

表層崩壊のアセスメントに効果的な地形量計算範囲

Effective window size in topographic measurement for the assessment of shallow landslides

岩橋 純子 [1]; 神谷 泉 [1]

Junko Iwahashi[1]; Izumi Kamiya[1]

[1] 国土地理院

[1] GSI

近年、航空レーザ測量による超高解像度の標高データ (DEM) が得られるようになり、利用できる DEM の解像度が従来の数十mレベルから、数mレベルまで上がってきた。しかし、そのような高解像度、例えば 1、2 m の解像度は、表層崩壊のアセスメントのためには「細かすぎる」。なぜなら、表層崩壊は数十m規模のものが多く、一方、地形量計算に由来用いられてきたウィンドウサイズは 3×3 の局所領域だからである。この問題に対処するためには、もっと大きいウィンドウサイズでの計算が必要になる。

本発表では、新潟県出雲崎町～長岡市にまたがる 20km^2 の第三紀堆積岩類の山地を対象に、航空レーザ測量による 2 m DEM を用いて、表層崩壊のアセスメントに最適なウィンドウサイズを調べた例を紹介する。研究エリアは標高 45 m ~ 345 m 程度の山地で、地質は、5 万分の 1 地質図 (地質調査総合センター) によると中新世～更新世の半固結な砂岩泥岩互層、塊状泥岩、シルト岩、砂岩である。この地域では、1962 年 8 月の豪雨や 2004 年 7 月の豪雨などによって、被害を受けている。表層崩壊のサイズはほとんどが 30m^2 程度以下であり、急傾斜の谷型斜面で多く起きている。

最適なウィンドウサイズの決定は、以下のように行った。まず、様々なウィンドウサイズを用いて、斜面の傾斜とラプラシアンを求めた。次に、崩壊・非崩壊セルのグリッドデータを目的変数、傾斜およびラプラシアンを説明変数として判別分析を行い、最も判別得点が高いウィンドウサイズを最適とした。同様の判別分析は、DEM の解像度を変えてウィンドウサイズを 3×3 に固定した場合についても行った。また、結果から簡単な地形分類図を作成し、可視化して確認した。

傾斜とラプラシアンの求め方を次に簡単に記す。傾斜は次のように求められる。一次式による近似平面は

$$Z = ax + by + c$$

最小自乗法から解は

$$a = IH/k(n), b = JH/k(n), c = H/(2n+1)^2$$

ただし $(2n+1)$ はカーネルのサイズであり、

$$k(n) = \{n(n+1)(2n+1)^2\}/3$$

IH、JH はそれぞれ X 方向、Y 方向の一次差分フィルタでフィルタリングした値である。すると、斜面の傾斜角 θ は、

$$(\text{degree}) = 180 / \pi * \text{Atan}(\sqrt{IH^2 + JH^2} / k(n)D)$$

ここで、 $D(m)$ は DEM のグリッド間隔である。

フィルタリングは局所積和演算であり、プログラムで実現が容易である。既存のラスタ型 GIS ソフトや高機能な画像処理ソフトには、大抵、ユーザーが作ったカーネルを読み込んでフィルタリングを行う機能や、画像同士の演算を行う機能がある。

尾根と谷の判別は、LoG (Laplacian of Gaussian) フィルタによる単純な手法で代用できる (Iwahashi and Pike, 2007)。LoG フィルタは、凸に正の値、凹に負の値を返す。LoG フィルタは、Gaussian フィルタによって平滑化された画像の二次微分である (Marr and Hildreth, 1980)。基本数式は下記である。

$$G(x,y) = -\{(x^2+y^2-2\sigma^2)/(2\sigma^6)\} \exp\{-(x^2+y^2)/2\sigma^2\}$$

カーネルは、ゼロに漸近する所で計算を打ち切ったものである。 σ の値が大きいほどカーネルのサイズが大きくなる。

引用文献

Iwahashi, J. Pike, R.J.(2007) Automated classifications of topography from DEMs by an unsupervised nested-means algorithm and a three-part geometric signature, *Geomorphology*, 86, 409-440.

Marr, D., Hildreth, E.(1980) Theory of edge detection. *Proc. R. Soc. Lond. B* 207, 187-217.