

— 河床堆積地の抽出について —

砂防エンジニアリング株式会社 前海眞司 ○尾崎順一 鮑田恵介
朝日航洋株式会社 高泰朋 守岩勉 五島直樹

1. はじめに

航空レーザー計測は、広域を対象に高精度の三次元地形データが効率よく取得できるといった特徴を持つことから、多様な分野においてデータの活用方法が検討されてきている。例えば、地形解析における活用として、崩壊危険斜面や地すべり地形の抽出技術についての研究¹⁾²⁾がある。筆者らも航空レーザー計測データを用いた崩壊地の自動抽出³⁾⁴⁾について報告してきた。これらの研究では、崩壊地や地すべりなどの山腹斜面を対象にしたものは多いが、河床堆積地を対象にした研究事例は少ない。

砂防計画立案の観点からみると、河床堆積地は河道内の土砂移動現象を把握する上で重要である。河床堆積物の空間的・量的分布は、多大な労力が必要な現地調査により求められてきた。河道部の不安定土砂量や移動可能土砂量の調査方法がサンプル調査であること、土砂の堆積深が推定値とせざるを得ないことから、改善・向上を図るべき課題は多い。

本研究では、土砂移動実態調査の効率化を目的とし、航空レーザー計測データを用いて河床堆積地の面的な抽出手法を検討した。

2. 対象地域

対象地域は、信濃川河口付近に位置する新潟県出雲崎町の東頸城丘陵に位置する約 4.5 km² の地域であり、対象地域には南西～北東方向に伸びる特徴的な背斜構造が見られる。なお、対象地域では、2004 年 7 月 12～13 日にかけて集中豪雨（栃尾アメダスの最大 24 時間雨量：421mm）が発生し、崩壊に伴う多数の土砂流出が生じている。

3. 検討手順

3.1 抽出の着眼点

災害直後の河床堆積地は、土砂生産の生じた崩壊地の下部に存在し、その多くが樹木の無い特徴的な凸型の横断地形を形成する。そこで、本研究では、河床堆積地の位置的・地形的な特徴に着目し、それらを表現できる地形指標を GIS により航空レーザー計測データから作成し、新たに形成された土砂堆積地を抽出する方針とした。

3.2 検討手順

河床堆積地の抽出にあたっては、航空レーザー計測データより検討に使用する基礎情報図を作成し、それらと空中写真で作成した河床堆積地データを重ね合わせ、河床堆積地の抽出条件を分析した。その後、適用可能な基礎情報図を選定した上で、先の抽出条件を用いて河床堆積地を抽出し、抽出結果について検証するといった手順になる（図-1）。

4. 結果および考察

4.1 土砂移動実績の判読

土砂移動実績図は、対象地域において撮影された災害直後の空中写真（2004 年 7 月撮影）を判読して、“崩壊地”および解析の対象となる“河床堆積地（沖積錐状の明瞭な土砂堆積地）”と“土砂氾濫域（流水の氾濫により生じた土砂堆積地）”の分布データを作成した。なお、以降、河床堆積地の抽出は、判読結果でいう“河床堆積地”および“土砂氾濫域”を対象とした。

4.2 基礎情報図の作成

基礎情報図としては、4 つの観点から 9 種類の基礎情報図（表-1）を作成した。裸地斜面は航空レーザー計測よ

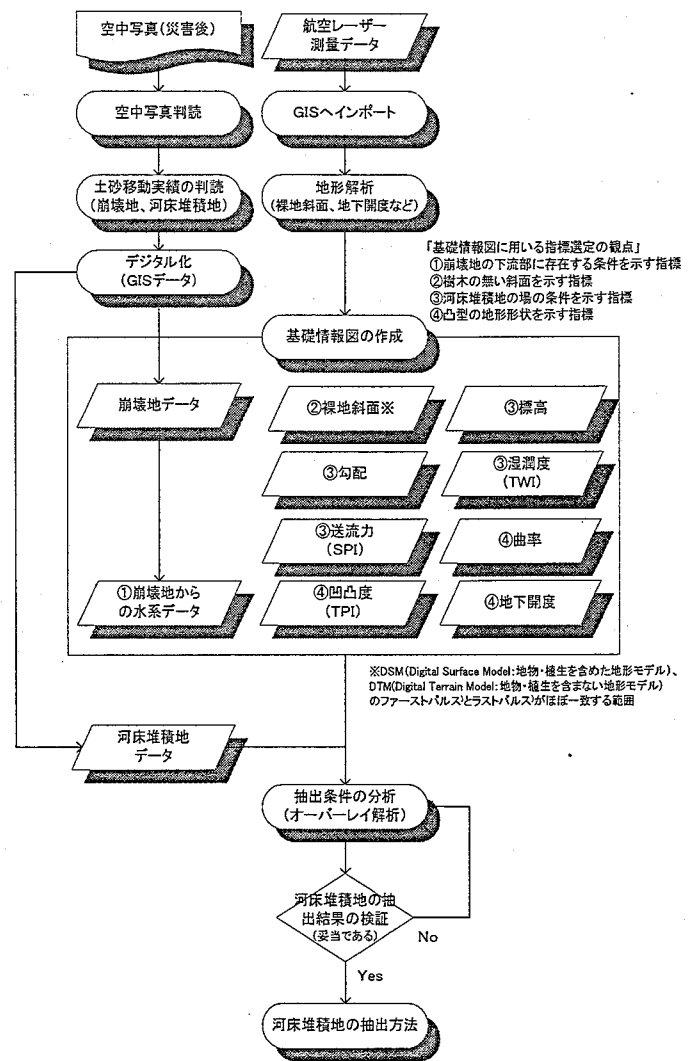


図-1 検討手順

り得られた DSM (地物・植生を含めた地形モデル)、DTM (地物・植生を含まない地形モデル) のファーストパルスとラストパルス⁵⁾がほぼ一致する範囲とした。また、湿潤度 (TWI)、送流力 (SPI) は当該地点の勾配と上流の集水面積からなる流れの強さと水の集まり易さを示す概略の指標⁶⁾であり、凹凸度 (TPI)、地下開度は当該地点が周囲に比べ地上に突き出ている程度を数量化したものである^{7,8)}。

表-1 基礎情報図の種類および河床堆積地の抽出条件

| No. | 基礎情報図の種類 | 地形指標の選定理由* | 抽出条件(単位) | 抽出率 |
|-----|-------------------------------------|------------|-----------------------------------|-------|
| 1 | 崩壊地からの水系 | ① | — | 7.1% |
| 2 | 裸地斜面 | ② | — | 14.1% |
| 3 | 標高 | ③ | 54.2~106.4 (m) | 5.2% |
| 4 | 勾配 | ③ | 2.0~17.1 (°) | 6.2% |
| 5 | 曲率 | ③ | -170.3~-41.9、 43.7~172.1 | 3.9% |
| 6 | 送流力 (SPI: StreamPowerIndex) | ③ | -2.386~-0.223 ln(m ²) | 4.4% |
| 7 | 湿潤度 (TWI: topographicWetnessIndex) | ③ | 1.828~6.868 ln(m ²) | 3.7% |
| 8 | 凹凸度 (TPI: TopographicPositionIndex) | ④ | -15.85~-0.575 (m) | 4.9% |
| 9 | 地下開度 | ④ | 79.1~90 (°) | 6.8% |

注1)*地形指標の選定理由

①崩壊地の下流部に存在する条件を示す指標、②樹木の無い斜面を示す指標

③河床堆積地の場の条件を示す指標、④凸型の地形形状を示す指標

注2)抽出率=空中写真判読による“河床堆積地”および“土砂氾濫域”の面積/抽出条件により抽出した面積

注3)露着色は河床堆積地の抽出に使用した地形指標

注4)標高については、抽出率が高いものの他地域への適用性が低いため棄却した

4.3 抽出条件の分析および検証

河床堆積地データと各地形指標からなる基礎情報図のデータを重ね合わせて、河床堆積地内に分布する地形指標のデータから適切な抽出条件を設定した(表-1)。次に設定した抽出条件の中でも、河床堆積地の抽出率が大きくなり、平面的な分布から見ても河床堆積地の抽出に有効と考えられた基礎情報図(崩壊地からの水系、裸地斜面、勾配、凹凸度(TPI)、地下開度)を選定し、抽出条件から得られる範囲を重ね合わせ、全ての共有部分である箇所を河床堆積地として抽出した(図-2)。結果、

抽出した河床堆積地は、写真判読により作成した“河床堆積地”と“土砂氾濫域”の面積に対して約3割の面積になるものの、明瞭な凸型の地形を呈する箇所については、その他の箇所 비해精度良く抽出することが出来た。

このように、本研究では、地形的な特徴を有さない平坦面に近い河床堆積地については十分に抽出することができなかったが、横断形が凸地形を示す河床堆積地については概ね抽出できるものと考えられた。また、空中写真で判読した箇所以外に河床堆積地として抽出した箇所については、見方を変えれば、土砂堆積の生じた可能性の高い箇所を示すことから、土砂移動実態の把握に活用できるものと考えられた。

5. まとめおよび今後の課題

本研究では、航空レーザー計測データを活用して災害直後の河道部における土砂堆積地の抽出方法を検討した結果、明瞭な凸地形を呈する河床堆積地については抽出できる可能性のあることが確認できた。今後の課題としては、他流域の広域を対象にした場合について、抽出方法の検証や検討が必要である。

なお、本研究の検討結果を発展させることにより、土砂災害直後の河床堆積地を効率良く把握することができ、崩壊地の自動判読と併せ土砂移動実態把握の効率化が図れるものとする。さらに、土砂災害直後の土砂移動実態把握に加え、砂防計画立案上の河床堆積地の把握に活用できるよう、研究を進めていきたいと考えている。

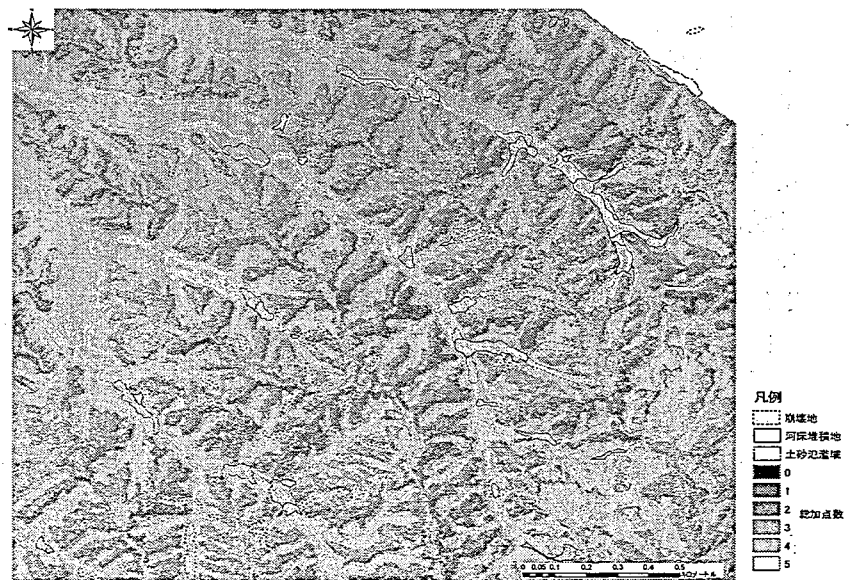


図-2 河床堆積地の抽出結果
(河床堆積地の抽出箇所：総加点数5の地域)

- 1) 佐藤浩・他：航空機搭載レーザースキャナデータを使った斜面崩壊可能性箇所の抽出, 日本地理学会 2003 年度秋季学術大会発表要旨集, p.126, 2003
- 2) 杉本宏之・他：数値標高モデルを用いた地すべり地形の抽出技術, 土木技術資料, 44-3, p.6, 2002
- 3) 前海真司・他：航空レーザー計測データを用いた微地形要素の自動抽出に関する一考察, 平成 17 年度砂防学会研究発表会概要集, p.74-75, 2005
- 4) 高泰朋・他：航空レーザー測量を利用した崩壊地自動抽出手法, 平成 18 年度度砂防学会研究発表会概要集, p.142-143, 2006
- 5) ファーストパルスとラストパルス：レーザー反射パルスのうち、最初のピークパルスをファーストパルス、最後のピークパルスをラストパルスという
- 6) R.ディカウ・H.ザオラー編, GIS と地球表層環境, 古今書院, p.124-125, 2004
- 7) 横山隆三, 白沢道生, 菊池裕：開度による地形特徴の抽出, 写真測量とリモートセンシング, vol.38, No.4, p.26-34, 1999
- 8) Jeff Jenness：Topographic Position Index (TPI) 解説 (Spatial Analyst for ArcView 3.x), p.4-11, 2005