

空中写真を用いた多視点ステレオによる開口亀裂の自動抽出

アジア航測株式会社 ○西村直記, 白杵伸浩, 江口友章, 勝又善明, 滝川正則
芝浦工業大学 中川雅史, 井草流星

1. はじめに

大規模な山体崩壊の要因として、重力作用や凍結融解作用により発生した開口亀裂の存在が指摘されている。開口亀裂の把握は、デジカメやメジャー等を用いた現地調査が一般的に行われているが、高標高域等のアクセス困難地では現地調査の実施が困難であるため調査範囲に限界がある。

また、深層崩壊調査では空中写真判読や航空レーザ計測データを活用した微地形の把握により、深層崩壊の発生ポテンシャルが高い箇所の抽出を行っているが、開口亀裂は最大で数十 cm 規模であるため、航空レーザ計測データや衛星画像上で微地形をとらえるのは困難である。また、詳細な地形状況を捉える手法として、ドローンによる空撮や地上レーザースキャニングが適用されているが、高標高における調査では、機材の可搬性や気象条件等からこれらの機器を用いることは困難である。

そこで、本研究では、高分解能デジタル航空カメラ（以下、航空カメラ）画像の解析により開口亀裂の長さ・幅等を自動的に抽出する手法の開発を目的とした。

2. 画像処理による開口亀裂の自動抽出手法

画像上の開口亀裂の目視判読および図化を自動化する場合、画像からエッジを抽出する手法を適用することが一般的であるが、画像上で抽出されるエッジ情報には、開口亀裂のほかに、稜線や、溶岩の流化で生じる溶岩じわが含まれるため、これらを分類する必要がある。そこで本研究では、空撮画像上で得られるエッジ情報を分類し、開口亀裂を抽出・図化する手法を検討した。具体的には主として、エッジ抽出と点群生成、エッジ分類、図化で構成される（図 1）。

点群生成はマッチング修正機能を追加したトリプレットマッチング（図 2）を基本処理とした。エッジ分類では、画像から抽出された輝度勾配に関連する情報（エッジ長、エッジ形状、および、エッジ方向）と、生成された点群から得られる幾何情報（点群断面）を特徴量として用いて、エッジを分類した。これらの処理によって分類されたエッジから、開口亀裂のエッジを特定し、開口

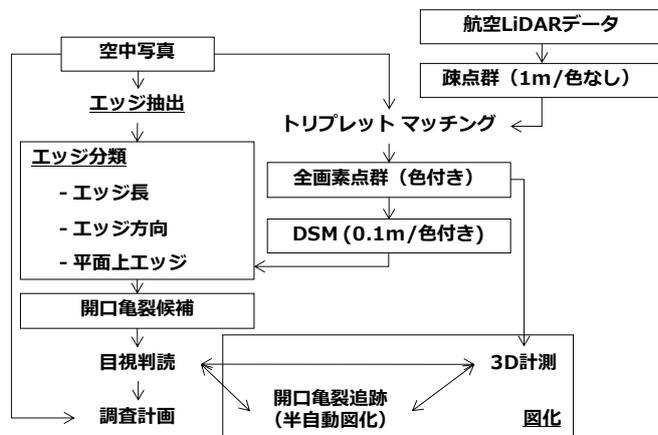


図 1 画像処理の流れ

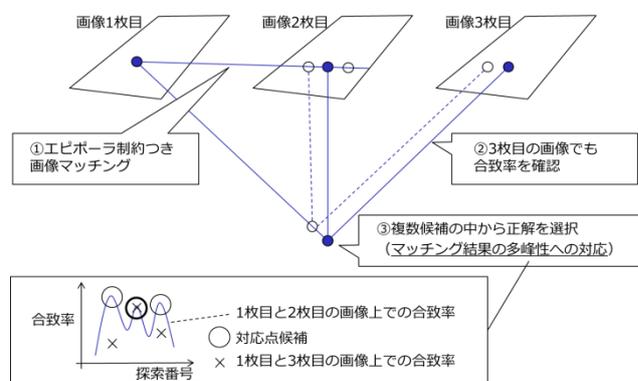


図 2 トリプレットマッチングの概念図

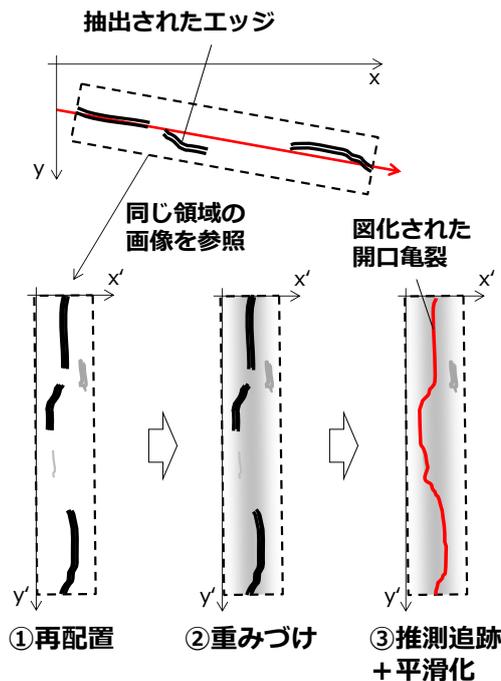


図 3 開口亀裂抽出の概念図

亀裂を図化した。図化においては、輝度勾配の追跡処理を基本処理とし、明瞭なエッジ端点間に、結線できる可能性のある不明瞭のエッジがある場合、輝度勾配を利用して推測追跡し、結線した結果を開口亀裂の図化結果とした（図 3）。

3. 実験及び解析結果

入力したデータは航空カメラ（Ile230, DMC）で取得した画像群（地上画素寸法 15cm, 対地高度 1500m, オーバーラップ 80%, サイドラップ 40%, 撮影パス数 4, GNSS 基準点数 1, GCP なし, とした）。

任意画像上 4000×1400 画素を処理対象とし、点群（5,600,000 点）を生成した。点群作成にあたってマッチングエラーを目視で確認し、これを除去した結果から、画像マッチング成功率を 99.475%（5,570,605 点/5,600,000 点）と評価した。

調査対象とした開口亀裂の特徴量（長さ, 方向等）を用いてフィルタリングを行い、開口亀裂と推定されるエッジを抽出した（図 4）。また、これらのエッジを連結し、開口亀裂を自動図化した結果を図 5 に示す。

画像解析により抽出した開口亀裂は、現地調査で把握した開口亀裂を概ね網羅していることが確認された。このことから、本手法により、開口亀裂を自動抽出できるとともに、明瞭な開口亀裂間の輝度勾配の追跡処理により、不明瞭な開口亀裂を含め、開口亀裂を図化できることを確認した。また、不明瞭なエッジについては、目視により開口亀裂と想定されるエッジの始点と終点を選択することにより、半自動的に開口亀裂を図化する手法で対応できることも検証した。

処理における課題として、影領域のエッジのフィルタリングなどがあるため、処理方法の更なる改良が必要となる。また開口亀裂の幅については、3D 計測が可能だが、より高解像度な画像を利用することで、より高精度な計測が可能である。

4. おわりに

本研究では、空撮画像上で得られるエッジ情報を分類し、開口亀裂を抽出・図化する手法を検討した。画像上の輝度勾配と、生成した点群上の幾何勾配を用いることで、エッジ分類および開口亀裂の図化ができることを検証した。本手法で抽出した開口亀裂には現地未確認のものも含まれており、今後の調査によって抽出結果の妥当性を検証する必要がある。

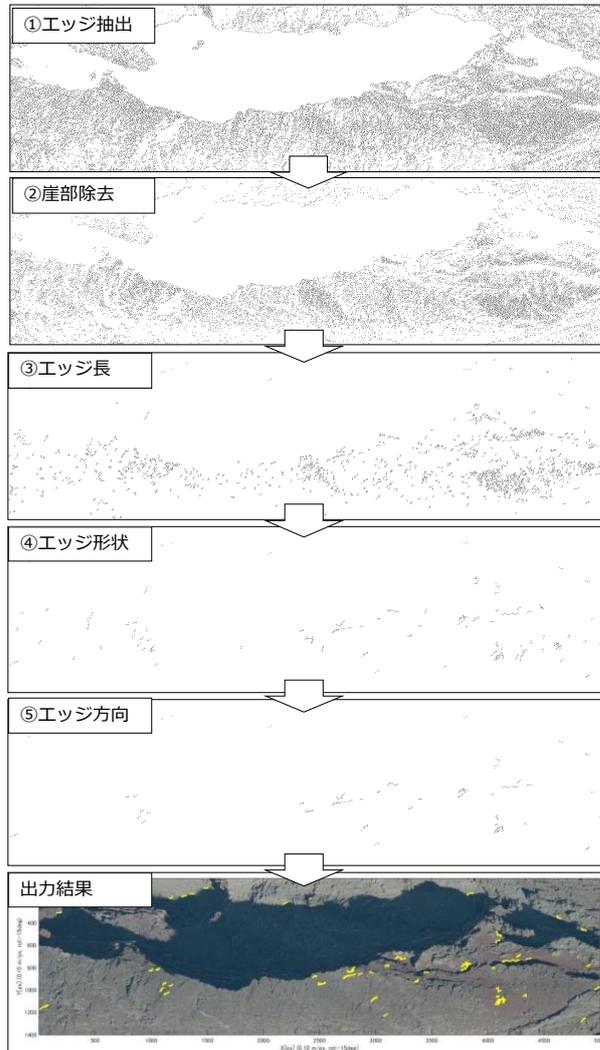


図 4 開口亀裂の抽出結果

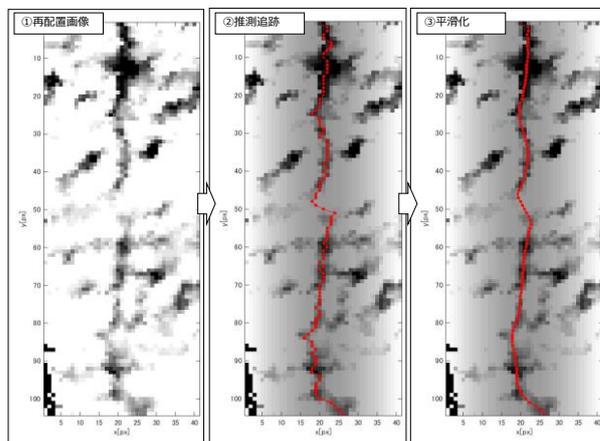


図 5 自動図化検討結果

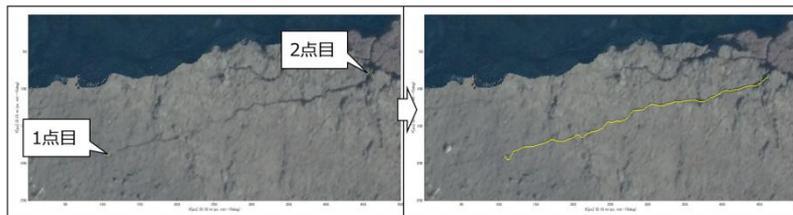


図 6 2点入力による半自動図化例