

## GISを用いた急傾斜地崩壊危険箇所抽出の高度化について

西日本工業大学大学院 学生会員 劉 杰  
西日本工業大学 正会員 周国云

## 1. はじめに

日本は、国土の約7割を山地・丘陵地が占めており、集中豪雨や台風により、土砂災害が全国で発生している。都市の防災の観点からもより精度と信頼性の高い急傾斜危険箇所の特定が都市住民の安全確保や経済損失の低減等に極めて重要である。

本研究では、近年多くの都市地域に整備されている高精度データ（土地条件図、DEMデータなど）とGISを組み合わせ、より効率的な抽出方法を提案する。

## 2. 急傾斜地崩壊危険箇所について

急傾斜地崩壊警戒区域は、傾斜度30度以上、高さが5m以上の急傾斜地で、上端から10m以内、下端から高さの2倍或いは50m以内に人家がある範囲である（図-1）。

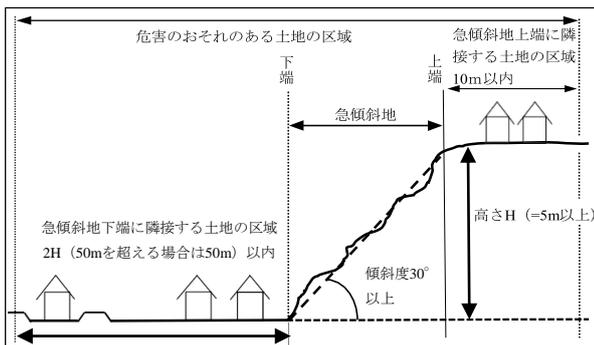


図-1 急傾斜地崩壊警戒区域

## 3. 単位斜面の定義と抽出

## (1) 単位斜面の定義

単位斜面とは、同じ方向と見なせる斜面で、図-2のように、基本的に山の尾根線と谷線で囲まれた領域であり、尾根線と谷線を確定できれば各単位斜面を特定できる。単位斜面の抽出は、数値地形解析から平地と斜面を区別し、その中の個々の単位斜面を抽出する。

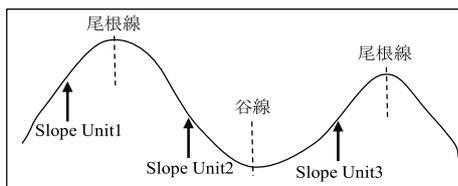


図-2 単位斜面の概念図

## (2) 単位斜面の抽出

DEMデータをGISに取り込み、Spatial Analystツールを用いて、各河川に対応する集水域の範囲を特定し、集水域の範囲線を尾根線として抽出する。谷線に関しては

直接得られないが、本研究では、各集水域の落水線先にあるセル周辺の累積流量データを分析し、最大値を見つけ、その落水線先のセルに与える。このアプローチを繰り返すことにより、集水域を貫く最長流れ（Longest Flow Path）を特定し、谷線とする。

上記の操作で得られた尾根線及び谷線のポリゴンデータの2つレイヤーをユニオン処理で結合すると、尾根線及び谷線で囲まれたそれぞれの単位斜面を特定することができる。

図-3は北九州市門司区の5mメッシュ数値標高データを用いて、上記の方法で抽出した単位斜面図の一部拡大図である。

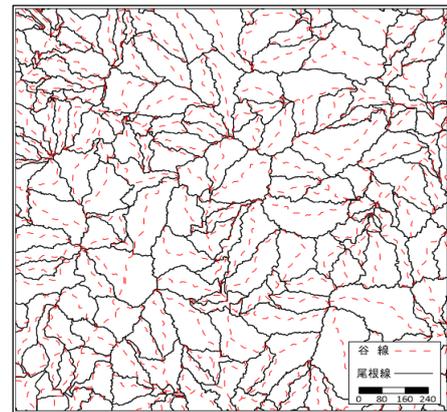


図-3 抽出した単位斜面

## 4. 危険箇所判定プログラムの開発

以上のように、研究範囲のすべての単位斜面を抽出した。本研究では、下記のGIS方法で、危険斜面の判定を行う。

- ① GISで地形の傾斜角度、傾斜方向を分析する。
- ② GISのゾーン統計機能で、各単位斜面の主な傾斜方向と重心座標を計算する。
- ③ 主な傾斜方向に沿うライン（L1）を作成し、単位斜面の上下の境界との交差点を決定する。重心から交差点の長さ（D）を計算する。
- ④ 交差点において、Dの6分の1の長さの位置で、ライン（L1）との垂直方向の線（L2）を作成する。
- ⑤ このL2と単位斜面の輪郭線との空間処理を行い、単位斜面の上端と下端の範囲線を決める。
- ⑥ 上端と下端の範囲線に対して、危険のおそれのあるエリアを作り、その範囲内に建物があるかどうかで単位斜面の危険性を判断する。具体的な操作方法は以下の通りである。

### (1) 両端の範囲線の作成

図-4のように、まず、主な傾斜方向に沿うライン(L1)を作成する。そして、それに直交する直線Aを計算でき、直線Aを適切な位置に平行移動させ(直線B)、斜面の輪郭線との空間処理を行い、範囲線を抽出できる。

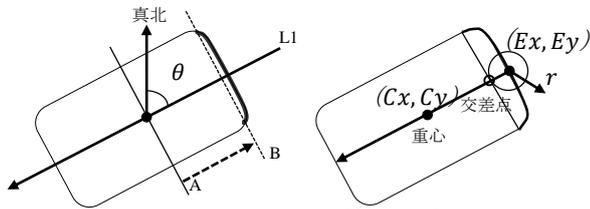


図-4 両端の範囲線の作成

主な傾斜方向に沿うライン(L1)の作成には傾斜方向 $\theta$ と重心座標( $Cx, Cy$ )が必要である。傾斜方向 $\theta$ は、0度(真北)から360度で右回りに測れる。各单位斜面の重心座標はGISのジオメトリ属性の追加機能で計算する。傾斜方向 $\theta$ と重心座標( $Cx, Cy$ )を使用し、ライン(L1)は一次関数で計算し、生成する。同じ方法で垂直の直線Aを作れる。

直線Aを平行移動して直線Bを生成するには、ラインL1と斜面周辺線の交差点座標が必要である。斜面ポリゴンデータでラインL1を切断し、ジオメトリ属性の追加機能で直線の二つの端点座標( $Ex, Ey$ )が求められる。

端点を円の中心とし、半径 $r$ の円を作り、直線との交差点の座標を求め、一次関数を作成する。関数の傾きは正接の負値とする。実験データの統計により、重心から交差点の長さ(D)の6分の1を半径とすることで、良い結果が得られる。

### (2) 上下範囲線の判定とバッファの作成

上下の範囲線を作成した後、ゾーン統計機能で、DEMデータと重ね合わせ、各範囲線が対応する高さを算出し、それを比較し、上下の範囲線を見分ける。そして、各单位斜面の高さデータを距離とし、バッファを作る。

### (3) 余計部分の削除と危険判定

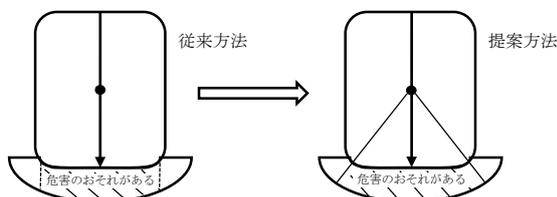


図-5 余計部分削除のイメージ図

図-5に示すように、従来の方法と比べ、バッファで作られた範囲は大きすぎである。提案として、重心と範囲線端点の座標を用い、2つの直線を作り、バッファをカットして、危険のおそれのあるエリアを作成する。そして、インターセクト機能を用い、建物データとの交差点部分を求める。重なっている部分がある場合は、その範囲に人家があり、この斜面は危険だと判定する。

以上の考え方で、GISのライブラリとPython言語を用

い、判定プログラムを開発した。

開発したプログラムの正確性を確認するために、図-6のような傾斜角度45度、高さ40mの理想な危険単位斜面を作成し、建物は上端に2棟、下端には3棟で設定した。検証の結果、上下の範囲線を正確に抽出でき、斜面の高さを判断して危害のおそれのあるエリアを作成した。そのエリアに建物の有無を確認し、この斜面は危険な斜面であることを判断することができた。

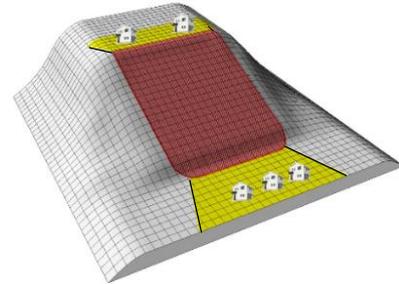


図-6 理想的な単位斜面のテスト

このプログラムを使い、北九州市門司区のテストエリアの危険斜面の判定を行い、抽出された結果は図-7に示される。判定結果では、抽出した危険斜面(実線)は、現在公開した危険箇所(点線)をほぼ網羅しており、更に、危険であるがまだ登録されていない斜面も多数検出した。従って、本研究で提案した方法は有効かつ効率的なものであると考える。

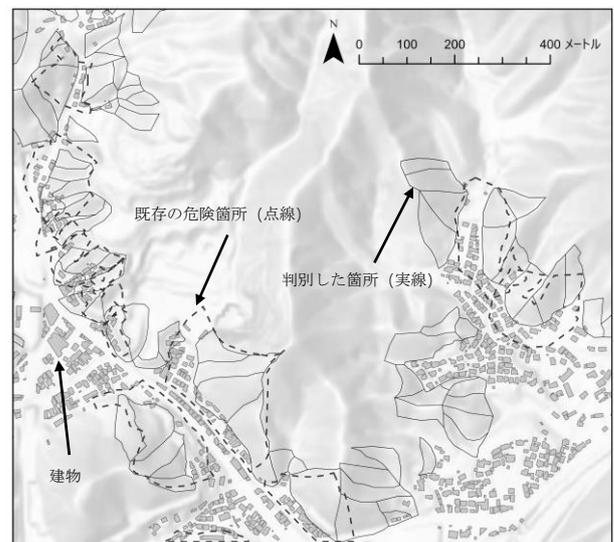


図-7 テストエリア判別結果の一部

## 5.まとめ

本研究では、従来の急傾斜地崩壊警戒区域の特定方法を踏まえ、高精度な地形や建物等のデジタルデータをGISに導入し、単位斜面を抽出する。更にGISのライブラリとPython言語を活用し、急傾斜地崩壊危険箇所の自動判別プログラムを開発した。この方法により、漏れなく危険な急傾斜地を効率的に抽出することができ、現地調査の対象案を策定することができる。

今後、異なる現場で提案の方法を適用させ、問題点を抽出し、精度の向上を行うことが必要である。