

# P-53 デジタル計測技術を用いた崩壊地調査手法の検討

建設省神通川水系砂防工事事務所 柳沢今朝次郎、中谷 守  
 アジア航測株式会社 ○北原一平、富田康裕

## 1.はじめに

アナログ（図面）計測による既往崩壊地調査手法は昭和 50 年頃までに確立された技術であり、図面精度（当時は小縮尺の図面が多かった）、移写精度、崩壊深の測定方法・精度等に大きな誤差が含まれる可能性があった。しかし、コンピュータの著しい発展によってデジタル計測技術も飛躍的に発展したため、これまでアナログ計測が中心であった崩壊地調査についてもデジタル計測技術の応用によって安価で精度のよい調査が行えるようになってきた。本報告においてはデジタル計測技術を用いた崩壊地調査手法の全体構想を示すとともにこの構想に基づき実際に実施した崩壊地の経年変化調査事例を示すものである。

## 2.既往崩壊地調査の問題点

### 2.1 既往の崩壊地調査手法

図 1<sup>1)</sup> に既往の崩壊地調査手法を示す。

### 2.2 既往の崩壊地調査手法の問題点

#### 2.2.1 写真判読・移写方法の問題

判読結果は図面に移写されるが、この際に以下の理由から大きな誤差が入り込む可能性がある。

- ①空中写真は航空機の傾きや高度の変動によって写真に写る範囲が斜めになったり、写真相互の縮尺も異なる。
- ②空中写真は中心投影であるため空中写真上においては、地表の長さや角の関係とは異なった形で現れる。
- ③山地部では空中写真と地形図で対応するものが非常に少ないので尾根や谷の形から崩壊地の移写を行う。
- ④今までは山地部の地形図は小縮尺の図面（せいぜい 1/10,000）しかないため、図上のずれが大きくなる。しかし、現実には何も目印の無い山地において主に谷尾根等の地形の起伏を頼りに崩壊地の位置をきめるため、崩壊の範囲が図上のその位置にあるのかは確かめようがなかった。

以上のことから移写の精度を上げるだけで崩壊地調査はかなり精度が向上すると言える。

#### 2.2.2 写真判読・移写方法の問題

図 1 に示すように、平面的な崩壊の経年変化が把握された後は、個々の崩壊に深さを乗じて崩壊土砂量を算出する。今まで行われている崩壊深の算出方法は現地において計測する手法が中心である。既往の崩壊深設定手法の問題点を以下に述べる。

- ①今までは図面の縮尺が 1/10,000 程度であり、崩壊深を直接図面から読みとるには精度が悪かった。
- ②現地調査による場合、小さい崩壊地は現地においても測量できるが、崩壊地は縦断方向で深さが異なるため、たとえ小さい崩壊地でも横断測量を何測線か行う必要があり、時間がかかる。小さい崩壊は数が多いため、膨大な時間を要する。
- ③大きい崩壊地の場合は、現地において崩壊地の中に入ると自分のいる位置が分からずどこを計るのかさえ判断するのが難しい。また、何測線も横断を計ることは事実上困難である。
- ④高標高地域では崩壊地にたどり着くことが困難な箇所が多い。

#### 2.2.3 崩壊特性の把握方法の問題

崩壊特性の把握は崩壊地の位置する場所の地形（勾配、標高、方位、起伏量等）・地質・植生等の素因と降雨量等の誘因が崩壊発生にどのように関係しているのかを統計的な手法によって調査するものである。既往の崩壊特性把握方法の問題点を以下に述べる。

- ①既往調査の崩壊発生要因分析については流域単位で崩壊と各素因の関係をまとめている。最終的には砂防事業において崩壊発生量を推定する等に利用されるので流域単位の集計で問題はないが、個々の崩壊地毎に属性を調査して直接関係を調査した方がより正確に崩壊地と各要因との関係を分析できる。
- ②既往の手法では図面から各崩壊の属性を読みとっていたが、流域が広いため各崩壊地別に要因を把握する場合は非常に時間がかかる。
- ③斜面の位置、勾配、起伏量等の地形要因を個々の崩壊毎に読みとるのは非常に時間がかかる。

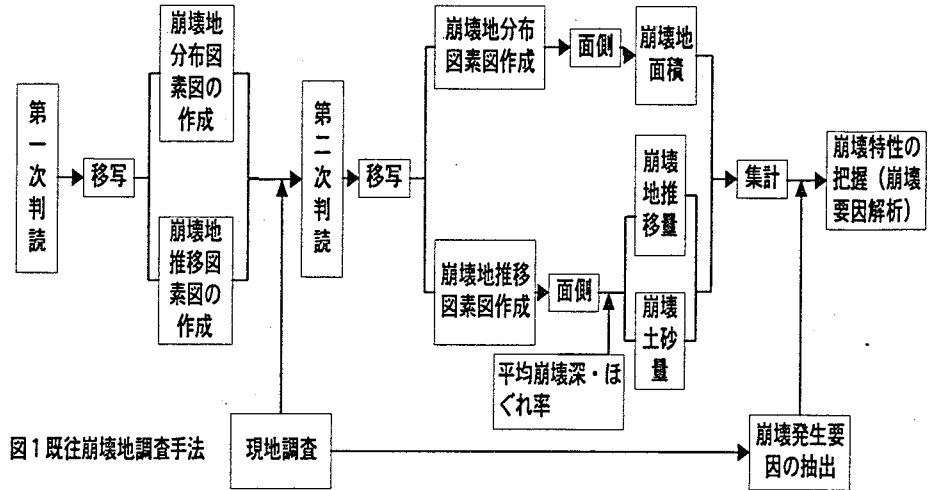


図1 既往崩壊地調査手法

### 3. 崩壊地調査の改良手法

図2にデジタル計測技術を応用した崩壊地調査改良方法の全体構想を示す。

#### 3.1 写真判読・移写方法の改良

移写精度を向上させる最も簡単な方法は移写する側の地形図上に空中写真を貼り付けてしまうことである。ただし、空中写真そのものは2.2.2で説明したような様々な問題を含んでいるため、そのまま地形図に張り付けるわけにはいかない。このため写真を正射投影に変換したオルソフォトを作成する必要がある。そこでアジア航測(株)で最近開発したオルソフォト/モザイク生成システム<sup>2)</sup>を用いて流域全体のオルソフォト(1/5,000)を降雨前と降雨後の2時期分作成した。このシステムは既往のデジタル地形データや地図データを有効利用して地形図に合うように標高地形モデル(DTM)を使用して個々の写真画像を補正し簡易的に空中写真のオルソフォトを生成するシステムである。また、図2に示すように、コンター図はラスター地形図(1/2,500)からコンターのベクトルデータを作成するシステムによって作成した。結果としてオルソフォトは1/2,500から作成したコンター図と地物がよく一致した。

#### 3.2 崩壊深設定方法の改良

以下に示す2通りの方法を検討した。

##### ① 2時期のコンター(ベクトルデータ)の差分から変化量を把握する方法

2時期の空中写真から判読された崩壊地の変化(新規発生、拡大)した部分について、崩壊発生前(1時期目)の地形図と発生後(2時期目)の地形図をデジタル化し、両者を重ね合わせ、地形の変化量をメッシュ毎に把握する方法を試みた。崩壊発生前のコンターについては既存の1/2,500地形図からコンターのベクトルデータを作成するシステムを用いてベクトルデータを作成した。また崩壊発生後のコンターについては崩壊地を含む一定範囲を「厳密自動3次元計測システム」によって、平成11年撮影の空中写真からベクトルデータを作成した。これによって2時期のコンターのベクトルデータを作成し、崩壊地を含む一定の範囲について地形の差分を取り変化量を把握した。結果としては大きな崩壊地の上部及び周辺では侵食が多く、崩壊地の中及び下部では堆積が多く分布しており、現象的な整合は説明されたが、本来変化の無いはずのエリアにおいても変化が現れた。この原因を2時期のコンターを比較して考察したところ細かい襲まで引くかどうかという図化者の癖の違いがメッシュにした場合の微妙な差となる原因であると考えられた。今回はたまたま既往の地形図を1時期目に用いているため、2時期目とかなり異なる結果となったが、同じ撮影条件で同じ図化者が意識して図化を行えばこの違いについては改善される可能性がある。

##### ② 2時期目のコンター(ベクトルデータ)から横断図を展開し、元地形を推定して変化量を把握する手法

①の方法に問題があるため、2時期目のコンター(ベクトルデータ)からGISにより崩壊地の横断測線を展開し、崩壊地の境界から元地形を推定して変化量を把握した。ただし、小規模な崩壊地については計測不能のため、変化が読みとれる大きさの崩壊地をサンプルとして抽出し計測した。2時期目のコンター図上で崩壊地に横断測線を設定し、GISによって横断図を作成した。この横断図上で崩壊の境界から元地形を推定し、地形の変化量を測定した。

#### 3.3 崩壊特性の把握方法の改良

崩壊特性の把握方法の問題はGISを利用することでほとんどの問題が解決された。特に崩壊地と各要因の位置関係についてはGISによって相当の労力が軽減された。さらに、前述のように独自に開発した様々なデジタルデータ関係の処理システムを連動させることで、崩壊地のポリゴン化と地形データのベクトルデータ化も同時に行った。これによって崩壊地調査の大部分をデジタル処理することができるようになり、比較的安価なコストで精度を向上させることができた。また、デジタル化された調査結果はデジタルオルソフォトを使用しているため、非常に分かりやすく、情報公開や住民説明用の資料作成等に威力を発揮する等様々な副次的利用の可能性が開けたと言える。

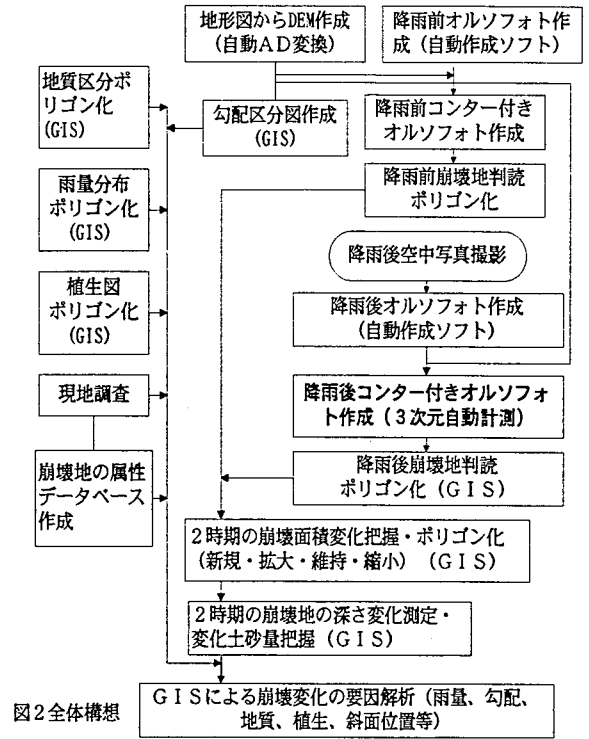


図2全体構想

参考文献：1) 土砂災害調査マニュアル p56：鹿島出版会

2) 土居原健他; 既往の数値地図を活用した航空写真からの地理画像生成—航空写真のオルソフォト/モザイク生成システム—, 平成11年度土木学会土木情報システムシンポジウム