
斜面特性	①幅約 15 m ②長さ約 16 m ③高さ約 15 m ④勾配約 45 度 ⑤地質 硬い岩盤 ・ 軟質な岩 ・ 土砂		
災害発生域	①田 ②畑 ③果樹園 ④農業水利施設 ⑤宅地 ⑥道路 ⑦溪流・河川 ⑧その他		
土砂流出域	①田 ②畑 ③果樹園 ④農業水利施設 ⑤宅地 ⑥道路 ⑦溪流・河川 ⑧その他		
斜面の状態	確認事項	結果 有 無	状況
	連続した亀裂や開口した亀裂がある	○	路面上 10m にわたって亀裂がある
	異常な陥没や線状の凹地・段差がある	○	道路路肩に段差ができています
	新しそうな浸食跡や崩壊跡がある	○	
	地表水の流入や湧水、パイピング孔がある	○	
	ある程度の範囲で倒木や立木の傾きがある	○	路肩付近の流木がやや傾いている
	不安定な転石や土塊・岩塊がある	○	不安定と思われる土塊が残っている
被害状況	斜面の押し出しや土砂の流出がある	○	
	農地に変状が生じている	○	
	人家や宅地、公共施設に被害がある	○	
	道路(農道以外)に支障がある	○	
	農道が損壊などしている	○	路面に段差があり通行不能
	農業用施設が損壊などしている	○	
	ため池や用水路に土砂が流出している	○	
	農地に土砂が流出している	○	
	水路やカルバート周辺に大きな洗掘がある	○	
	河川や溪流に流出した土砂が堆積する	○	
	保全対象が河川等により浸食されている	○	
	上記以外の被害がある	○	

緯度・経度は、GPS 機能付きカメラや携帯アプリからでも取得することもできる。

被災報告がある場合は状況把握をしやすくするため、予め記入しておくとうい。

災害形態は基本的に「土石流」「地すべり」「崩壊」から選択する。

斜面分類は、植生等でよくわからない場合もあるので注意。分らないければ不明でもよい。

幅や長さ、高さ、勾配は、大まかな規模が把握できる程度で記入(計測しにくければ目測可)。

地質は、見た目では判断してよいが、ハンマーなどあれば叩いたりして確認するしてもよい

災害発生域・土砂流出域は、それぞれで分布する保全対象や土地利用状況を選択する。土砂流出域では、土砂等が流出していない場合でも保全対象を明確にするため下流の状況で判断する。

状況は、確認事項に関連した特筆すべき点を記入する。結果が「有」とした場合は、状況について極力記入するようにする。

結果は、確認項目に記されている事象があれば「有」、見られなければ「無」に○を記入する。調査時に確認した結果で判断してよい。

調査者所見(災害規模、被害状況や今後の対応等)

- ・農道の路面にある変状は顕著で、路肩が沈下し車の通行はできない。
- ・斜面の土塊は不安定な状態のままである

調査者所見は、災害規模や被害状況等を具体的に記載する。また、現状のままでは、被害が拡大する恐れがあるような場合に、その状況や対応策の提案など気が付いた点を自由に記入してよい。

また、今回の調査で状況がよく確認できなかったときは、その状況を記載する。
調査箇所について聞き取りなどができたら、その情報も記載する。

緊急度	A	今後、人身や家屋・公共用施設等の重要な物件に被害が及ぶ可能性のあるもの
	○ B	被害があるもの、または被害が拡大する可能性のあるもの
	C	被害がほとんどないもの
緊急度判定不能の場合		①現地は確認したが判断が困難 ②現地を詳しく確認できない ③その他
理由・状況等		

緊急度は、現地調査結果を踏まえて、3つの区分で判断する。「A」については、避難を含む緊急対応等が必要な場合に該当するものである。「B」は、例えば現状で被害がまだないが、明瞭な斜面変状が確認され将来的に危険な状況が生じそうな場合も含まれる。「C」は変状があるが極小規模で周囲に影響を及ぼさない場合や、まったく被害が生じておらず、安全性について問題ない場合などが該当する。
緊急度は、次の対応を判断する上での一つの目安として利用することが期待される。ただし、調査員によって判断が分かれる場合もあるため、現地写真やその他の記録を十分揃えておくことが望ましい。
なお、緊急度判定不能の場合として、「現地は確認したが判断が困難」、「現地を詳しく確認できない」、「その他」のどれかを選択することもできる。このような場合があれば、緊急度は判断せずその理由・状況等をコメントとして記載する。

<様式－2の記入方法>

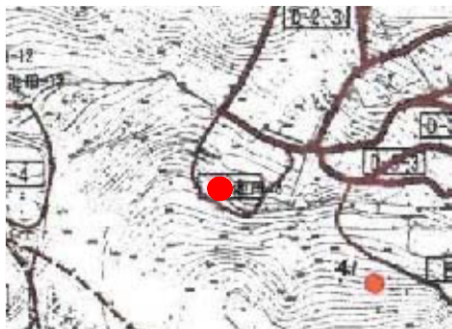
様式-2は「調査位置図」や斜面災害状況や被害状況などの「写真」「スケッチ」等を貼り付けるための様式である。その他、施設の構造図等を貼り付けて、変状位置図等としたり、自由に使うことができる。また、写真等多く撮影した場合には、この様式を追加してもよい。

様式－2

箇所番号 1

調査位置図、斜面災害状況・被害状況などの写真やスケッチ

<調査位置図>



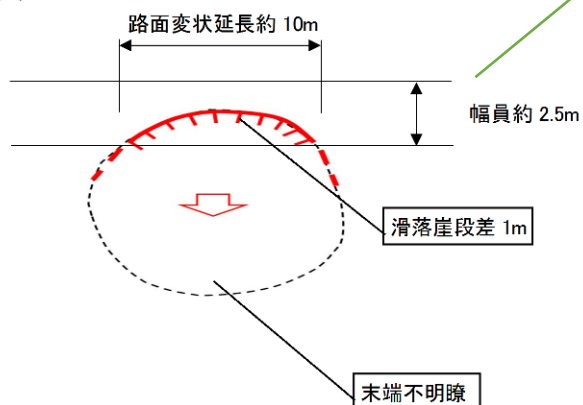
調査位置図は、具体的な調査箇所を明示したり、調査箇所へ行くためのルートを示したり、写真撮影位置や変状位置を示したりするのに用いる。極力目的に合った縮尺のものを用意する。

<変状状況写真>



写真は、斜面災害の状況や周辺の被害状況などを撮影して貼付する。写真はできる限り規模が分かるように、赤白ボールやコンベックスなどスケールとなるものを一緒に写し込んでおくことが望ましい。また、変状箇所ごとに状況が分かるように撮影しておく。

<変状範囲スケッチ>



スケッチ等は、現地の状況を分かりやすく説明するために記載するものであるが、写真で状況が分かれば、あえてスケッチをとる必要はない。

3.4. 現地調査のポイント

調査に当たっては、背後の尾根筋までを面的巨視的に見る 것이重要である。そのため、変状範囲周辺も含め、可能な限り広域的に現地状況を確認する。

【解説】

ここでは、調査表に示す確認事項に対して、調査に当たってのポイントを述べる。

現地調査を行う際は、変状地点だけにとらわれることなく、周囲の状況も含めて広い範囲を確認しておくことが重要である。これは、例えば隣接する小規模な崩壊等が大きな地すべりと関連していたり、滑落崖などの変状が、斜面上方に波及していることがあるためである。

また、調査表で確認事項として挙げられた事象については、その特徴をよく理解しておくことが望まれる。

(1) 斜面の状態（斜面変状の確認）

現地調査では、災害要因となる豪雨や地震との関連性を踏まえて、斜面における変状や湧水の有無等を確認する。

【解説】

斜面の状態の調査は、調査表にしたがって以下の点を確認する。

《連続した亀裂や開口した亀裂がある》

【重要ポイント】

連続した亀裂や開口した亀裂がある場合、その亀裂の性質を見極めることによって、変動の大きさや進行の程度を推定することができる。

斜面が降雨などによる間隙水圧を誘因として崩壊する場合、図 3-14 に示すように、降雨が地中に浸透し間隙水圧が発生し(①)、斜面の変状(変位)によって地表面に線状の亀裂が発生する(②)。この亀裂が徐々に開口や段差(滑落崖)を伴うようになり(③)、やがて土塊が崩落することで斜面災害が発生する(④)。

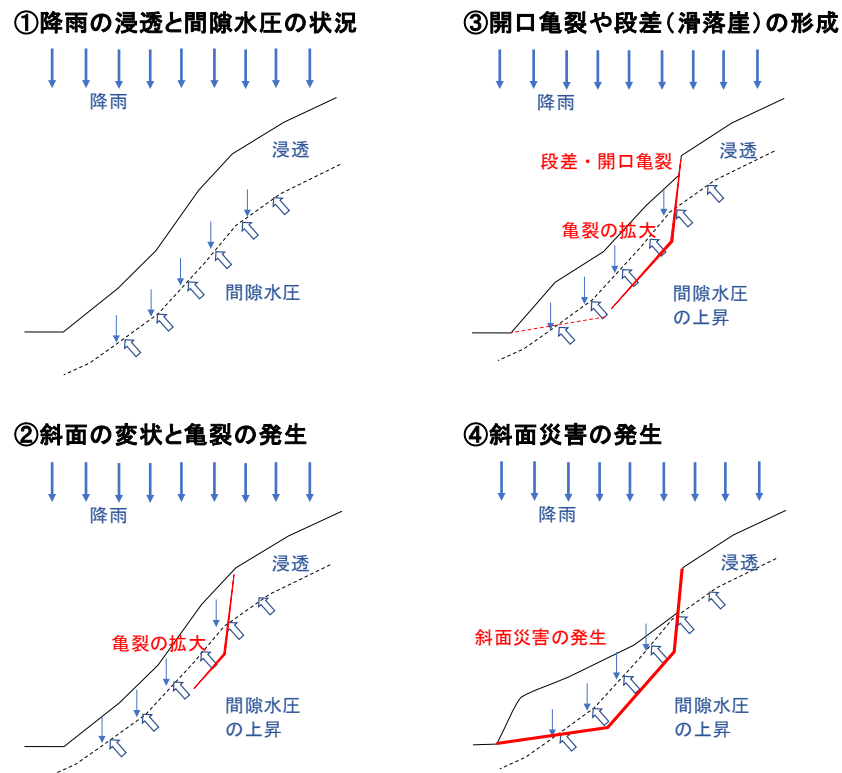


図 3-15 斜面中の亀裂の発生と進展

「②斜面の変状と亀裂の発生」

この状態の亀裂は、大きな段差を伴わない。特徴はその連続性と亀裂の新しさである。開口が小さいと見つかりにくい。植生の欠損や根の張りなどに注意する。落ち葉などがあれば除去して確認する。また赤白ポールなどを地中に刺し、地表面の軟らかさを見る場合もある。



「③開口亀裂や段差（滑落崖）の形成」

この状態は、明らかな異常として認識できる。植生の状況などから亀裂の新旧も判断する。重要なのは連続性と分布形状であり、亀裂の進展方向に沿って連続した亀裂があるか確認する。亀裂が連続していれば、不安定範囲を確定するのに役立つ。なお、こうした亀裂は斜面の上部で見られやすい。



「紛らわしいもの」

よく田面などで見られる網目状の亀裂は、粘土質の耕作土が乾燥によって割れたもので問題ない。



《異常な陥没や線状の凹地・段差がある》

【重要ポイント】

地すべりの頭部付近に陥没帯がある場合、規模の大きな変動である可能性が高い。地形を確認する場合は人工の地形と見極めることが重要である。

「陥没帯や線状の凹地」

陥没帯がある場合は、比較的規模の大きな地すべりが発生している可能性もある。こうした陥没帯は、地すべりの頭部付近に形成されやすい。斜面が大きな塊となって移動している可能性があり、一般に滑落崖も形成されている。



「紛らわしいもの」

一方で、斜面にはかつて棚田であった場所や植林のために造成されたところもあり、段差地形が残っている。ただし、こうした段差地形は人工感が強く、延長を確認すれば災害でできたものと区別がつく。他に炭焼き跡地などもよく似た地形を呈している。

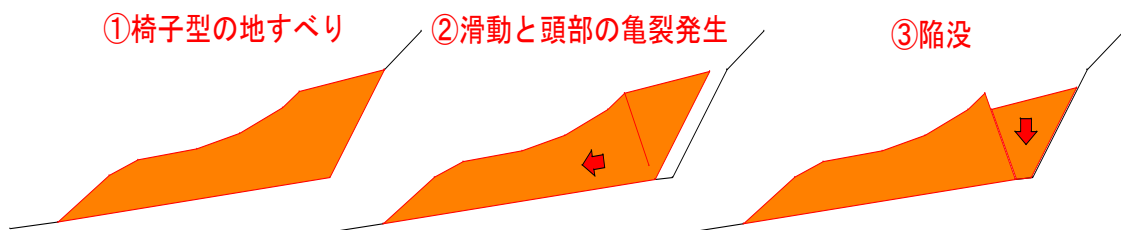


図 3-16 陥没帯の発生例

《新しいような浸食跡や崩壊跡がある》

【重要ポイント】

崩壊跡や浸食跡がある場合、植生の状況などから変状の発生時期を概定することができる。一方で、斜面変動以外で生じた植生の欠損を見極める必要がある。

「新しい浸食跡や崩壊跡」

新しいような浸食跡や崩壊跡とは、災害で生じたものを指し、古いものは対象にしない。新しさは、浸食面や崩壊面の新鮮さや植生の状態をみて判断する。浸食跡の場合はどこから水が流れていたか、崩壊の場合はどれくらいの厚さで崩壊したかなどに着目して観察するとよい。



「紛らわしいもの」

現地調査をしていると、連続性はないものの、局部的に植生が剥げ、土が乱れている状況が見られることがある。

斜面勾配も緩く、連続性のない場合は動物などによって掘り返されたりしていることも多く、間違えやすい事象である。



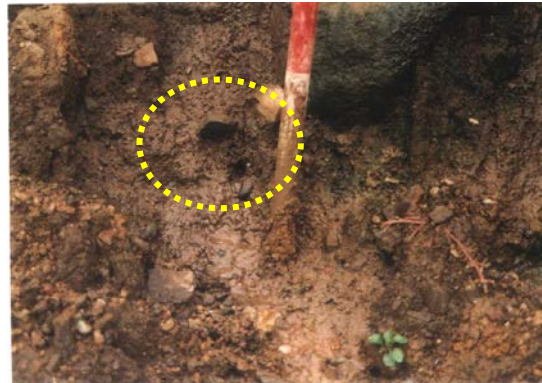
《地表水の流入や湧水、パイピング孔がある》

【重要ポイント】

地下水や地表水は斜面災害と密接に関係していることが多い。斜面中の地表水、湧水、パイピング孔、湿地等に着目し、地下水や地表水の状況を把握する。

「地表水の流入やパイピング孔」

地表水や地下水があると、斜面の不安定化を助長させる懸念があるため、注意して観察する必要がある。例えば、写真のように崩壊面に孔があいていることがある。これはパイピング孔で、地下水が流出した跡である。さらに、湿地があると湧水があり、地下水位が高いことが推定できる。また、斜面上部に水路や道路があったり、谷地形の箇所では地表水が流入しやすい。



《ある程度の範囲で倒木や立木の傾きがある》

【重要ポイント】

限定された範囲で樹木の根曲がりがあると、以前から動いていた地すべりの可能性がある。豪雨等で活動が活発化した可能性もあるので、新たな被害があれば注意する。また、立木は斜面の動きで傾くので、こうした立木の乱れにも着目する。

「ある程度の範囲の倒木や木の傾き」

地すべりが徐々に動くと、地すべりブロックの中間の樹木は、少しずつ山側に傾き、地すべりブロックの末端付近は谷側に傾きやすい。ただ、スギなどは直立しようとするため、根元付近だけ傾く場合もある。こうした現象は、雪などの荷重で起こることもあるが、雪の場合は広い範囲で現象が見られる。ある程度の範囲に限定されるところがポイントである。こうした根曲がりがあれば、もともと地すべりであった可能性が高い。なお、土塊の移動速度や距離が大きいと、亀裂沿いで倒木が多くなる。



《不安定な転石や土塊・岩塊がある》

【重要ポイント】

落石、転石は、そのものにも注意が必要であるが、より上位斜面にそれらの発生源となっている不安定斜面がある場合がある。

「不安定な転石や土塊・岩塊」

斜面に土塊・岩塊があり、亀裂などが入っている場合、崩落の危険性が高い。こうした状況は、当該位置の他、上方にもある可能性が高く、落石等の発生源となる不安定斜面の存在が疑われる。可能な範囲で、調査範囲を拡大するなどして確認するのがよい。



《斜面の押し出しや流出がある》

【重要ポイント】

斜面の押し出しや土砂流出が見られる場合は、地すべりブロックの末端部や側部である可能性が高い。

「斜面の押し出しや流出」

斜面の押し出しや流出がある場合、地すべりの末端部や側部である可能性がある。上方斜面に滑落崖などがいないか調査し、不安定範囲を特定する必要がある。

斜面の押し出しは、自然斜面では認識するのが難しいことがある。擁壁などの構造物があれば、その変状で判断することができる。



（２）被害状況（被災範囲・被災状況の確認）

斜面の変状によって、周辺に被害が生じている場合は、その被害状況や保全対象に対する危険性について確認する。

【解説】

被害状況の調査は、調査表にしたがって以下の点を確認する。

《農地に変状が生じている》

農地自体に変状があり、被害が生じているか調査する。

棚田など、斜面中に農地があると、豪雨や地震で被害を受けやすい。特に、肩部の土砂が崩落したりするので注意する。また、地すべりの場合は、農地に亀裂が入ったりするので、こうした状況を現地で確認する。



《人家や宅地、公共施設に被害がある》

人家や宅地、公共施設の被害の有無を調査する。被害がある場合は、被害施設の名称と被害程度を記載する。

また現在はまだ被災していないが危険な状況にある場合も、施設の名称と状況を記載しておく。



《道路（農道以外）に障害がある》

交通への障害の有無を調査する。被害がある場合は、路線名が分かればその名称と被害程度を記載する。



《農道が損壊などしている》

農道の被害は、施設の管理上重要な事象である。農道が損壊などすると、営農に影響が生じる可能性が高いので、農道が損壊などして通行できないような状況があれば記載する。

現在はまだ被災していないが、被災に対して危険な状況にある場合もその状況を記載しておく。



《農業用施設が損壊などしている》

農業用施設の被害は、施設の管理上重要な事象である。農業用施設が損壊などすると、営農に影響が生じる可能性が高いので、農業用施設に被害がある場合は、被害施設の名称と被害程度を記載する。



《ため池や用水路に土砂が流入している》

ため池や用水路に土砂が流入し、決壊や破損などした場合、二次災害を引き起こす可能性が高い。

施設として被害がなくても、こうした状況がある場合は、土砂の流入の程度や施設への影響の可能性について記載する。



《農地に土砂が流出している》

農地自体が変状しているものではないが、土砂が流入して被害を受けていないか調査する。流入している場合は、流入箇所と流入範囲と流入量などを記載し、加えて発生源の特定や今後さらに流入が続くかなども記載する。



《水路やカルバート周辺に大きな洗掘がある》

水路やカルバート周辺に大きな洗掘が生じているか調査する。水路肩等は洗掘されやすく、そのような箇所では水路が浮き上がることにより機能を失い、いずれ大きな変動を起こすきっかけとなる。洗掘の位置・範囲と水路やカルバートの状況を記載する。



《河川や溪流に流出した土砂が堆積する》

河川や溪流への土砂の流出の有無を調査する。流出がある場合は流出の位置・範囲と状況、土砂の発生源の状況を記載する。

流出土砂によって、河川等がせき止められている場合は、下流に対する危険性があり、緊急性を要する場合があるため、河川管理者等と連携をとる必要がある。



《保全対象が河川等により浸食されている》

豪雨などによってため池や耕作地などが浸食されている場合がある。斜面災害と関わりのある場合は、位置・範囲と状況等を記載する。



《上記以外の被害がある》

上記以外の被害がある場合はその位置・範囲と状況を記載する。

（３）調査時の留意事項

斜面災害は、地形や地質、地下水などの要因が大きく影響することが多い。現地調査では、起きている事象とともにその要因にも注意する。

【解説】

調査に当たっては、以下の点に留意しながら作業を行うとよい。

○背後斜面の微地形や道路等に注意

斜面上部は通常の点検では見落としがちとなる。特に、水や土砂を集めやすい状況にある場合、二次災害につながることも想定される。集水地形であったり、斜面上部に道路などがある場合には、地表水の流入等を確認しておくことが望ましい。

○脆弱な地質に注意

斜面災害と地質には、深い関連性がある。近傍の災害事例等があれば、災害を起こしやすい地質があるか確認しておくといよい。

- 特定の地質に災害が集中することがある（地質分布特性に注意）
- 未固結層、軟岩、風化岩での災害が多い（軟質な地質に注意）
- 風化が進んだ古い切土のり面に被災が多い（急傾斜だが表層が脆い）

○岩盤の開口亀裂、弱層に注意

岩盤も劣化・変形して不安定化する。亀裂が連続していたり、開口しているような状態のときには注意が必要である。

○変状等の時間的变化

- 地震（降雨）後しばらく斜面は不安定。小落石などが見られないか、常に意識する（地震後は少ない雨でも災害が発生することがあるので、安全にも配慮が必要）。
- 劣化や変形などの時間変化を気にすること（進行性のある変状はその後の経過に注視する）。

○個々の変状の関連づけ

調査地で見られる個々の変状について、その原因や機構、劣化・変形度（緊急度）などを想定し、個々に関連性がないか確認する。

- 個々の変状は同一の原因によるかも知れない。関連づけて考えることで、災害の発生原因や機構が理解できる場合がある。
- 原因・機構が推定できれば、緊急性やその後の対応の判断がしやすくなる。

4. UAV を用いた災害調査

4.1. UAV の災害現場への適用について

UAV（無人飛行機）は、災害現場の状況を上空から把握するために行われることが多く、その場合は動画や静止画を撮影して記録する。

【解説】

地震や豪雨に伴う斜面災害現場では、従来であれば安全性が確保されていなければ危険区域に立ち入ることができず、迅速な調査ができないことも多かった。

こうした状況に対して、UAV（無人航空機）は遠隔操作によって上空から危険区域にアプローチすることが可能である。

また、機体にカメラやレーザ距離計等のセンサ等を搭載すれば、危険地内で各種調査ができるため、災害現場における UAV の活用は、早くから期待されており、既に多くの実績も残している。



図 4-1 UAV（マルチロータ型）の機体の例

UAV の活用方法として最も多いのは、現地状況を把握するために災害現場上空からの写真や動画撮影を行うものである。短時間で広域的に被災状況を確認したい場合や、斜面災害の規模が大きいときに、UAV の活用は効果的であると考えられている。



図 4-2 UAV による空撮例

これまでは、災害現場の状況を把握しようとするれば、主に有人航空機を用いて上空から現場写真を撮影することが多かった。しかし、近年は UAV の実用化が進み、手軽に上空から現地状況を確認できるようになってきた。

以下に、写真撮影を行う場合の UAV と有人航空機の一般的な特徴を示す。

表 4-1 UAV と有人航空機の特徴

項目	UAV	有人航空機
経済性	機体・維持費とも安いとため、個人で所有することも可能。撮影自体のコストはほとんどない。	通常、機体を個々の所有することはない、航空会社等を介して利用する。撮影には大きなコストがかかる。
利便性	離着陸に関する制限が少ない。簡単な準備で容易に利用可能。機体が小型で運搬も容易。	離着陸場所の確保が必要で制約条件が多い。操縦にパイロットが必要。
機動性	飛行高度が低く、被写体に接近できる。撮影角度の調整が容易。	UAV に比べ機動性は低いが、飛行高度が高いため俯瞰的な状況把握には有効。
撮影制限	目視操作が基本で撮影範囲はスポット的になる。強風時は飛行不可。飛行時間はバッテリーに影響される。	天候の影響は UAV ほど受けない。広域に撮影することが可能。
安全性	操作資格は不要であるが、機体の墜落に関して注意が必要。	事故率は低く安全性は高い。

なお、UAV や有人航空機による撮影写真と同様に、衛星画像等を用いた被災現場の状況把握も行われている。ただし、災害直後に該当箇所の衛星画像を入手するのは困難であり、初動調査で利用する機会はほとんどない。

4.2. UAV での災害調査方法

災害現場で UAV を用いる場合、あらかじめ無理のない飛行計画を検討するとともに、周辺への安全性等に十分配慮して必要な調査を行う。

【解説】

国内においては、2000 年の有珠山噴火時にはじめて UAV を用いた災害調査が行われた。それ以降、研究・実証実験が進められ、2010 年代に入り他分野でドローンの普及率が急激に上昇した。

その後、2015 年に航空法が改正されて、UAV の運用に関するルールが定められた。

この改正航空法によって、許可なしでは運用できない飛行空域（空港周辺、150m 以上の上空、人家の密集地域上空）、飛行方法（夜間、目視外、30m 未満、イベント会場上空の飛行と危険物輸送、物件の投下）が明確となっている。

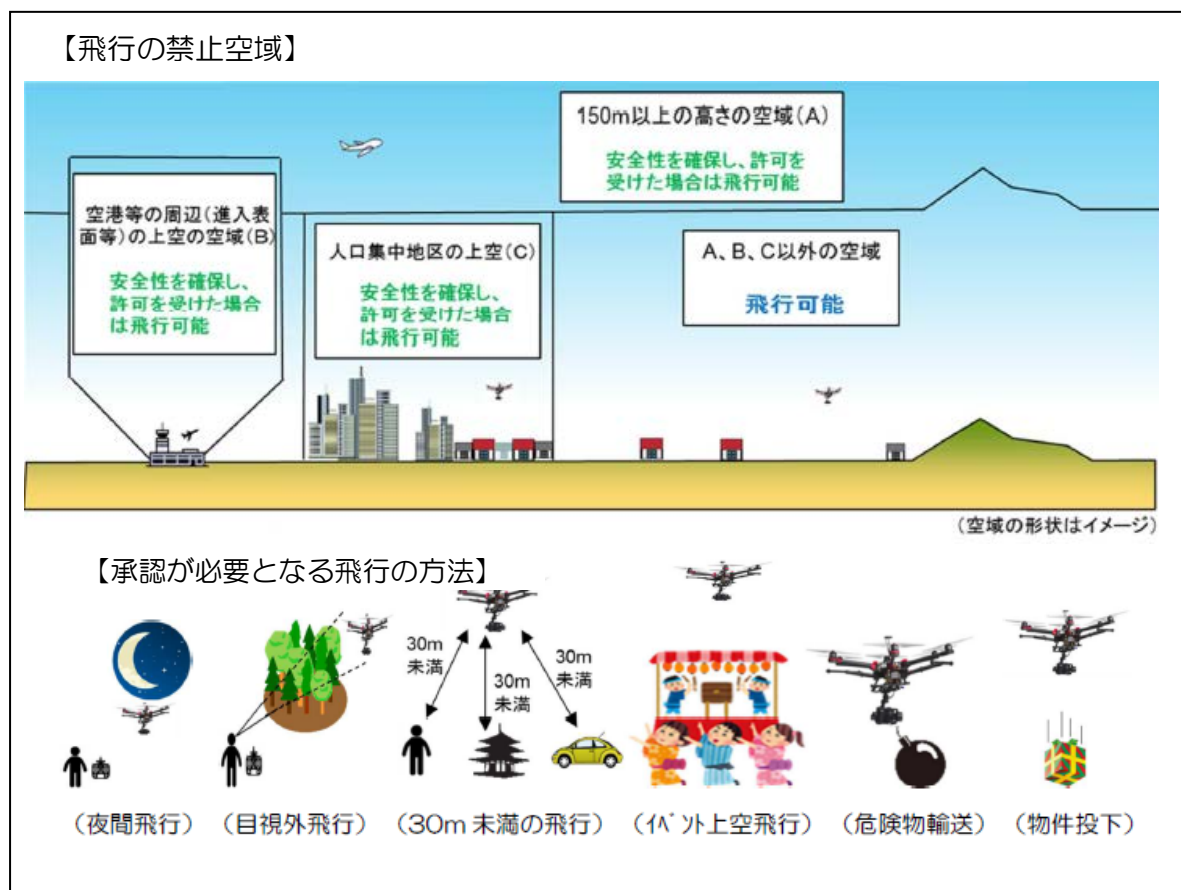


図 4-3 飛行禁止区域・承認が必要となる飛行の方法

無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン(国土交通省 航空局)から抜粋

一般的な飛行ルールについては、「無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン(国土交通省 航空局)」が定められている。

その一方で、航空法では事故や災害時に、国や地方公共団体、また、これらの者の依頼を受けた者が捜索又は救助を行うために無人航空機を飛行させる場合については、この規制は適用されないこととなっている。

ここでいう「捜索又は救助」には、事故や災害等の発生時における人命の捜索、救助等が極めて緊急性が高く、かつ、公共性の高い行為として「災害時の被害状況の調査」も含まれるものと考えられる。災害直後の情報収集に UAV を使用する場合、航空機の航行の安全並びに地上及び水上の人及び物件の安全が損なわれないよう当該特例適用者の責任において、「航空法第 132 条の 3 の適用を受け無人航空機を飛行させる場合の運用ガイドライン」に基づいて UAV を運用することが必要である。

緊急災害時以外などで、上記の禁止区域・禁止手法で UAV を飛行するためには、事前に国土交通省から許可・承諾書を取得する必要がある。取得に際しては、10 時間以上の飛行経歴、航空法に関する知識、基本的な操縦能力を有することが求められるので、調査飛行のためには十分な準備が必要となる。

必要に応じ操縦担当者を決め、包括申請(同一の申請者が一定期間内に反復して飛行を行う場合又は異なる複数の場所で、飛行を行う場合の申請は包括して行うことができる)を取得しておくことが有効である。

UAV を使った調査では、被災画像・映像の収集が主であり、これらのイメージデータから SfM (Structure for Motion) という手法を使って地形モデルを専用ソフトで作成する場合もある。被害状況を自動判読したり、土砂災害時の土量推定を行ったりする技術が開発されているので、災害現場でも活用されつつある。

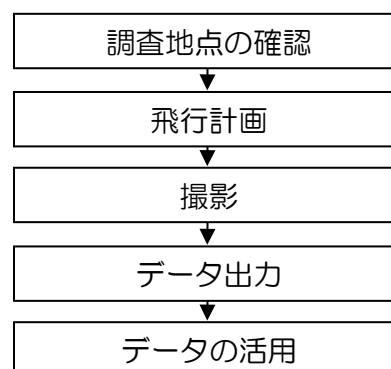


図 4-4 UAV を用いた現地調査（空撮）の流れ

<調査地点の確認>

調査地周辺の地形や支障物等を確認する。また、離着陸場所を確保し、調査対象となる斜面災害範囲を明確にする。調査時に機体を見失わないよう、機体がよく確認できる操縦場所も検討しておく。

<飛行計画>

調査地点の確認結果を基に、飛行ルートや撮影対象を明確にする。飛行ルートは、安全を確保するため、直下に人家や道路がないよう選定する。また、撮影高度や角度が、撮影対象に対してできる限り適切になるよう検討する。

離着陸場所は、調査地近傍で十分に余裕のある広さを確保できる位置を選定する。

<撮影>

飛行計画を基に、設定したルートで写真や動画を撮影する。

<データの出力>

撮影した写真や動画を、電子データとして取り出す。なお、画質は、カメラの性能などによって異なるため、なるべく画質の良いものを選ぶべきである。

<データの活用>

目的に応じて、撮影された電子データを活用する。

4.3. UAV を使用する際の留意事項

使用する UAV の特徴を十分理解するとともに、調査をする際は機体の墜落等が起らないよう、万全な安全対策を行う。

【解説】

UAV を使用する際には、特に墜落に対して注意しなければならない。墜落の要因は様々であり、安全対策は万全に行っておくことが求められる。

また、事故を回避するためには、可能な限り離着陸場所や操縦場所を事前に確認しておくことが望まれる。

表 4-2 UAV 墜落原因と対策例

原因	対策例
飛行ルート of 未確認	調査前の飛行ルート確認
バッテリー切れ	飛行前の機体点検・整備
通信不良	電波干渉などの通信状態や電波到達範囲の確認
操縦ミス、操作スキル不足	熟練した操縦者の配置
悪天候	雨天時や強風時の飛行回避

災害現場という特性を考慮した場合、UAV を使用するにあたって、以下の留意事項を認識しておく必要がある。

- ① 災害は山間部の詳細な地図が無い現場のことも多く、自動操縦の設定が困難なケースが想定されることから、マニュアル操縦による撮影技術が必要である。
- ② 土砂災害発生後数日の間に、現況の把握に役立つオルソ画像等の情報を迅速に取得する手段として UAV は有効である。
- ③ 大規模災害が発生した場合は、搜索、救助を目的とした多数の航空機及び無人航空機が飛行することが想定される。航空機の航行の安全の確保及び無人航空機に起因する事故等の防止のため、これらの空域で無人航空機を飛行させる場合には、現地災害対策本部等を通じて無人航空機の飛行の方法（日時、飛行場所など）を調整することが望ましい。
- ④ 無人航空機を飛行させようとする空域で、搜索や救助を目的とした航空機が飛行することもある。このため、該当の航空機が確認された場合は、その航空機の航行の安全が阻害されないよう、十分な措置をとる必要がある。例えば、確認した航空機が救助活動等を行っている場合には、その飛行の妨げとならないよう無人航空機の飛行を中止させるか、又は十分な距離を保って飛行させる。