

地形・土壌・植生の発達・崩壊シミュレーション手法の検討（その2）

森林総合研究所九州支所 ○黒川 潮
京都大学 谷 誠

1. はじめに

黒川ら（2013）において、土壌が森林の根によって支持されて発達するが、時間の経過に伴い崩壊して再び発達を開始するという崩壊輪廻に注目した長期土壌発達シミュレーションの開発にあたり、手法の検討を行った。異なるシナリオの元でシミュレーションを行ったところ、表層崩壊の繰り返し現象は土壌層発達量の計算結果に影響をもたらすことを確認した。本報告では、これまでの結果を踏まえた上で植生の有無に着目し、長期土壌発達シミュレーションによって計算結果にどのような違いが表れるか検討を行った。

2. 理論と手法

本手法はメッシュ単位で行うものであり、地形発達の計算過程は次のような手順で行う。まず、各メッシュにおける指定期間における土壌層の発達量を計算する。土壌層の発達量は Heimsath et al. (1999)の提案した以下の関係式を用いた。

$$\text{Soil Production(m/million year)}=77 \times \exp(-0.024 \times \text{Soil Depth})$$

関係式によって求められた値を各メッシュの初期土層深に加えることで、指定期間後の土層深を計算する。新たに求めた土層深に基づき、斜面安定計算を行う。斜面安全率の計算式は以下の式を用いる。

$$SF = \frac{c_s + c_r + A \cos^2 \beta \tan \phi}{B \sin \beta \cos \beta}$$

$$A = q_0 + (\gamma_{sat} - \gamma_w)(h - z) + \gamma_t(H - h)$$

$$B = q_0 + \gamma_{sat}(h - z) + \gamma_t(H - h)$$

ここで、 C_s ：土の粘着力、 C_r ：樹木根系による粘着力、 ϕ ：土の内部摩擦角、 γ_{sat} ：土の湿潤堆積重量、 γ_w ：水の単位堆積重量、 γ_t ：土の単位堆積重量、 H ：基盤面からの表土層厚、 h ：基岩面からの浸透水位、 z ：基岩面からすべり面までの高さ、 β ：斜面勾配、 Q_0 ：植生による上載荷重とする。

斜面安全率の計算式により、安全率が1以下となったメッシュは崩壊が発生したものと見なし、そのメッシュにおける土層深を0として崩壊後の標高データおよび土層深の再計算を行う。このプロセスを所定の回数繰り返すことで、長期間の土壌層発達シミュレーションを行うものである。

3. 結果と考察

計算対象地は2010年7月の集中豪雨で被災し、多数の表層崩壊が発生した広島県庄原市とした。対象地においては災害発生直後に航空レーザー測量が行われており詳細なDEMが入手可能であったことと、地形発達の開始時期が明瞭になるため選定した。初期土層深を設定するため、現地において簡易貫入試験を行った結果、土壌層の厚さは0.7~1.5mであった。これより計算開始時の土層深を1mとし、豪雨によって崩壊が発生した場所においては0とした。また、解析条件として地下水位の解析はせず、土壌層が完全に飽和した状態を想定した。その他パラメータとして $\phi=32^\circ$ 、 $C_s=0$ 、 $\gamma_{sat}=\gamma_t=17.64 \text{ kN/m}^3$ 、 $\gamma_w=9.8 \text{ kN/m}^3$ 、 $z=0$ 、 $Q_0=0$ とし、 C_r は現地の植生データに対し黒川（2012）が作成した樹種別の樹木根系による粘着力推定結果を組み合わせた。以上の条件の下で、100年ごとに豪雨によって斜面安全率1以下のメッシュが崩壊するものとして土

壤発達量を計算した。

図に土壤発達量シミュレーションの結果を示す。計算対象地は急勾配の斜面が多く存在するため、初期値として与えた土層深は豪雨によって斜面が不安定化し、大部分のメッシュは一旦崩壊してしまうが、その後は土壤が発達していき、1 万年後には一部を除いて土層深が均一に近づいていく。比較のため植生が存在していない場合についてもシミュレーションを行ったが、この場合傾斜の緩い場所に位置するメッシュ以外は豪雨によって崩壊が繰り返され、土壤の発達がなかなか進まない、という結果となった。

以上の結果より、土壤発達過程において植生の有無が大きな影響を及ぼすことを明らかにすることができた。

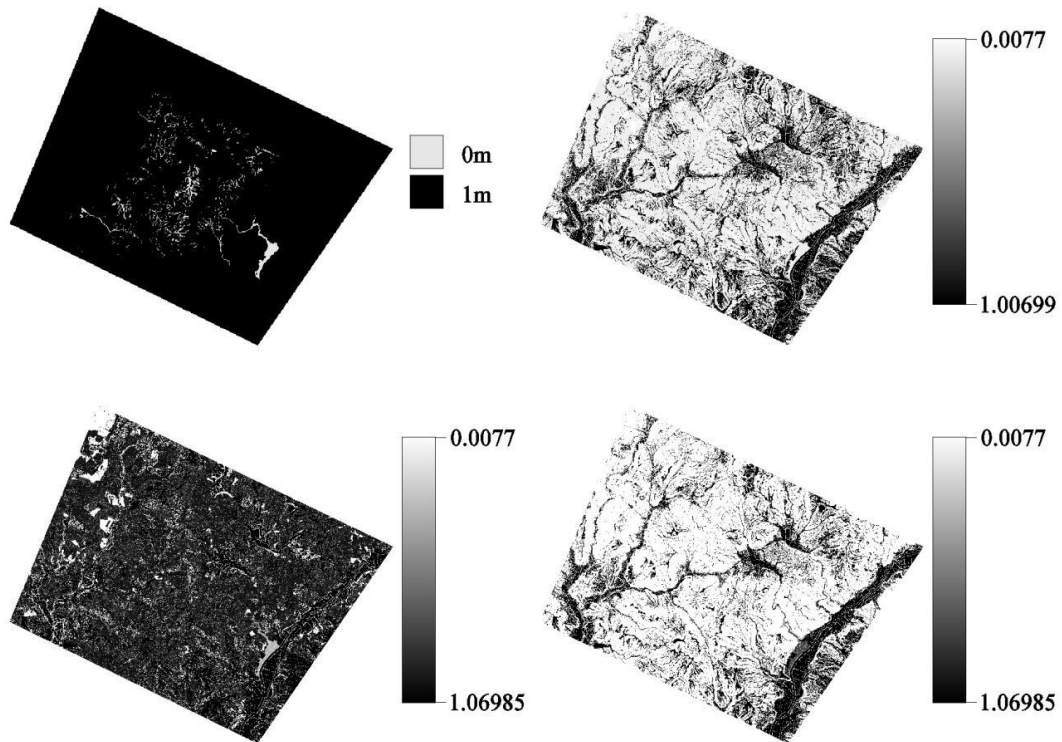


図 土壤層発達量シミュレーション結果

(右上：初期土層深、左上：1,000 年後、右下：10,000 年後、左下：10,000 年後・植生無)

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23221009 「地形・土壤・植生の入れ子構造的発達をふまえた流域水流出特性の変動予測」の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- Heimsath A. M., Dietrich W. E., Nishiizumi K. and Finkel R. C. (1999): Cosmogenic nuclides, topography, and the spatial variation of soil depth, *Geomorphology*, Vol. 27, p. 151–172
- 黒川潮 (2012) : 樹種別の樹木根系による斜面補強効果の推定、平成 24 年度砂防学会研究発表会概要集、p. 658-659
- 黒川潮・谷誠 (2013) : 地形・土壤・植生の発達・崩壊シミュレーション手法の検討、平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集、p.B-390-391