

(1) 薄く広く堆積した土砂の排土量算定 (被災面積×堆積厚)

河川やため池の決壊等により、農地に土砂が流入し、薄く広く堆積する場合があります。下図は河川の氾濫により、農地に薄く広く土砂が堆積した事例です。

□オルソ画像を作成し、面積や厚さを計測：被災範囲はUAVで空撮をすると容易に把握できます。オルソ画像を作成すれば被災状況を視認でき、三次元データを作成すれば標高を色分けしたマップを作成できるため、容易に被災範囲を特定できます。加えて、面積の計測も容易にできます。オルソ画像の作成機能がない場合は、閲覧ソフトで真上からの二次元表示とすれば同様の環境ができます。



図3-39 オルソ画像による堆積状況 (トラクターの走行部と土砂堆積部がある程度明確になっている)

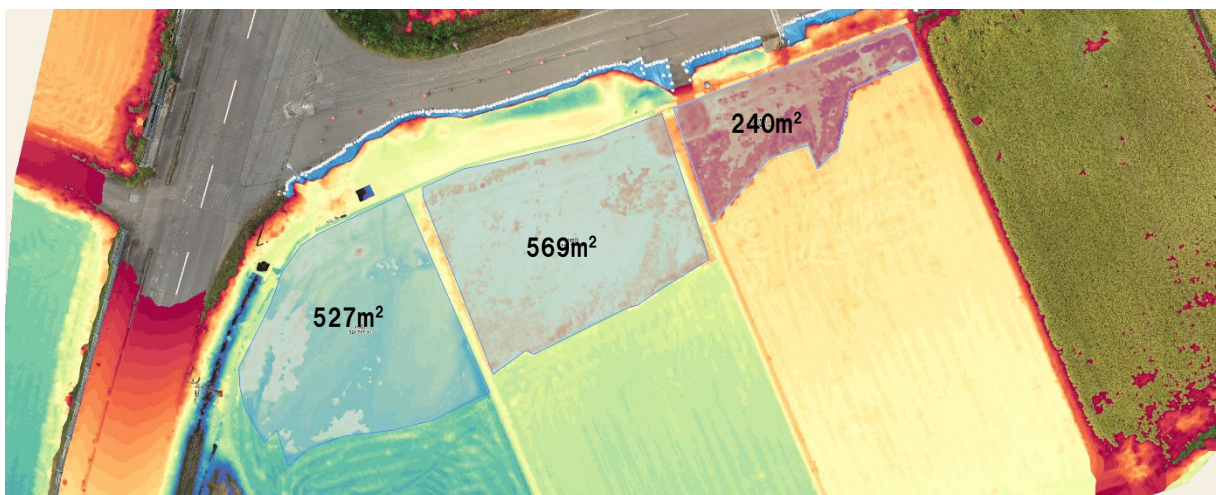


図3-40 標高別のグラデーション表示 (色により境界が明確になる)、堆積範囲の推定と面積計測



□堆積厚さの算定には工夫が必要：豪雨災害が発生する夏から秋にかけての時期は、水田には稲がありトラクターの走行により凹凸が生じています。これらが全て三次元化されてしまうため、堆積厚さを三次元データから想定できない場合もあります。

農地の流入土砂等の平均厚さは、3点の試掘(坪堀)による算術平均、または水準測量による現地調査を行うこととされています(赤本PⅡ-189参照)。健全部と被災部からランダムに数点の標高を計測し、その算術平均から高さを求めることも可能です。例えば、下図のように健全部と被災部のデータから面的に平均高さを求めれば3点をはるかに超える点数で差分を取ることができます。

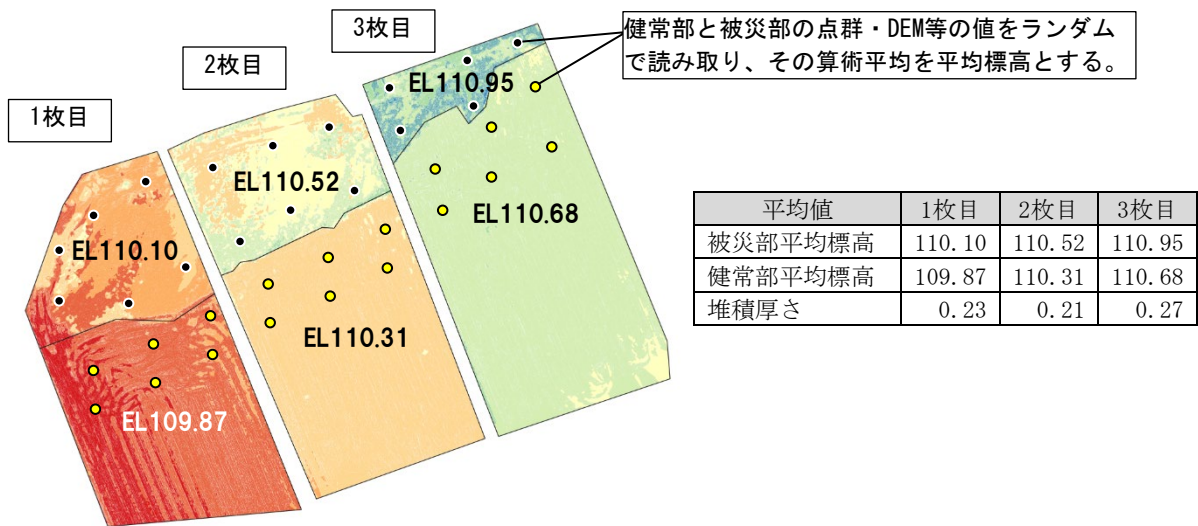


図3-44 GISにより平均標高を求めて堆積厚さを推定した事例(QGISを利用)

アプリケーションの機能から上記の方法ができない場合、または水田全体が堆積し健全部が見えない場合は、三次元データの活用は面積計測までとし、坪堀や前ページに示したように測量機器を用いて被災部と健全部の標高差をランダムに計測することで想定することが考えられます。

ここに注意

**堆積厚さ5cmの判断とデータの精度：**「農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律、平成30年5月18日改正(以下「暫定法」)」第5条(6)に記載のとおり、「土砂流入による農地の災害復旧事業のうち、その筆における流入土砂の平均厚さが、粒径1ミリメートル以下の土砂にあつては2センチメートル、粒径0.25ミリメートル以下の土砂にあつては5センチメートルに満たない農地に係るもの」は適用除外となっています。

デジタルデータを利用する場合、数字は何らかの形で算定されますが、その数字の精度を理解しておく必要があります。前述のとおり健全部であってもトラクターのわだちがあることに加え、三次元データそのものが多少の誤差を持っていることを理解しておいてください。

合理的な説明のためには、三次元データが正しい精度を持っていることを説明しなければなりません。後述する標定点を用いての補正を行う、または査定は概略で通して後に別の手段で精査することが考えられます。

## (2) 広範囲に広く堆積した土砂の排土量算定（被災前後の三次元データの差分）

例えば山地が崩壊し、その崩落土砂が農地に厚く堆積した場合が考えられます。この場合、被災前後の三次元データを重ねてその差分を排土量とすることができます。下記の例は能登半島地震における土砂崩落現場において宅地・道路・農地に堆積した土量を求めた例です。事業主体別の土量は被災面積で按分しています。

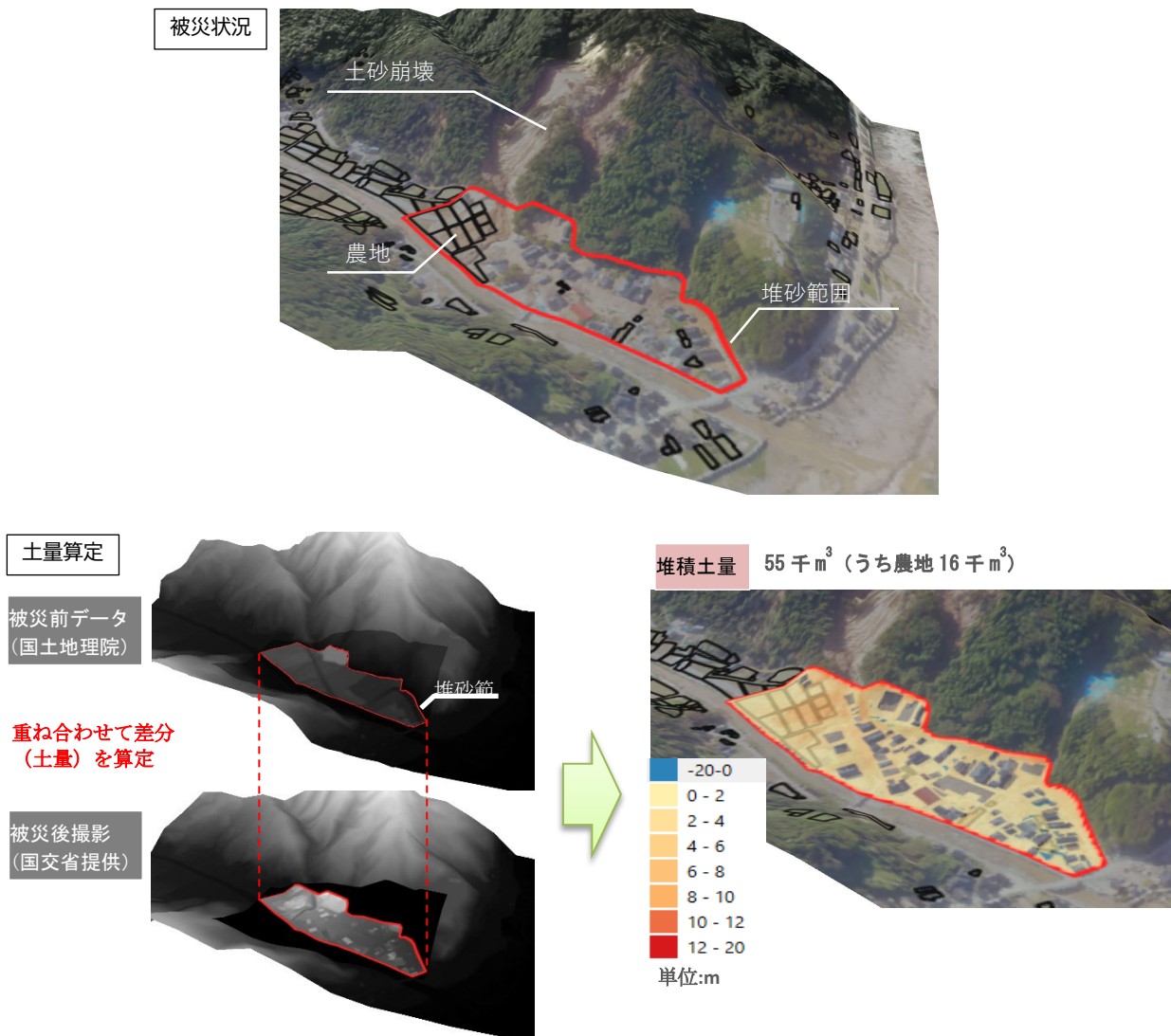


図3-45 被災前後のデータの重ね合わせによる土量の算定例

出典：【被災後】珠洲市提供資料(福井県庁作成)、【被災前】国土地理院基盤地図情報数値標高モデル

### ここがポイント

**農地データとの重ね合わせが可能なアプリの活用**：被災前後のデータを重ね合わせて土量を求める機能はアプリによっては設定されていません。三次元CADでも作業は可能ですが、座標を合わせる作業等に手間を要すると考えます。GISの場合は各データが座標を持っているため被災範囲や農地の切り出しが簡単なコマンドのできるメリットがあります。

農地の情報は農林水産省HPで公開している農地の区画情報である筆ポリゴン（農地ポリゴン）のほか、都道府県の土地改良事業団体連合会が管理している水土里情報、市町村によっては課税台帳をポリゴンデータとして管理されていると思いますので、こういったデータと三次元データを利用することが考えられます。

### ここがポイント

**📍被災前データの入手**：被災後のデータは被災後に撮影すればよいですが、被災前に戻って撮影することはできません。被災前の状況は以下のような資料の活用が考えられます。下表は令和7年2月に確認した例です。今後、新たなデータの追加公開または公開中止となることも考えられます。また、利用に当たっては条件がある場合もあるため、発行元の利用規則をよく確認する必要があります。利用に当たっては対象地で公開されているデータをその都度確認し、必要な手続きを経て利用してください。本書5-2に具体例を示します。  
被災後に確認することは難しいため、事前に把握・協議しておくことが重要です。

### ここに注意

**📍差分をとるデータにはズレがあるかも**：前ページの例でいえば、赤枠で示した排土範囲以外の場所で差分を取れば理論上はゼロとなります。しかし、利用したデータをそのまま使うと本来同じ高さであるはずの場所の標高が違っていました。その理由としては、

- ①被災前データが持つ誤差
- ②被災後データが持つ誤差
- ③能登半島地震では地盤の隆起があった

等が挙げられます。例えば①に関しては国土地理院のホームページでも公開されていますが、元のデータが誤差を含んでいます。③は能登半島地震の特殊事情かもしれませんが、過去の地震では広域で地盤沈下が生じた例もあります。

**【基盤地図情報数値標高モデルの誤差】** 国土地理院ホームページより  
誤差高さの精度は基となる測定の精度に依存すると考えられます。基となる測定の高さ精度（RMS誤差）は下記のとおりです。  
ア）航空レーザ測量 0.3m以内。 イ）写真測量 0.7m以内（その他省略）  
なお、基盤地図情報（数値標高モデル）の標高値の記載は0.01m単位となっていますが、0.1m単位で求めたものが有効値であり、小数点以下2位については参考値として格納しています。

**📍まずズレをチェックし、補正を**：例えば道路・農地・駐車場等、被害を受けていない場所を利用し、両データの標高のズレをチェックしましょう。できれば5か所程度、算定範囲周辺をランダムチェックすることが良いと思います。チェックポイントのズレの平均を考慮して差分を評価すれば補正ができると思います。

**📍算定精度は概ねです**：このようなデータ間のズレや大雑把な補正により求めた土量ですので、算定精度はそれなりです。数十cm以上の堆積であれば問題にならないと思いますが、堆積厚さが5cmの判断には使えないと思います。よって、被災範囲のうち、堆積厚さの薄い農地については別の方法での検証が必要かもしれません。

具体的な作業例として、「5-6.被災前後のデータの差分から排土量を算定した例(Q-GISを利用)」も参考にしてください。

### (3) 平坦面に堆積した土砂の排土量算定（被災後の三次元データから推定）

堆積面が平坦な水田の場合、あえて被災前後のデータを重ねずとも概ねの土量を算定することが可能です。三次元の点群データを作成し、その端部を指定すれば概ねの堆積が算定されます。アプリケーションによっては平坦部のデータを作成し差分を取ることも考えられます。



図3-46 平坦部における土量の算定例

#### (4) 設計を伴う場合（測定の代替としての活用）

斜面崩壊を考える場合、崩壊土砂を撤去し、その後現場発生土や良質土で崩壊部を盛土します。その際、用地境界内で土羽の安定勾配が確保できない、あるいは湧水が見られる等の場合は、擁壁やふとんかごの設置を必要とする場合があります。しかし、崩壊土は下図のように崩壊部の一部にも残っており、被災前後の三次元データを重ねても崩壊土量を算定することはできません。

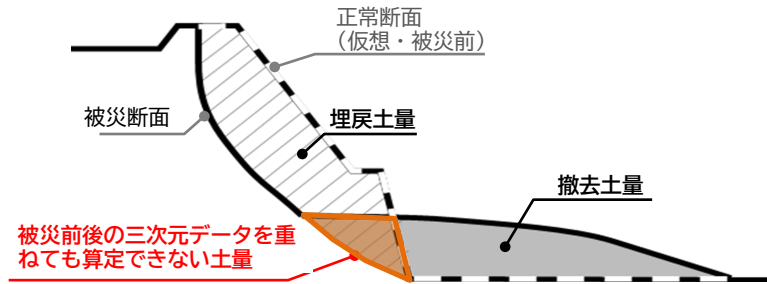


図3-47 三次元データを用いて斜面崩壊の土量を算定する上での問題

このため、基本的には被災断面を基に復旧断面図を作成する必要があります。復旧断面の形状を考える上では正常断面の形状を参考にします。三次元データを基に任意の場所の断面を作成することができるため、被災断面・正常断面を取得し、これを基に設計をすることができます。更に被災延長を計測し、平均距離法・平均断面法の延長設定ができます。

つまり、三次元データを測定の代替として活用することが可能です。

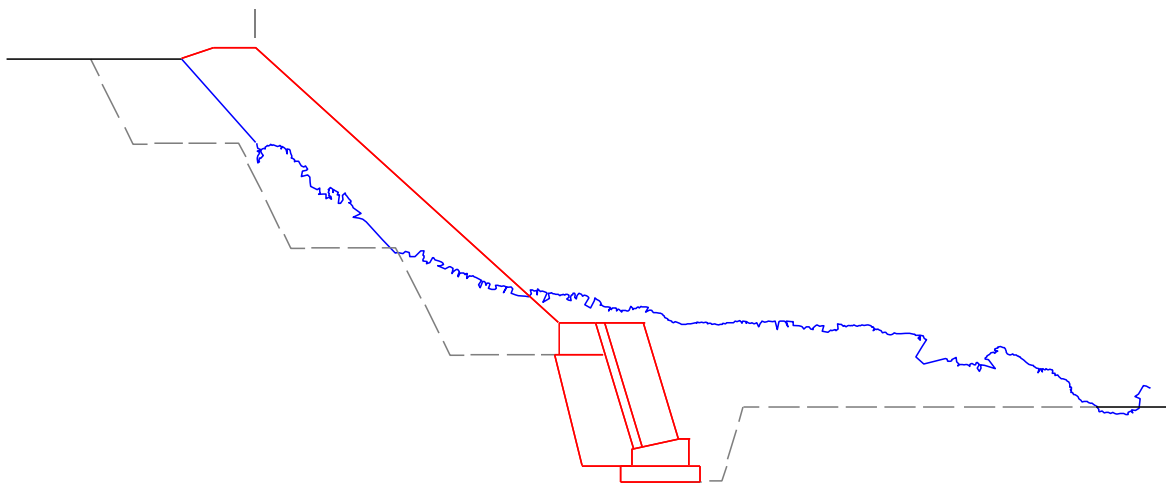


図3-48 三次元データから作成した横断面を利用した復旧図面の例

仮に被災延長・被災高さを基に概算工事費を算定する仕組みを構築すれば、三次元データから被災延長・被災高さを計測することにより、容易に査定設計書を作成することも考えられます。

### 3-5. 災害業務への活用イメージ

災害時は同時に多くの場所で被害が発生します。各現場において被害報告、査定前着工、査定設計書作成と災害査定等の多くの業務をこなす必要があり、その各場面で三次元データを活用することが期待されます。

#### 【解説】

災害発生後の各種業務において三次元データの活用が期待されます。前述した三次元データの得意な点を踏まえれば、吹き出しのような活用が考えられます。吹き出しに示した場面ごとのイメージを次ページ以降に示すので参考にしてください。

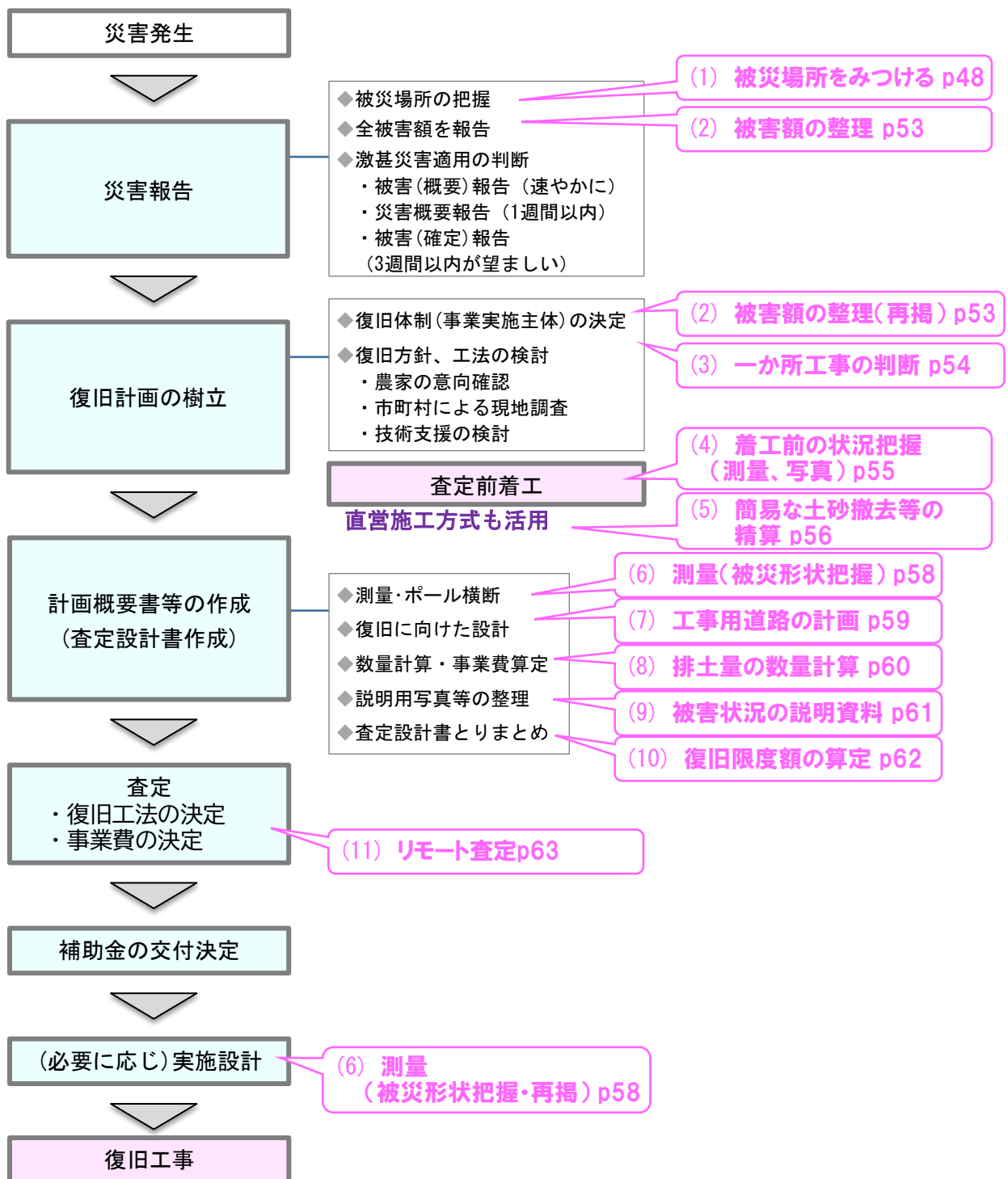


図3-49 災害復旧の流れと三次元データ等の活用

### (1) 被災場所を見つける【災害発生直後】

災害発生後は、3週間以内の被害報告が望ましいです。まずは被害場所の確認が必要ですが、被害報告は基本的に農家からの報告によりますが、様々な事情で報告が遅れる、されないこともあります。住民からの通報、水利組合や土地改良区からの報告、巡回している市町村職員による発見等、地域の事情に応じて多様な手段で情報を収集されていると思います。情報収集を少しでも円滑に進めるためにUAVの活用が考えられます。上空から周辺の状況を確認することで被災場所を探すイメージです。

下の例は、大雨の度に複数個所で法面が崩壊する現場において、UAVを用いて作成した三次元データです。紙面では見にくい部分もありますが、PC画面上では非常に見やすく、被害を容易に見つけることが可能です。

また、崩壊により土が露出すれば被災箇所と視認しやすいですが、亀裂が入る程度の崩壊もあります。見た目ではこれが雑草の影のようにも見えます。このような場合は断面図を作成すれば被災である可能性をより詳しく見る事が可能です。

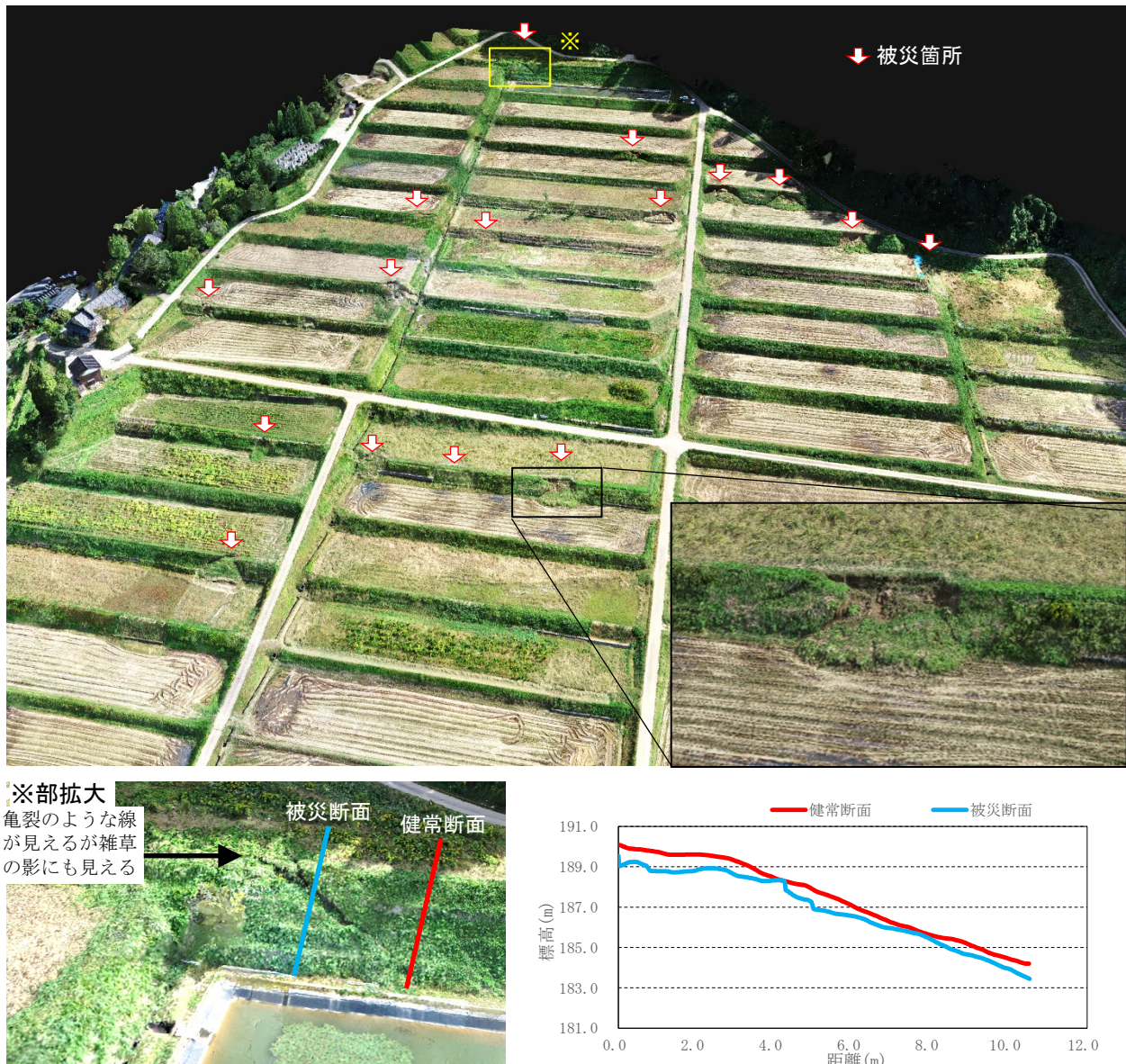


図3-50 UAVで撮影した三次元データに基づく被災場所の確認例

### 【参考：航空レーザー測量データの活用】

大災害の際には、国や県の依頼により広範囲の航空レーザー測量が実施される場合があります。このデータが入手できる場合は、農地やため池の情報と重ねて机上で被害場所を探することができます。以下にそのイメージを示します。データはオルソ画像、赤色立体図、DEMデータの3種類であり、解像度は0.5mです。能登半島地震の被災地の空撮資料で福井県から提供いただいたものです。

※赤色立体図：凸凹が直感的にわかりやすい地形図。アジア航測株式会社の特許（第3670274号等）を使用。

※DEM：航空レーザー測量の成果から建物や樹木の高さを除いた地表の標高

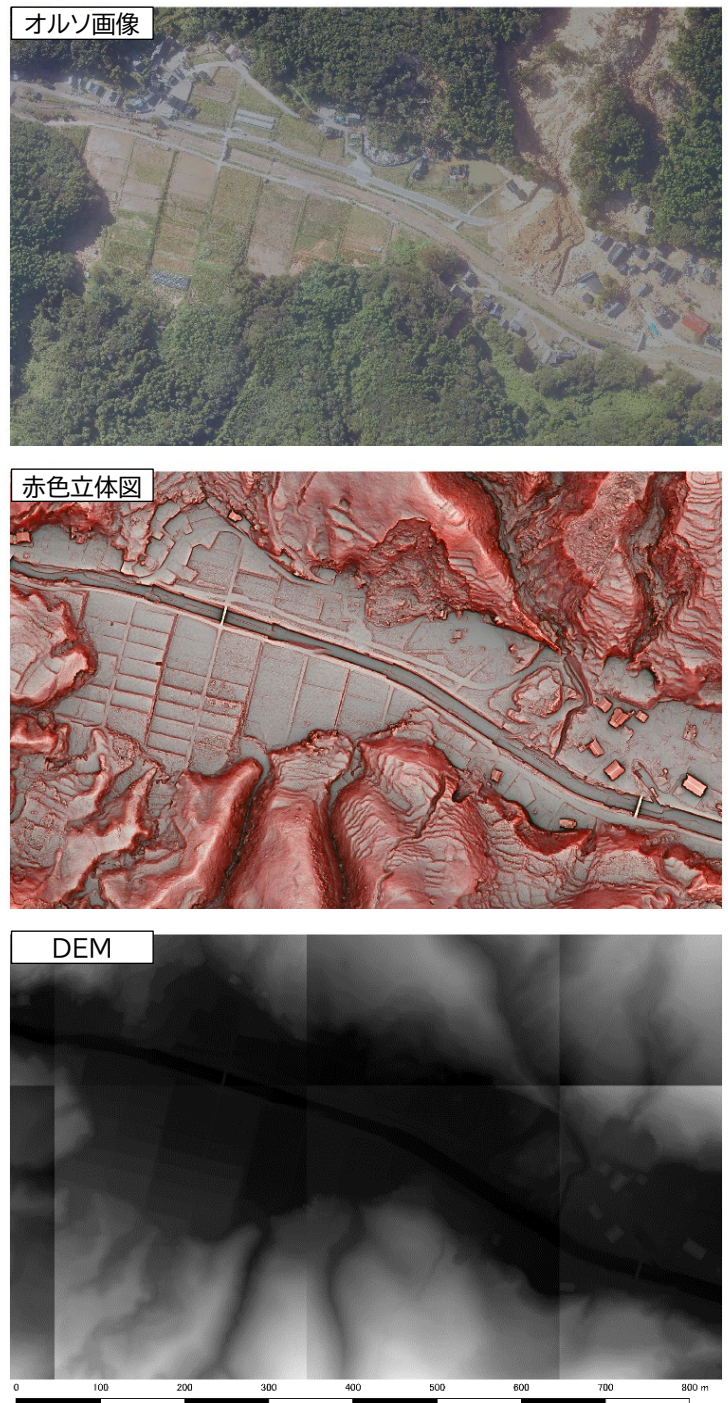


図3-51 航空測量データ

出典：珠洲市提供資料(福井県庁作成)

この画像に、農林水産省の農地ポリゴンとため池台帳、更に国土数値情報の土砂災害警戒区域等の情報を重ね、被害発生場所を探してみました。オルソ画像からは明らかな土砂崩壊状況を確認でき、赤色立体図はその補助として明らかな崩壊場所を見つけることができることを確認しました。

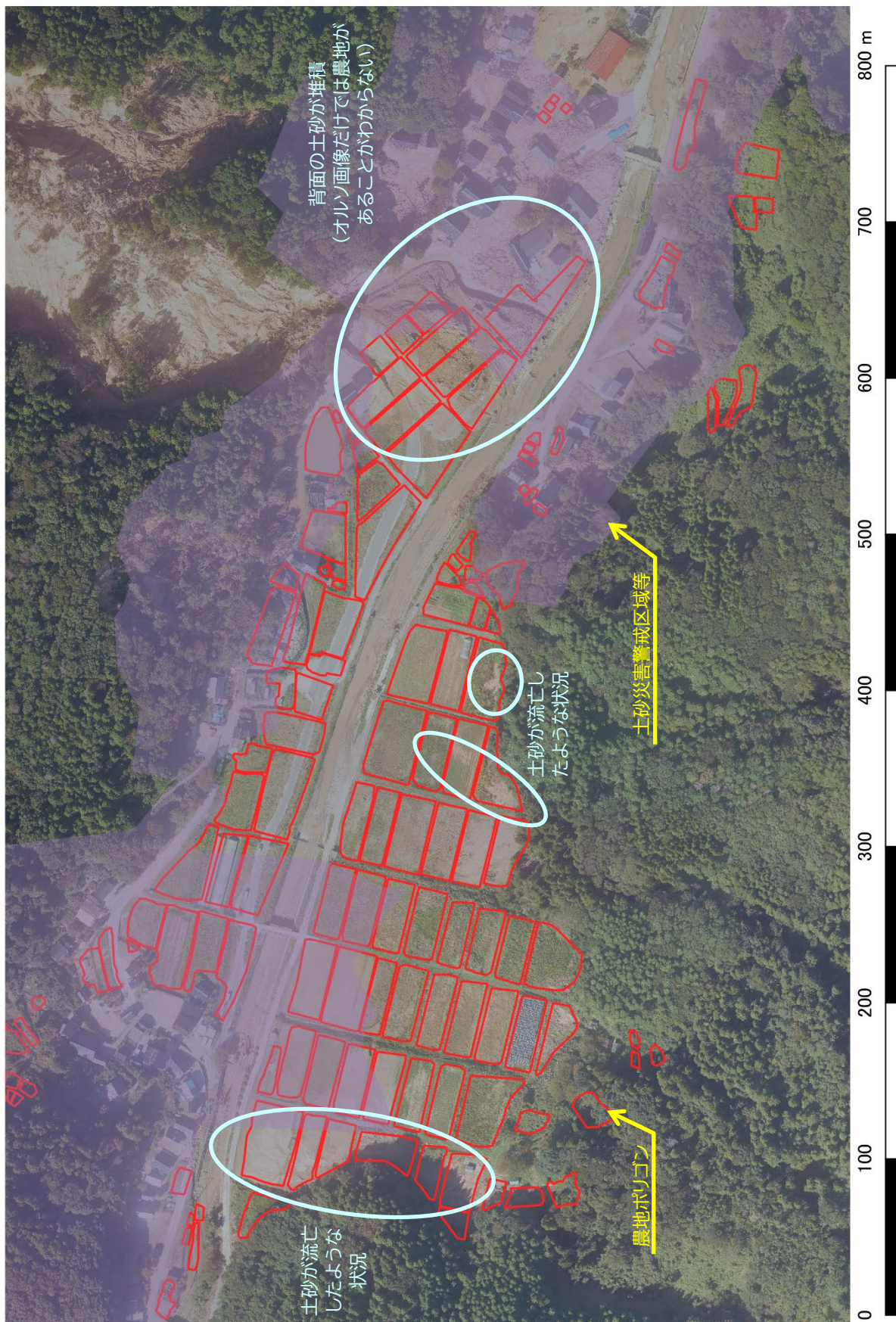


図3-52 航空測量データとGISデータを重ねた農地被害場所の確認イメージ 1  
 出典：珠洲市提供資料(福井県庁作成)、農地ポリゴン、国土数値情報

□棚田の法面崩壊：数か所であるが確認した。スマートフォンによる三次元データ取得の対象となるような土砂崩壊現場。赤色立体図は画像で見えない崩壊も確認できる。

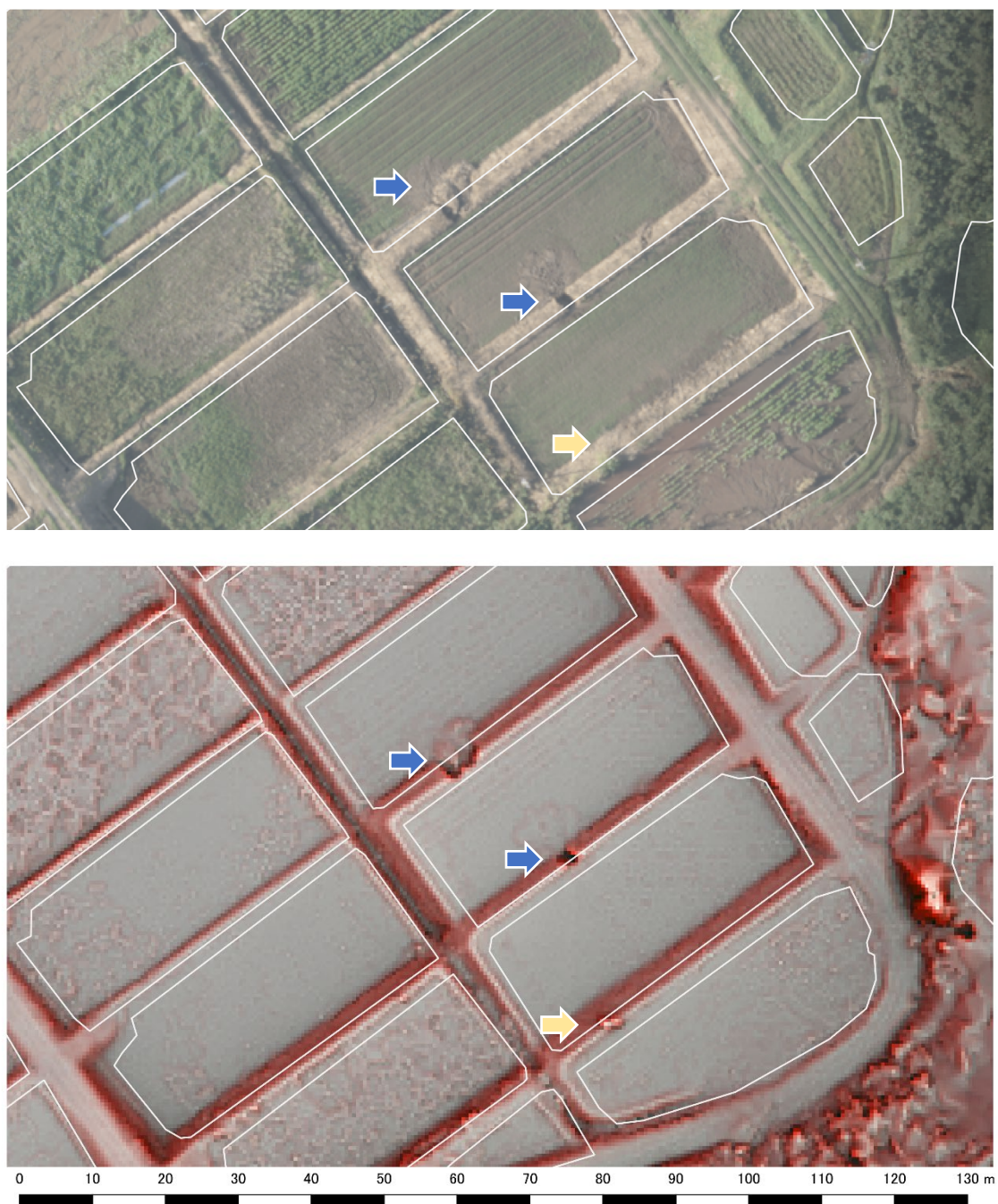


図3-53 航空測量データとGISデータを重ねた農地被害場所の確認イメージ2

出典：珠洲市提供資料(福井県庁作成)、農地ポリゴン、国土数値情報

□ため池：地域住民等でブルーシートが設置してあればオルソ画像で確認もしやすい。赤色立体図でみると、堤体の損傷も確認できた。



- オルソ画像ではブルーシートがある。見つけやすいが被害状況は不明
- 赤色立体図では損傷が見える

- オルソ画像では一見被害がないように見える。
- 赤色立体図では崩壊が見える

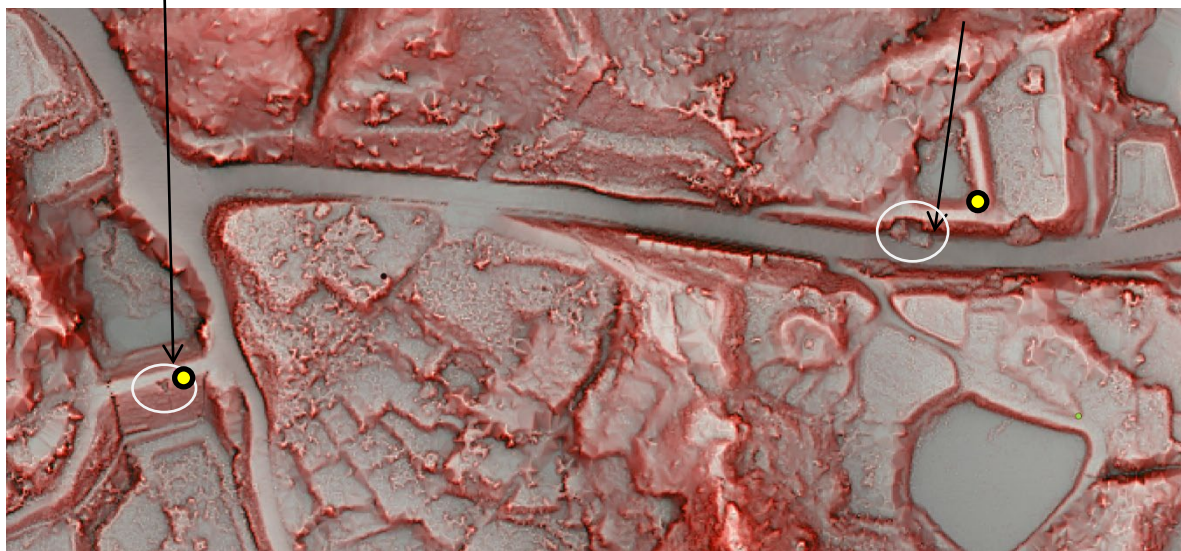


図3-54 航空測量データとGISデータを重ねたため池の被害場所の確認イメージ  
出典：珠洲市提供資料(福井県庁作成)、ため池データベース

(2) 被害額の整理【被害額報告時、災害復旧事業実施の判断時】

災害が発生した場合、都道府県は、管内各市町村に連絡して被災箇所の調査を行い、被害の判明の都度集計して、電話その他の方法をもって直接国へ報告します。その際、被害額は、被災箇所を復旧するのに必要な復旧工事費の概算額としますが、1箇所当り工事費が40万円未満のいわゆる小災害も含めて積算します。この被害額は、激甚災害の指定を行う場合の推定査定額算出の基礎資料等となるものですから、できるだけ正確なものが望ましいです(赤本PⅡ-71参照)。その作業を少しでも簡略化または正確性を期する観点から三次元データの活用が考えられます。

前述「図3-35 土砂災害の土量(工事費)算定に係るパターンの例」を参考に、被害報告段階でその時間も確保できない場合の対応例を示します。必ずしもこれらの方法による必要はなく、都道府県や国とも相談し各現場の状況に応じた対応をお願いします。

<p><b>排土①：土砂が薄く堆積</b></p> <p>□ 営農再開のため排土が必要</p> <p>→ UAVで三次元データを作成</p> <p>→ 土量 = 被災面積 × 厚さ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 面積：三次元データから図測</li> <li>・ 厚さ：実測・三次元データから推定等(状況に応じて)</li> </ul> <p>(1) 薄く堆積した土砂の排土量算定(p. 38)へ</p>		<p><b>【時間優先とする場合の例】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 被害範囲は上空からの写真から概定：オルソ画像は作成せず、上空から被災した農地がわかるような写真を撮影。農地の台帳(水土里情報、課税台帳、農地ポリゴン等)を活用し、被災面積を概定</li> <li>■ 堆積厚さ代表値を設定：周辺市町村内の堆積形態別に代表的な厚さを実測し、これを全ての地点に適用</li> </ul>
<p><b>排土②：広範囲に土砂が堆積</b></p> <p>□ 道路法面や山地崩壊により堆積した土砂のみを撤去する(斜面の復旧は別事業)</p> <p>→ UAVで三次元データを作成</p> <p>→ 被災前後のデータを重ね、その差分から土量を推定</p> <p>(2) 広範囲に堆積した排土量の算定(p. 41)へ</p>		
<p><b>排土③：簡易な土砂撤去</b></p> <p>□ 平坦面に堆積した土砂を撤去し早期に営農を再開する場合</p> <p>→ スマートフォン等・UAVで三次元データを作成</p> <p>→ 体積計測機能で土量を算定</p> <p>(3) 平坦面に堆積した土砂の排土量算定(p. 43)へ</p>		
<p><b>法面・堤体を復旧する場合</b></p> <p>□ 排土と法面の復旧が必要。</p> <p>→ スマートフォン等・UAVで三次元データを作成</p> <p>→ 三次元データから横断図を作成し、復旧計画図を作成し、土量やその他数量を算定</p> <p>(4) 設計を伴う場合(p. 44)へ</p>		<p><b>【時間優先とする場合の例】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1ヶ所当たり単価を設定：過去の事例等から一か所当たりの被害額を試算。※被災箇所の三次元データを取得し、その断面情報を入力すれば簡単に被害額が算定できるツールも用意しています。</li> </ul>

図3-55 土量(工事費)算定に係る三次元データの活用方法選定フローと時間優先の場合の対応例

(3) 一か所工事の判断【災害復旧事業実施の判断時】

被災場所をGISにプロットし、距離計測機能から距離を測ることで判断します。

UAVで広域の三次元データを作成すれば、三次元画像から水張面積を整理することも可能です。

スマートフォン等で撮影した三次元データを真上から表示したもの  
点群データまたは変換したオルソ画像を読み込むと、ほぼ正確な位置に自動的に投影される。

一か所工事の判断  
被災箇所の距離を計測

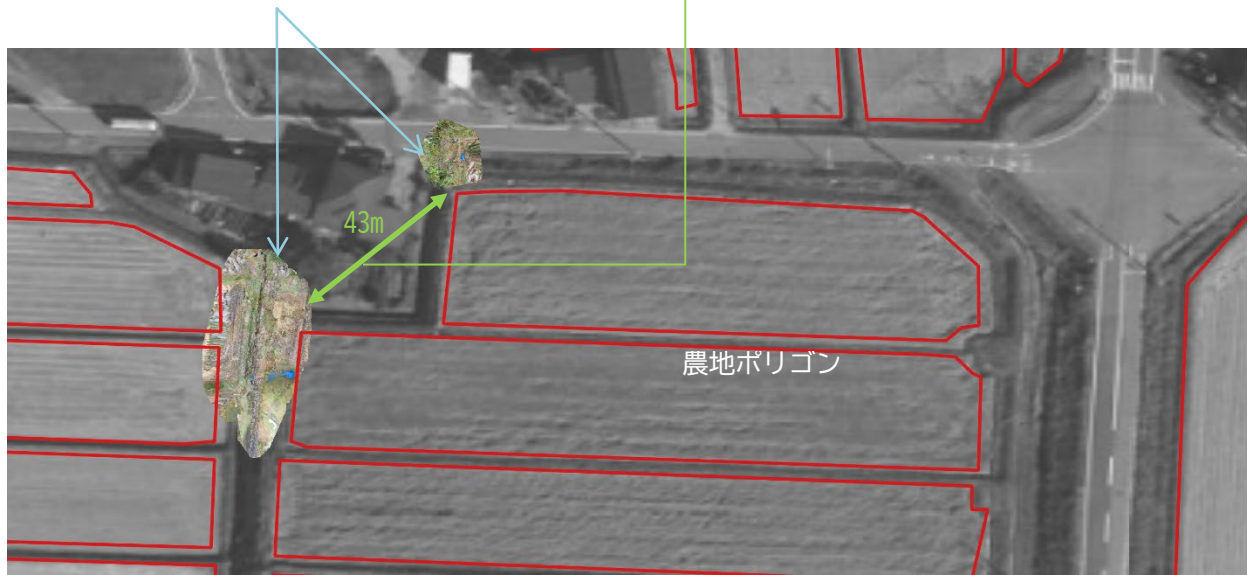


図3-56 一か所工事の判断に係る距離の計測イメージ(上：GIS利用、下：UAV作成データ利用)  
(背景は地理院地図の航空写真(グレースケール表示)と農地ポリゴン(赤線))

【ポイント】

□土量算定以外にも必要な情報収集が可能です。

#### (4) 着工前の状況把握【査定前着工時】

二次災害防止や早期の営農再開のために査定前着工（応急工事）が必要な場合があります。このような場合もあとで被災状況を確認できるように写真撮影が必要です。写真撮影の際に三次元データを取得しておけば、被災形状を後から再現し、復旧計画の立案や計画図面作成に活用することができます。



図3-57 応急工事着手前の三次元データ取得イメージ

#### 【ポイント】

- 360度カメラでも写真を撮っておけば、よりあとで説明がスムーズになります。
- 法面の下に水路がある場合は、水路の被災延長がわかるように撮影しておきましょう。例えば被災範囲の上下流にポールを置いたりスプレーで着色することが考えられます。
- 水路の規格がわかるような写真を撮影しておけば総合単価で被害額を算定できるかもしれませんね。

#### 【注意】

- 三次元データの尺度が稀に大きくズレることがあります。できればスタッフ等の長さがわかるものを現場に配置し、三次元データ作成後にその長さを測り、概ね正しい値となっているか検証してください。
- ズレたときのこと考えれば、2回程度三次元データを撮影しておいた方が無難です。
- 測量レベルの精度を求める場合は仮杭を数か所に設置・撮影しておき、後でその座標を計測することができれば補正可能です。構造物の角部でも構いません。
- 水路規格を三次元データから求めることは難しいので、そこは現地確認と写真撮影をしましょう。

### (5) 簡易な土砂撤去等の精算【査定前着工を直営施工方式で実施する場合】

農地や農業用施設では、法面が崩壊し下の農地に土砂が堆積する被害が多く発生します。この堆積した土砂を撤去すれば営農が再開できることもあります。人力で撤去可能な規模であれば工事業者との契約等に時間を要するよりも、農家による直営施工をお願いする方が、迅速性の観点から有効であるとともに、農家負担の軽減に繋がります。この直営施工方式の実施に当たっては、実際の土量で精算することからその土量を求める必要があります。

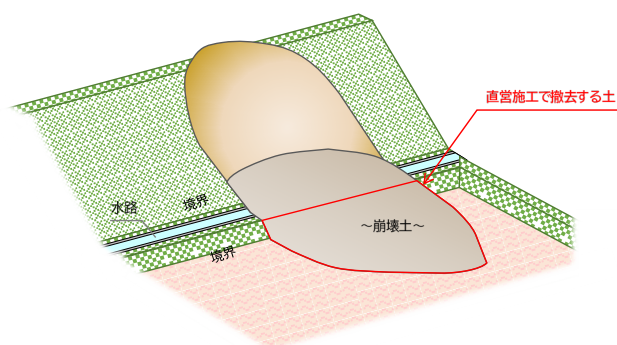
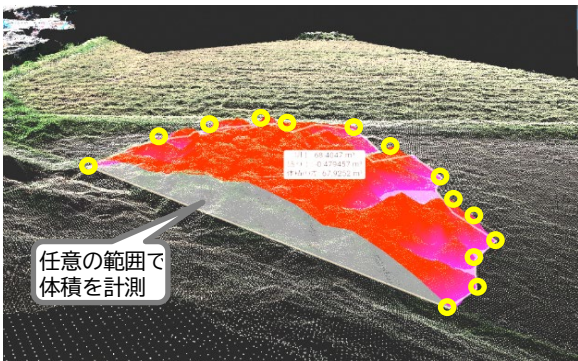


図3-58 直営施工範囲の例

三次元データであれば、この土量を簡単なマウス操作のみで簡単に算出することが可能です。

**【ポイント】**  
□平坦であれば被災後のデータのみで算定可能。



任意の範囲で  
体積を計測

図3-59 平坦部における簡易な土量算定例

□応急本工事、またはこれを直営施工方式で実施する場合の数量・工事費の把握などにも活用できると考えます。

**【注意】**  
■被災前データと重ねる場合は、その精度に注意。例えば被災範囲が7mだった場合、5mメッシュであれば2メッシュにしかありません。これで引き算しても正しい数字は出てきません。当該地の都道府県の点群データ等があればそれを利用するか、入手困難な場合は別の方法での対応となります。

#### 【応急本工事・直営施工等への活用】

応急本工事は、復旧計画樹立後、査定を待たずに災害復旧事業（復旧工事費が40万円以上であること）の一部又は全部を緊急に実施する復旧工事です。応急本工事の要件は、農地農業用施設災害復旧事業事務取扱要綱及びその解説 第14.1(5)に記載があり、下記のように被災箇所で止むを得ないと判断された場合には、都道府県及び地方農政局と打合せをして着工します。ただし、土砂撤去などの簡易な工事については、打合せは不要です。

- ①被災施設又はこれに関連する施設の増破防止、あるいは、作物被害を防止するために緊急に着工する必要のある箇所であること。
- ②緊急に復旧すれば、作付時期に間に合う農地等の復旧箇所であること。

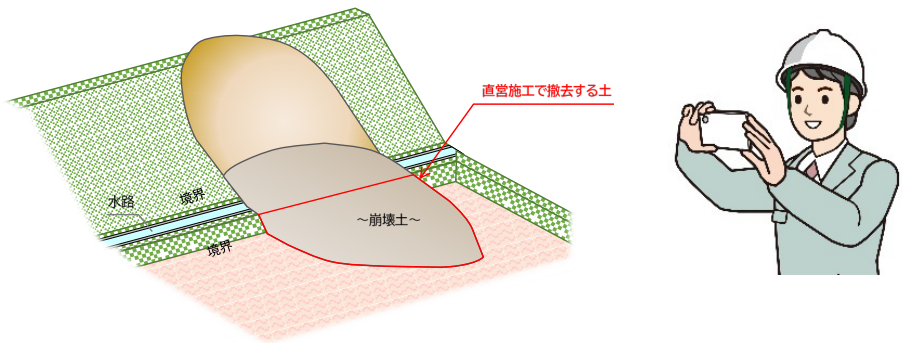
が要件となります。

なお、応急本工事を行う場合以下の点に留意が必要です。

- ①必要性及び工法の選定理由が確認できる工事施工前の被災写真を撮影しておくこと。
- ②工事实施中の写真、出役人夫、契約書、工事費支払額等の証拠書類を整理しておくこと。
- ③応急本工事を実施する場合は、災害復旧事業の一部又は全部となることから、着工前に事業主体は都道府県及び地方農政局と打合せを行うこと。
- ④応急本工事に要した費用は、査定設計書に計上しておくこと。
- ⑤用水手当や排水処理のため必要となった費用の内、ポンプの購入費や運転労務費は補助の対象とならないので注意すること。

上記留意点のうち、アンダーラインで示した部分を要約すれば、工事前の被災状況がわかる資料と工事費の根拠を整理し、査定設計書に記載することが必要となります。よって、作業着手前に三次元データを作成し事前に数量を把握しておけば、上記書類作成に係る事務が簡素化できる可能性があります。また、直営施工を担う農家等への作業説明書としても活用できると考えます。

三次元データを作成



撤去土量と費用を算定し、印刷（査定の根拠としてつ指示書としても活用）

〇〇地区応急仮工事

土量は90m<sup>3</sup>

工種	数量	単位	単価(円)	工事費(円)
撤去	90	m <sup>3</sup>	1,100	99,000
処分	90	m <sup>3</sup>	2,300	207,000
合計				306,000

印刷物を見せて農家に説明



図3-60 応急仮工事での三次元データ活用イメージ（着工前資料作成と農家への指示等を効率化）

## (6) 測量【査定設計書作成時、実施設計時】

三次元データを利用することで、専用の機器を用いずに横断面図や平面図等の基図を得ることができます。また、被災場所全体をデータ化できることから、任意の場所の断面図を作成できるメリットがあります。

なお、復旧計画を三次元設計で実施しても構いませんが、実施主体である自治体等では三次元の図面ソフトを有していないことが多いため、汎用性の観点から当面は従来通り二次元の横断面図を基に被災断面図を作成し、平均距離法または平均断面法による数量計算を基本とします。

### 【ポイント】

□小規模な土砂災害であれば、査定設計書を基に工事発注される場合があります。

### 【注意】

- 三次元データの尺度が稀に大きくズレることがあります。できればスタッフ等の長さがわかるものを現場に配置し、三次元データ作成後にその長さを測り、概ね正しい値となっているか検証してください。
- ズレたときのこと考えれば、2回程度三次元データを撮影しておいた方が無難です。
- 後に実施設計を予定している場合等、測量レベルの精度を求める場合は仮杭を数か所に設置・撮影しておき、後でその座標を計測することができれば補正可能です。構造物の角部でも構いません。
- 草刈を十分におきましょう。雑草や稲があるとその表面が三次元化され、被災箇所や健全部が再現されません。
- 撮影範囲は被災部だけではなく、健全部も2m程度は撮影しておきましょう。そうしないと、健全部との擦り付け高さ等を想定することができません。
- ふとんかごは従来の測量では長方形で作図されますが、三次元ではかごの中の石が再現されるため、下図例のとおり、上端部の線形が不規則になります。
- 特に正常断面は、雑草やふとんかご等の不特定要素がある場合は、簡単でよいので横断測量をしておきましょう。

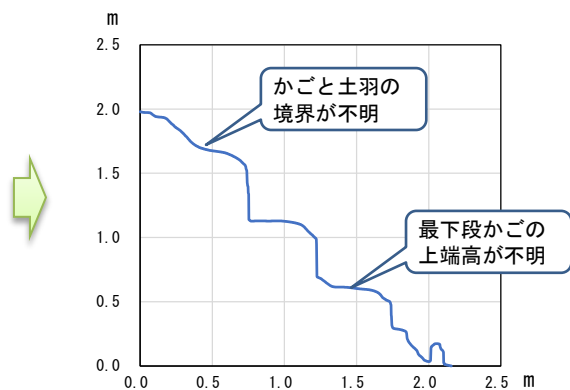


図3-61 三次元データからふとんかごの断面を取得した例

### (7) 工事中道路の計算【査定設計書作成時】

被災現場に工事用車両が進入するための工事用道路が必要であり、被災場所までの既存道路や工事用道路を利用し、その後は農地内を通過して被災場所に至ると思います。この農地内に敷鉄板を敷設する場合、被災場所をGIS等に落とし、その延長を計測すれば数量が求まります。

現場条件によって、これによりがたい場合もGISであれば地理院地図等の情報を背景に載せることができますので、工事用道路の計画は比較的簡単にできます。ただし、敷設延長の想定は容易ですが、大型土のうで縦断形の整形が必要な場合等は別途測量が必要です。

UAVで撮影した三次元データを真上から表示したもの  
点群データまたは変換したオルソ画像を読み込むと、ほぼ正確な位置に自動的に投影される。



図 3-62 三次元データのGIS上で工事用道路延長を算定  
(背景は地理院地図の航空写真(グレースケール表示)と農地ポリゴン(赤線))

（８）排土量の数量計算【査定設計書作成時】

土砂の堆積状況によりますが、面積×厚さ、被災前後のデータからの差分、被災後データからの推定によって算定します。大規模災害の場合で時間を優先し簡略化する場合は、前述「（２）被害額の整理」を参照してください。

被災前後の三次元データがあり、その差分から土量を算定することも可能です。具体的な方法は「５－６．被災前後のデータの差分から排土量を算定した例（Q-GISを利用）」を参照してください。

また、この場合は実際の工事の際に出来形の数量が変わる可能性があるため、必要に応じ査定設計書の変更を行うために必要な調査、測量、試験又は設計に関する費用について、査定申請時に計上し、精査することが考えられます。

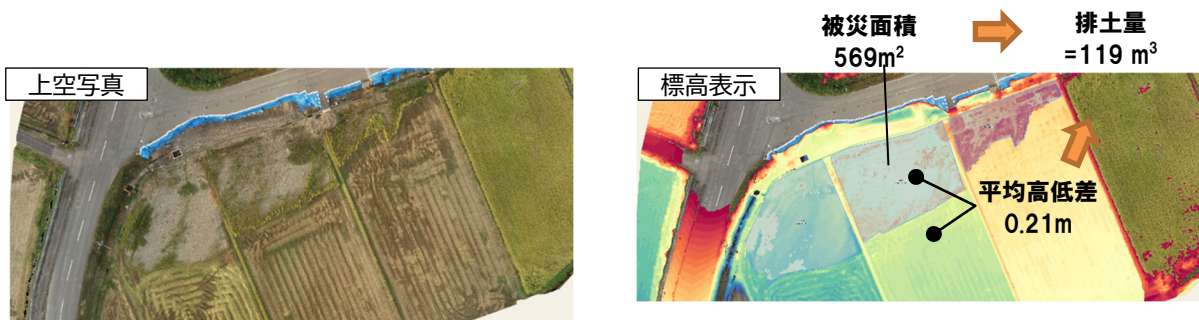


図3-63 薄く堆積した土砂の排土量算定例

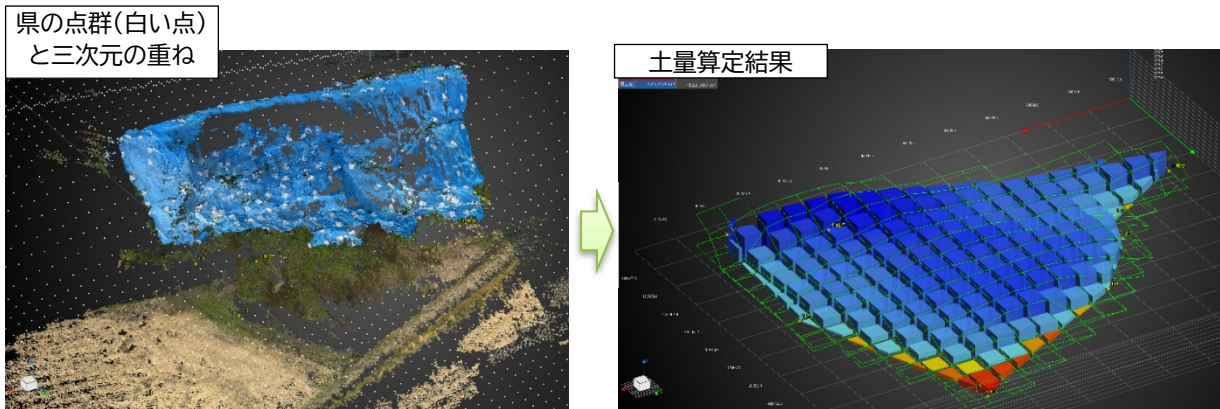


図3-64 被災前後の差分による排土量の算定例



図3-65 平坦な場所に堆積した土砂の排土量算定例

### (9) 被害状況の説明資料【査定設計書作成時】

三次元データ、360度カメラ写真、UAV空撮写真、その他写真等を活用し、当該被災現場を見ていない人にも状況がわかるような説明資料を作成します。

被災延長、被災断面と正常断面、被災原因等がわかる説明が重要です。

### (10) 復旧限度額の算定【査定設計書作成時】

田の場合は、水張面積を計測し、これを基に算定します。農地ポリゴンを重ねるとより容易に作図や面積が計測できます。

UAVで撮影した三次元データを真上から表示したもの  
点群データまたは変換したオルソ画像を読み込むと、ほぼ正確な位置に自動的に投影される。

#### 水張面積

- ・農地ポリゴンならより容易に面積計測が可能
- ・課税台帳や市町村等が取り扱う水土里情報なら、農家もわかる。



図 3-66 三次元データのGIS上で表示し、水張面積を算定  
(背景は地理院地図の航空写真(グレースケール表示)と農地ポリゴン(赤線))

### (11) リモート査定【災害査定時】

災害復旧事業に当たっては、災害査定を受ける必要があります。災害査定では査定官・立会官に対し被災状況や復旧計画についての説明が必要です。Web会議を活用したリモート査定とすることで査定官・立会官は査定を効率的に進めることができます。またペーパーレス化による資料の印刷手間の軽減も期待できます。

ここで三次元データや360度カメラの画像等を共有すれば説明の補助資料として利用することができます。説明側が三次元データを動かしながら説明することが基本になりますが、クラウド上で閲覧・操作が可能な状況にすれば査定官・立会官が自ら三次元データを動かし、長さを測ることも可能です。

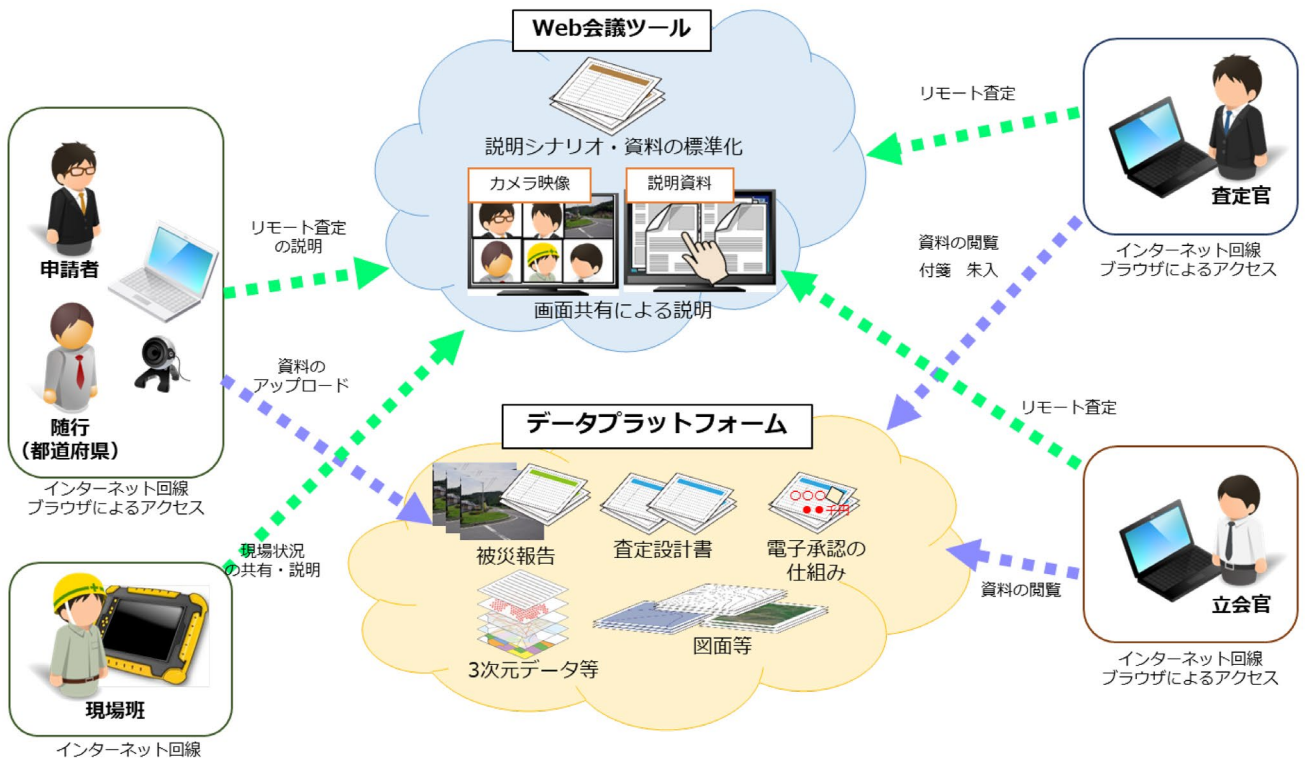


図 3-67 web会議を活用したリモート査定イメージ  
出典：災害復旧事業におけるデジタル技術活用の手引き(案)、国土交通省

### 3-6. 平時からの備え

三次元測量自体は、専門的な技能や複雑な機器操作を必要とする従来の測量と比べて、誰でもできる簡単な作業です。しかし、撮影方法やその後のデータ処理等のソフトウェア処理があり、慣れるまでには時間を要します。そのため、平時から機器の扱いに慣れておく必要があります。

#### 【解説】

例えば、使用するソフトウェアの選定、操作方法や精度の確認には時間を要します。有償のソフトウェアを利用する場合は契約までの手続きも必要です。また、三次元データからCADデータへの変換等は慣れてしまえば簡単ですが、最初はどうしても工夫しながら進める必要があります。災害が起きてから契約や試行をするのではなく、平時から準備しておくことが重要です。

本書で紹介した家電量販店でも購入可能な汎用性の高いUAVでも、公共測量での利用実績は多くありますので、通常の測量での利用が考えられます。また、現地調査の際の上空からの写真撮影や対象構造物または現地の三次元形状の取得もできます。

スマートフォン等及びUAVも、例えば機能診断調査のひび割れ展開図作成の補助など、様々な使い方があると思います。

また、災害が発生した場合の役割分担や行動パターンを時系列で整理したタイムラインを作成しておき、訓練もしておくことも有効と考えます。

## 4. 三次元データの作成手順

### 4-1. 概要

被災した工種や規模などから、スマートフォン等及び UAV による三次元データを活用する現場を選定します。この後、被災した現場における作業の安全性を配慮した体制（2名以上が望ましい）で撮影を行います。現地ではスマートフォン等及び UAV による撮影のほか、取得した三次元データを補正する場合や使用するアプリケーションによっては、標定点の設置と座標計測が必要です。また、三次元データのみでは、湧水などの情報が得られないため、査定設計書の作成に当たっては、これらを補完する写真を適宜撮影します。

#### 【解説】

災害が発生した場合、まずは地域内における被害発生箇所や規模等を把握します。スマートフォン等及びUAVによる三次元データの活用は、小規模な法面被害や水路が適していると考えられるため（「3-4. 三次元測量を行う現場の選定」より）、このような被害箇所を選定します。また、スマートフォン等及びUAVを活用する現場の作業は大きく以下の作業が必要と考えます。

#### 主な現場作業

- ①被災範囲の確認、被災原因の推定
- ②起終点や被災断面（数量算出に用いる代表断面）の位置の決定
- ③スマートフォン等による撮影（三次元測量）
- ④スマートフォン等の補正のための標定点の座標計測
- ⑤黒杭及び測点杭の設置、設置状況写真撮影
- ⑥その他、査定時の説明に必要な写真撮影（三次元データでは表現できないクラック、湧水、水面下の土砂の堆積状況、被災した構造物の状況等）

## 4-2. 撮影前の確認と準備

被害状況や現場の安全性等を確認し、スマートフォン等及びUAVでの撮影が可能かを判断します。可能と判断した場合は撮影範囲を決定します。この作業は査定設計書を作成する者（主に技術系職員）が行い、三次元の撮影を行う者に具体的な作業の範囲（三次元撮影範囲、UAV飛行範囲等）を共有します。

### 【解説】

- 現地条件から撮影方針を決める：対象となる災害現場の状況を確認し、撮影範囲や作業方針を決定します。可能であれば黒杭や撮影範囲の目印を設置しておくことで撮影作業者（自治体職員等）は間違いなく作業ができます。
- 業務委託する場合：作業を委託する場合は、作業箇所、範囲を図面等により的確に指示しておくとともに、必要に応じて発注者（自治体職員等）や地元関係者も同行して一緒に条件や対処方針を確認することで効率的に作業が進められます。
- 事前の確認事項：スマートフォン等及びUAVによる三次元データの取得などの現地作業を円滑かつ効率的に行うため、被災範囲、被災原因、安全対策、三次元化する範囲、写真撮影、その他必要な作業等を事前に確認してください。また、被災範囲の外周をスプレーで着色する等、重要な場所を目立たせておくと、三次元データの被災形状がより見やすくなります。

#### 被災状況の把握

- ・被災場所
- ・被災内容
- ・被災原因

#### 調査方法の判断

##### （スマートフォン等で撮影可能かを判断）

- 近接して撮影が可能か
- 撮影できる広さか
- 危険な場所はないか
- 撮影範囲に水面が多い現場ではないか
- 電波状況等、使用するアプリが対応できる場所か
- 草刈の要否  
（必要な場合は草刈範囲）

#### 撮影者への指示（現場）

- 起終点杭の設置（法肩と法尻に設置し、正常断面と被災断面がわかるようにします。）
- 現場の全景写真等を撮影し、あとで被災範囲を図示できるようにする（必要に応じ、撮影範囲の目印を現地に設置することも考えられます）

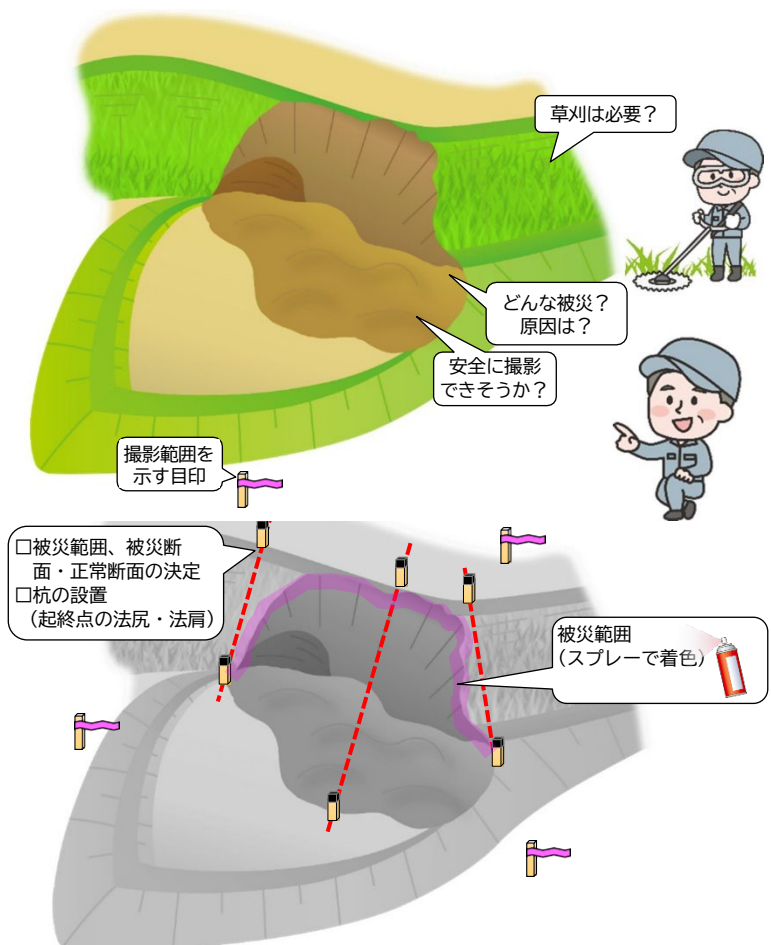


図4-1 事前の現場確認と撮影前の準備

現場チェックリスト（案）

被災場所	町 地内	確認者	確認日時	年 月 日 時	
被災内容	<input type="checkbox"/> 農地の法面崩壊 <input type="checkbox"/> 農地への土砂の堆積 <input type="checkbox"/> ため池の堤体の崩壊 <input type="checkbox"/> 土砂崩壊による水路の閉塞 <input type="checkbox"/> 水路の流亡、周辺法面の崩壊 <input type="checkbox"/> その他 ( )	起終点位置 被災断面の 設定	起点(上流側正常断面)	<input type="checkbox"/> 黒杭No.	特記事項:
			被災断面1	<input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項:
			被災断面2	<input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項:
			被災断面3	<input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項:
			被災断面4	<input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項:
		終点(下流側正常断面)	<input type="checkbox"/> 黒杭No.	特記事項:	
発生要因	<input type="checkbox"/> 地表からの浸透水による崩壊 <input type="checkbox"/> 地下水位の上昇に伴う崩壊 <input type="checkbox"/> 地震動による崩壊 <input type="checkbox"/> その他 ( )	用地境界	法肩側(または左岸側)	<input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項:
			法尻側(または右岸側)	<input type="checkbox"/> 杭No.	特記事項:
		その他			
草刈要否	<input type="checkbox"/> 正常断面取得予定位置の法面等が露出しているか <input type="checkbox"/> 被災断面の法肩、法裾の健全部が露出しているか <input type="checkbox"/> その他 ( )	スマホ 撮影の可否  <input type="checkbox"/> 可 <input type="checkbox"/> 不可	<input type="checkbox"/> 安全に撮影可能か	UAV 撮影の可否  <input type="checkbox"/> 可 <input type="checkbox"/> 不可	<input type="checkbox"/> 飛行禁止エリア、または航空法上の飛行禁止の条件に合致していないことを確認したか <input type="checkbox"/> 国道、鉄道、高圧電線等を避けた飛行ルートが設定可能か <input type="checkbox"/> 天候(強風、降雨)の問題はないか <input type="checkbox"/> その他、当日の現場条件から飛行に問題のある条件はないか
			<input type="checkbox"/> 5m程度まで近接可能か <input type="checkbox"/> 概ね5m×5m程度か <input type="checkbox"/> （水路の場合）断面を取得位置に流水や水たまりがないか <input type="checkbox"/> 携帯電話の圏内か <input type="checkbox"/> GNSSを用いる場合、森林等の遮蔽物が近接していないか		
被災状況スケッチ(起終点、断面設定位置、別途写真撮影が必要な個所、危険個所等をメモ)			被災断面スケッチ(被災形状、原因等をメモ)		

※書ききれない場合は裏面に記載

### 4-3. 機材等の用意

スマートフォン等の他、安全装備、あると便利な道具等を用意します。

#### 【解説】

以下の道具が必要です。■は必須、□はあると便利な道具です。

#### ①安全に作業するために



■ヘルメット



■長靴、安全靴等



■軍手等

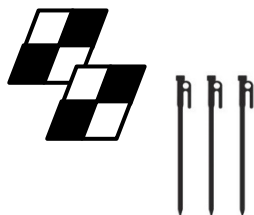
図4-2 安全の観点から必要な道具の例

#### ②スマートフォン等のほかに用意するもの

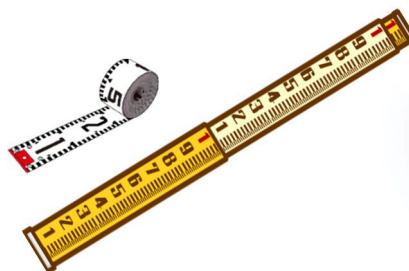
- 下見をした技術系職員等からの指示事項メモ
- 被災箇所の位置図、航空写真等(メモ用)
- 位置補正のための標定点(固定用のペグ・釘)
- その他目印となるもの(リボンテープ、スタッフ、現場着色用のスプレー等)
- 座標計測が可能な器具(トータルステーション、簡易なGNSS受信機等)
- 自撮り棒、ストラップ
- スマートフォン等の予備バッテリー
- (草が繁茂している現場では)草刈り機



位置図、メモ等



標定点と固定具(ペグ等)



距離の目安となるスタッフ等



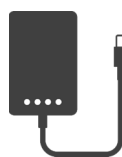
スプレー等



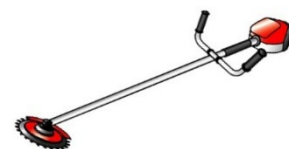
座標計測器具(トータルステーション等)



自撮り棒、ストラップ



予備のモバイルバッテリー



草刈り機

図4-3 現場作業に必要な道具の例

#### 4-4. 準備作業

作成した三次元データにおいて、畦肩や境界の位置の特定、高低差の設定を容易に行うためには、予め目印を設置する等、現場での対応が重要となります。  
また、三次元データの補正を行う場合は、既知点情報として、現地に座標を測定する標定点を設置し、その座標を計測します。

##### 【解説】

被災場所では、もともと存在していた畦畔が崩壊によってなくなっています。このため、被災断面から復旧断面を作成する際には、三次元データから断面図を取得した際、畦畔の位置や境界の位置を特定する必要があります。

また、上下の田面の高低差も復旧図を作図する際に必要ですが、田面にも凹凸があり、三次元データは凹凸を忠実に再現するため、三次元データから作成した断面図で、上下の田面位置を特定しにくい問題があります。

従来の測量であれば、位置は測量側でこれらの位置を図示してくれているので問題になりませんが、三次元データではその情報がありません。よって、撮影前にその位置がわかる目印を設置すると内業が容易になり、土量の正確性も向上します。ただし、大雑把に土量を算定できれば良い場合(時間を優先する場合)は必ずしもこの作業を行わなくても大丈夫です。

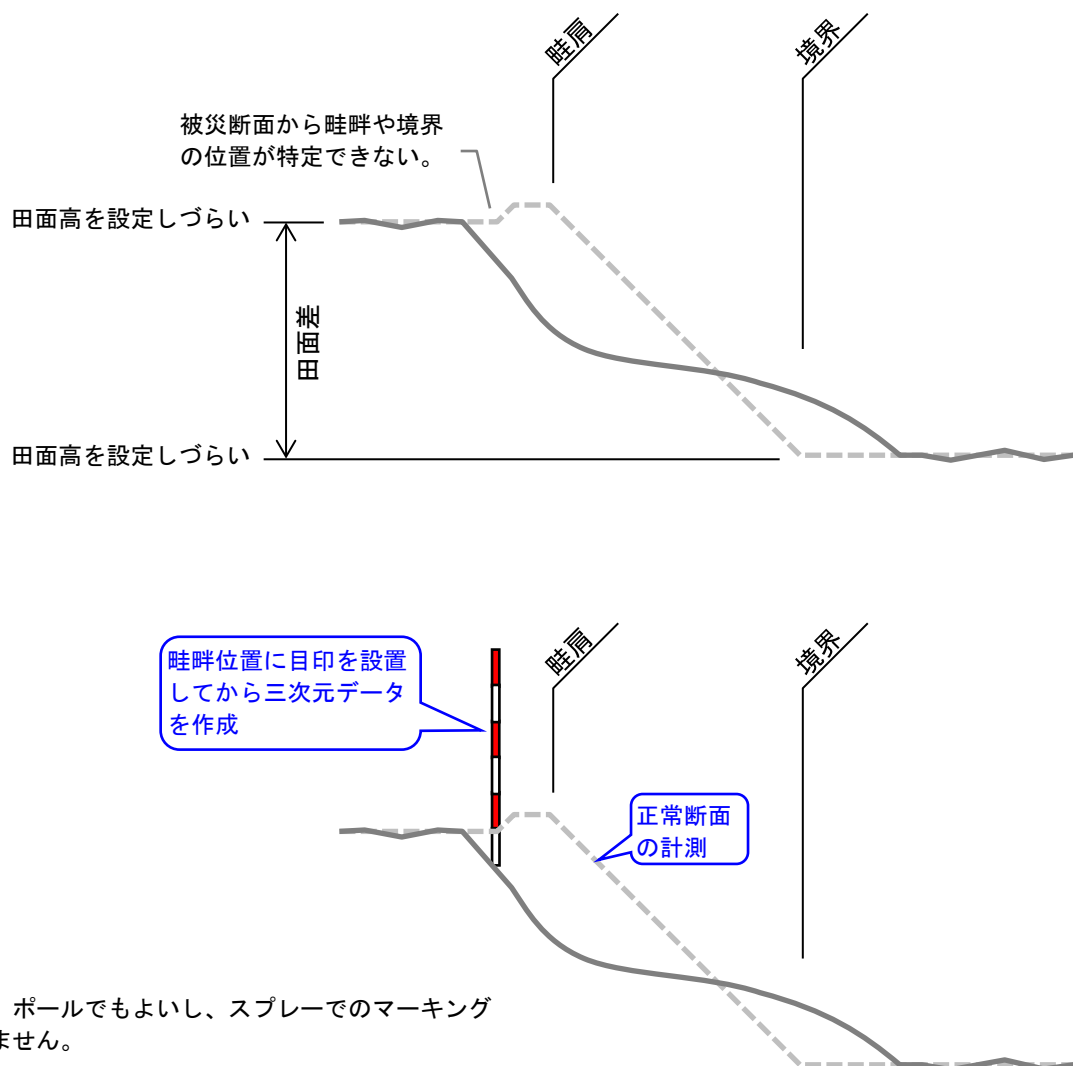


図4-4 復旧位置を特定するための目印等の設置

災害査定や被害額算定等の段階での概算土量算定を目的とした場合は、アプリケーションがある程度の補正機能を有している場合はこの作業は省略することも考えられます。補正機能のないアプリケーションを利用する場合、被災前データとの重ね合わせを行う場合、十分な精度が必要な場合等に必要に応じて実施します。詳細は「3-3. 三次元データ活用の考え方」の「ここに注意」を参照してください。

標定点を設置する場合は、下図のように5mに1か所程度を設置します。また、精度検証用の検証点も必要に応じて設置してください。

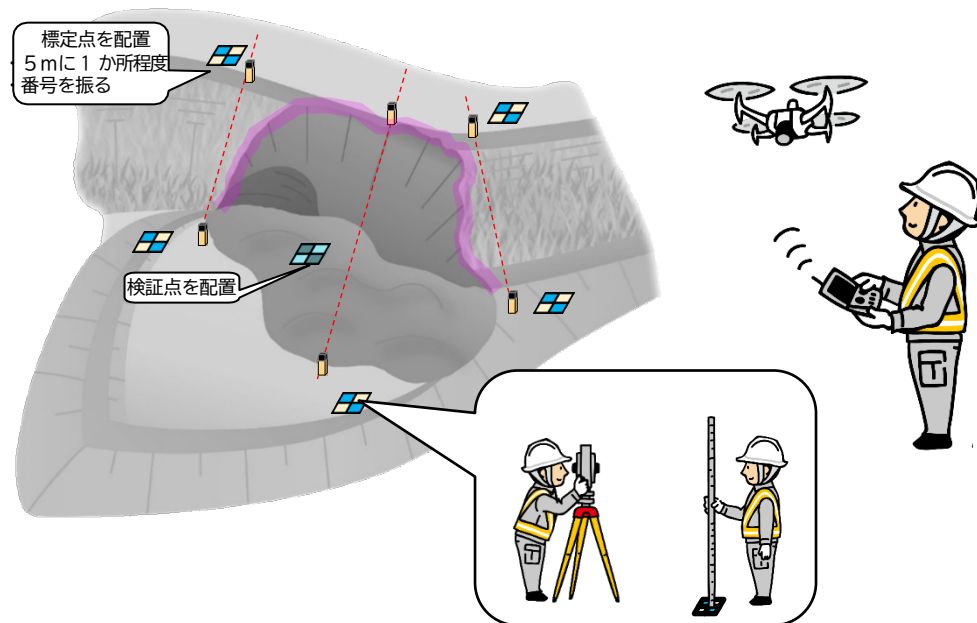


図4-4 標定点、検証点の配置イメージ

#### ここに注意

- 📏 **標定点の大きさは最低でも10cm×10cm以上、できればもう少し大きく**：本書作成に当たっては10cm×10cmの大きさの標定点を設置しました。撮影者は標定点を必ず撮影するように意識しながら撮影しましたが、それでも欠測が生じました。一方で、UAV計測用に用意した30cm×30cmの標定点はほぼ欠測がありませんでした。標定点が大きすぎると被災箇所を隠してしまいますが、標定点の大きさは10～30cmの範囲で作成すると欠測が少なくなります。
- 📏 **細い赤白ポールも三次元化されにくい**：赤白ポールを三次元化すると、下図画像のように歪んだり一部が欠測してしまう場合があります。このため、スタッフやりボンテープは極力、太いスタッフやりボンテープを使用することが望ましいです。



図4-5 歪みや欠測が生じているポール、スタッフの三次元画像

## 4-5. 撮影

### (1) 撮影の基本

災害査定の説明において必要な情報（被災範囲を特定するなど）を得ることを意識して撮影範囲を設定し、被災状況が判読できる明瞭な画像が得られるよう歩き方等に注意して撮影してください。

#### 【解説】

スマートフォン等で撮影する場合は、使用するアプリケーションの指示に従いつつ、「カニ歩き（平行移動）」を基本に「一筆書き」で「被災範囲周辺の健全部（未被災部分）も含め」撮影してください。UAVで撮影する場合は、三次元化ができるように一定のオーバーラップ率を確保し、必要な範囲を指定し、自動飛行にて撮影します。測量として実施するものではないため、飛行高度は特に規定はありませんが、20～40mで撮影すれば概ね問題なく三次元データが作成できます。

#### ここがポイント

- 📍 **カニ歩き&一筆書きが基本**：使用するアプリケーションにもよりますが、なるべくカメラの角度を変えず体を平行移動させる“カニ歩き”で撮影します。現場条件でカニ歩きが難しい場合は、「の」の字を書くように歩くことも考えられます。自撮り棒を活用するとより持ちやすいこと、手が届かない場所も撮影できる等のメリットもあります。
- 📍 **同じ場所を何度もスキャンしない**：同じ場所を何度もスキャンするとデータが二重化される場合があります。アプリケーションによってこの現象の生じやすさは異なります。
- 📍 **段差を上り下りする時などは撮影を一時停止**：このような時はどうしても移動に集中するため、カメラがおかしな方向を向いている可能性があります。これが三次元画像を作成するときのノイズになりかねません。このような場合には、一時停止機能がありますので一旦撮影を中断してから再開することで回避できます。ただし、アプリケーションによっては一時停止機能の設定がない場合もありますので、注意してください。

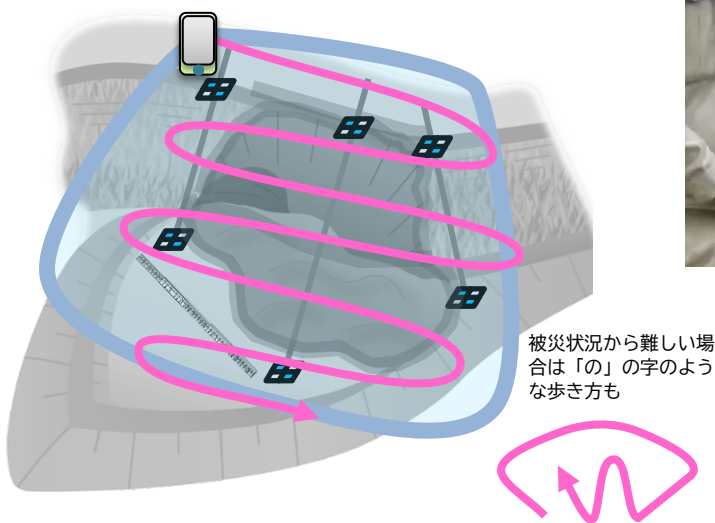


図4-6 撮影時の歩き方のイメージ



図4-7 自撮り棒の装着



図4-8 一時停止ボタンの例

### ここがポイント

- 📍 **端部は欠測が出やすい**：情報が欲しい範囲の外側まで撮影することが重要です。
  - 📍 **復旧の設計に必要な情報を撮影する**：設計では健全部（未被災部分）との擦付け等も考える必要があります。下図の場合、横断図作成には法肩側(上側)と法裾側(下側)の両方の田面高の情報が必要です。このため、被災範囲よりも外側も撮影する必要があります。
- 以上より、被災範囲から2～3m離れた場所まで撮影する等しておく安心です。

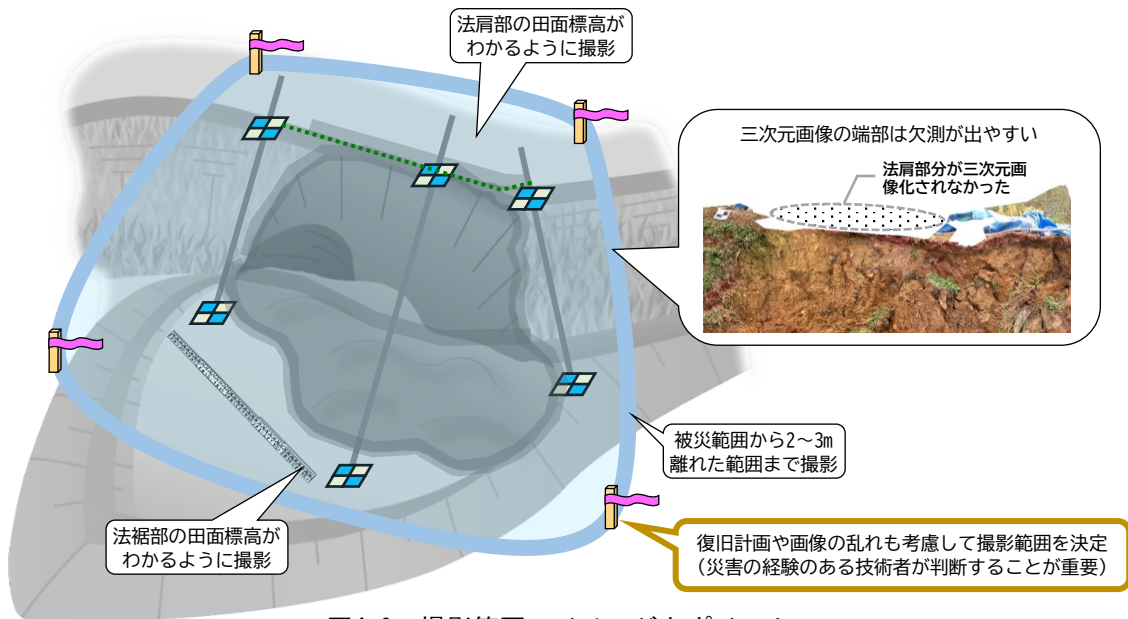


図4-9 撮影範囲のイメージとポイント

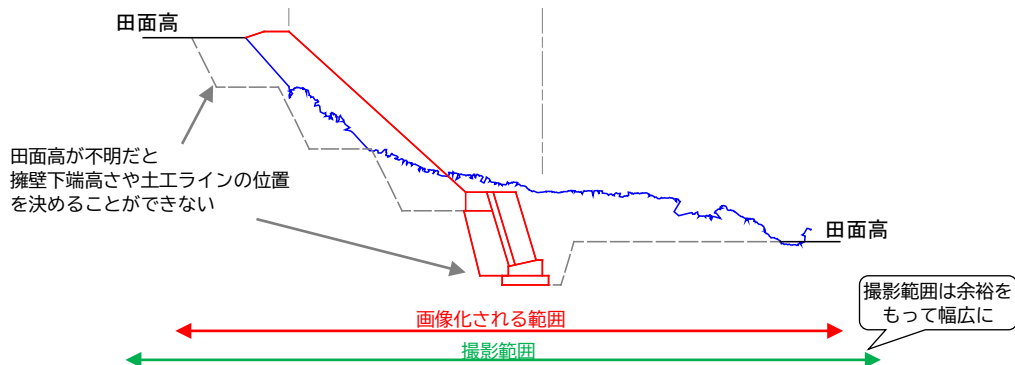


図4-10 復旧断面図作成にあたって必要な情報と撮影範囲のイメージ

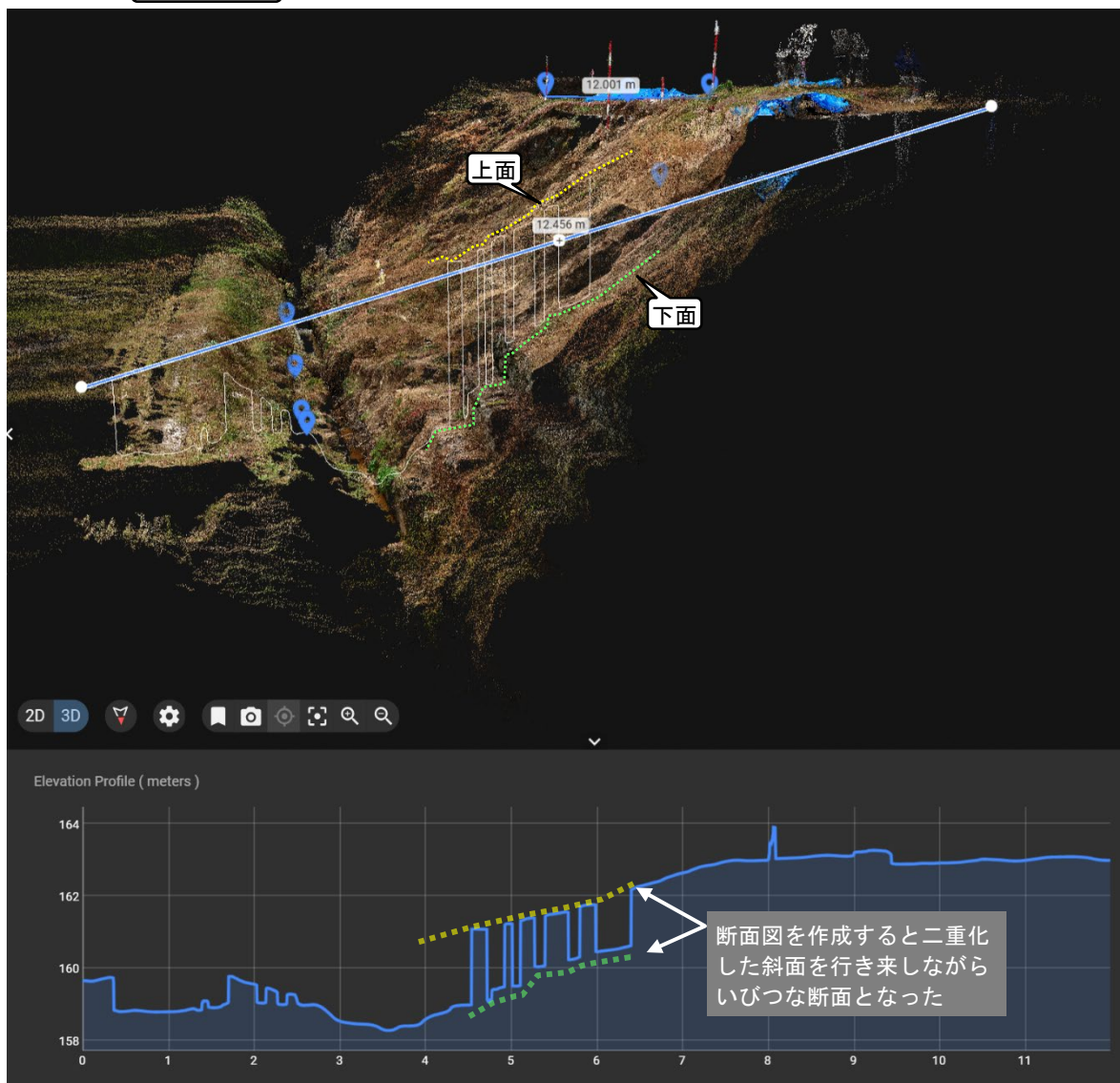
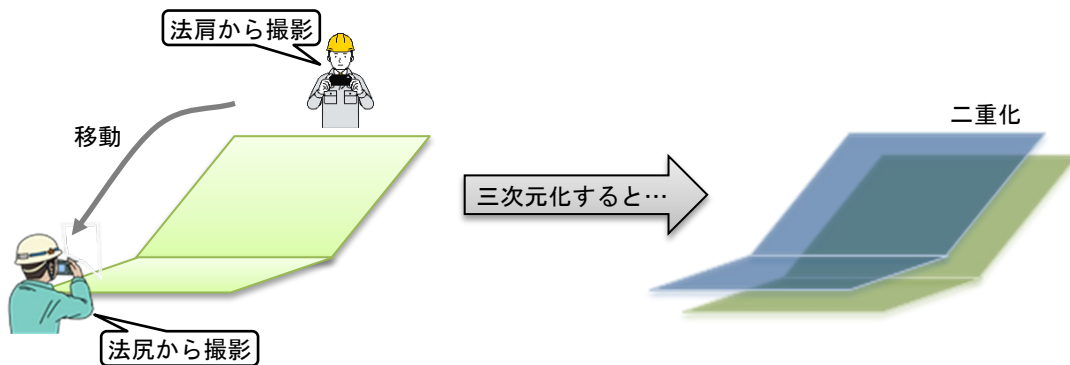
### ここがポイント

- 👉 **できれば2回撮影**：スマートフォン等の画面上で三次元データの作成状況を確認し、欠測などの不足があれば追加の撮影を行なうことが望ましいですが、変換やアップロードには時間を要するため現実的ではありません。このため、万が一の欠測や不備に備え、2回程度撮影しておくことが望ましいです。
- 👉 **複数回に分けて作成したデータの合成は可能。ただし、共通の座標系であること**：欠測があった場合、最初から全範囲を撮影しても構いませんが、時間を要します。欠測箇所が危険である場合には、欠測範囲に限定して撮影しても構いません。同じ座標系で補正すれば内業時に合成することができます。その場合は補正できるように欠測箇所だけでなく、周辺の標定点を4点以上撮影するようにしてください。

ここに注意

**🔗二重化に注意：**スマートフォン等による試行調査において、安全の観点から被災部分を歩かずに法肩と法尻を歩いて三次元データを作成する作業を試行しました。その結果、法肩側と法尻側でそれぞれ三次元化され、斜面が二重化されてしまいました（下図のとおり）。二重化は必ず生じるわけではありませんが、なるべく一筆書きで同じ場所を繰り返し撮影しないことが重要です。

例えば、法肩・法尻のどちらかのみ撮影することも考えられますが、死角になる場所があると撮影できず、三次元データに欠損が生じる恐れがあります。被災現場に依るものであり、確実な回避方法はありませんので、平常時に何度か試行してみて、二重化しない間隔を掴んでいただくことが推奨されます。



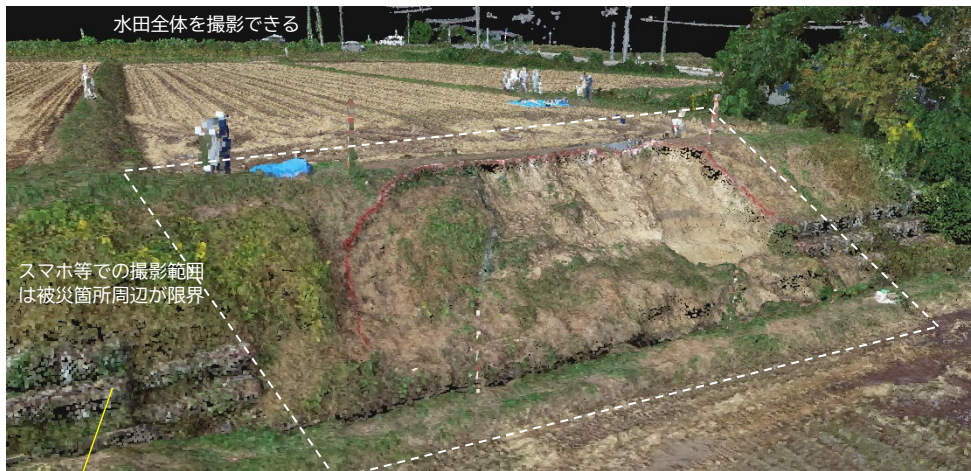
### ここがポイント

📷 **UAVは欠測なく三次元化できる**：人が歩いて撮影するスマートフォン等の場合はどうしても撮影漏れが出てしまいますが、UAVの場合は死角になる場所以外はほぼ再現が可能です。ただし、上空からの撮影となるため、視認性はスマートフォンより劣ります。説明用には別途写真や動画を用意していただければ特に支障はないと思います。

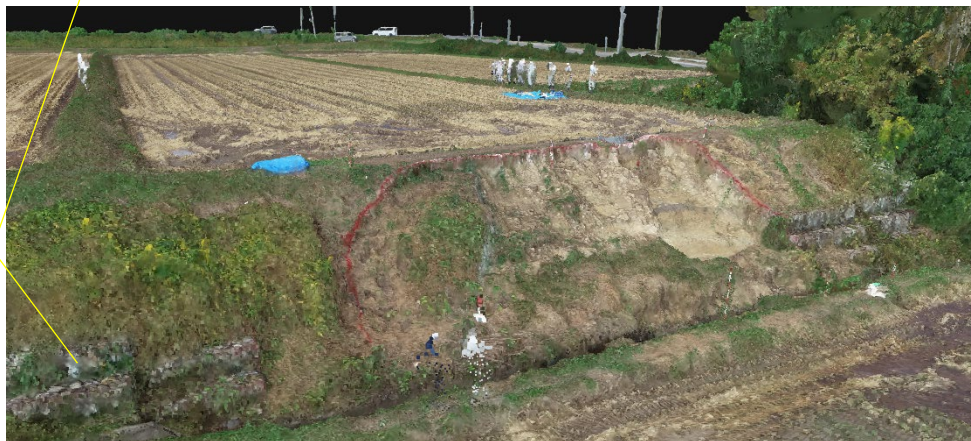
📷 **UAVは広範囲を三次元化できる**：人が歩いて撮影するスマートフォン等の場合は被災箇所とその周辺の撮影が限界ですが、UAVの場合は被災した農地全体を撮影できます。これを基に、水張面積や仮設計画の検討に必要な情報を得ることができます。

📷 **飛行高度は任意**：下の画像は高度40mと25mで撮影した例です。見た目も断面もほとんど差はありません。撮影時間は40mが約5分、25mが約10分でした。広範囲や複数箇所を撮影する場合はバッテリー節約の観点からも高高度（40m程度）の方が望ましいです。

H=40m  
で撮影



H=25m  
で撮影



25mの方がやや鮮明だが、全体を見る分には大きな差ではない。

図4-12

### ここがポイント

📷 **自動飛行後は全景写真も忘れずに**：

上空から数枚、全景写真を撮影しておきましょう。被災範囲の全体像や三次元データでぼやけてしまった部分の確認等、さまざまな場面で使えます。



図4-13 UAVによる全景写真例

### ここに注意

📷 **傾斜地における飛行高度**：自動飛行における飛行高さは、UAVの離発着地点の標高を0として設定されます。地形に応じて飛行高度を変更する設定ができない場合、傾斜地の高位部で地上や樹木に激突する場合がありますので注意してください。

#### 4-6. その他の補足調査

査定計画書の添付に必要な写真や、復旧計画の設計に当たり三次元画像では不足する情報等を調査します。

##### 【解説】

これまでも述べたように、細部の画像が不鮮明になることへの対処、水路の規格や中心線、排土する土砂厚さ等を調査し、必要な写真撮影を行います。

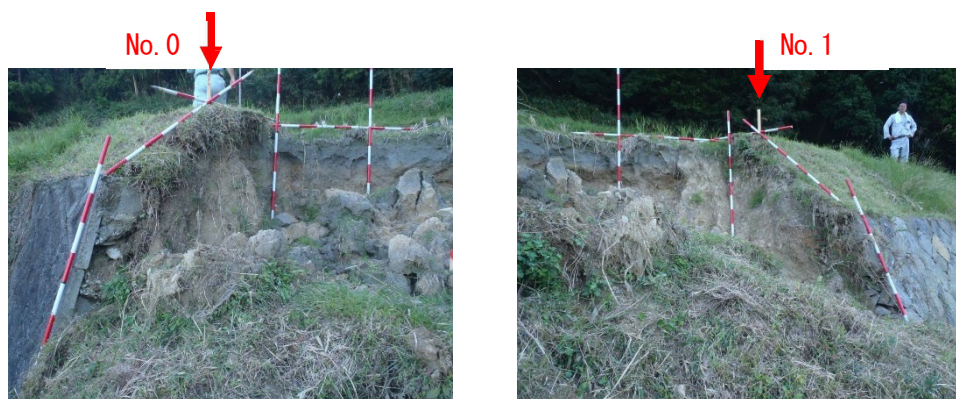


図4-14 起終点の設定写真の例



図4-15 被災した構造物の拡大写真の例



図4-16 堆積土砂厚の計測例  
(大規模査定方針適用時は不要)



図4-17 崩壊面からの湧水発生状況の例

#### 4-7. 査定設計書の作成

これまでの調査結果、作成した三次元データ、CADデータを用いて査定設計書を作成します。

なお、スマートフォン等を用いた測量は従来の測量に比べて一定程度の誤差が生じることから、災害査定の申請においてはアプリケーションによる三次元データを活用して作成した査定設計書であることを明言する必要があります。

#### 【解説】

使用する材料が従来の写真・測量成果等から、三次元データ等に代わりますが、査定設計書作成の作業内容はこれまでと同じで、申請者から見て、現地の被災状況が判読でき、復旧計画の適否を判定できる資料として整理します。

#### ここに注意

**④三次元画像は主要なアングルの画像を資料に貼り付ける**：現地の被災状況等の説明に当たり、三次元データとパソコンを用意し、査定官・立会官に確認いただくことで、現地の状況がより説明しやすくなります。ただ、パソコンの用意やデータの起動等に時間を要すると査定の進行が遅れてしまいます。また、査定終了後に資料を確認したときに、どういう現場かわからず、その後の実施設計や工事の際に情報が不足してしまいます。

このため、査定設計書には主要なアングルで画像化し、資料に貼り付けておくことが重要です。