

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、2014）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、手法の検討を行っている。これまでに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、土壌発達の過程において植生の有無が大きな影響を及ぼすことを確認した。本報告では、これまでの結果を踏まえた上で、土層深の違いによる植生によるせん断力補強強度の変化に着目し、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、地形発達の詳細な計算過程は黒川ら（2013、2014）に記述している。長期土壌発達シミュレーションに用いる式は以下の通りである。

- ・土壌層の発達量（Heimsath et al. (1999)）

$$\text{Soil Production(m/million year)}=77 \times \exp(-0.024 \times \text{Soil Depth}) \quad (1)$$

- ・斜面安全率の計算式

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

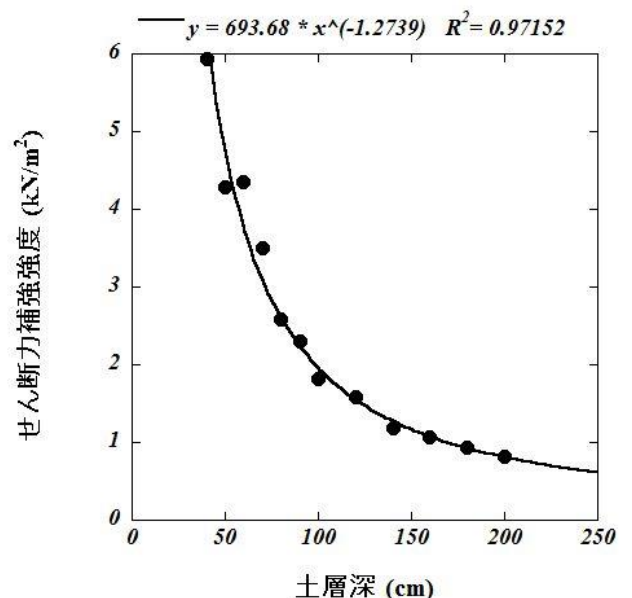
$$A = q_0 + (\gamma_{sat} - \gamma_w)(h - z) + \gamma_i(H - h)$$

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

本報告では新たに土層深と林齢の違いによるせん断力補強強度の関係について検討した。この関係については阿部（1997）が検討しており、土壌層が厚くなるとせん断力補強強度が低下していくこと、林齢が増加するとせん断力補強強度が増加することをシミュレーションにより示している。したがって土壌層の薄いところほど樹木根系によるせん断力補強強度の効果が大きく、斜面安全率が増加し土壌層の崩壊が起きにくいと推測される。図－1に林齢50年における土層深とせん断力補強強度の関係について示す。この結果を基に相関式を求めると以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} \text{せん断力補強強度(kN/m}^2\text{)} \\ = 693.68 \times \text{土層深(cm)}^{-1.2739} \end{aligned} \quad (3)$$

黒川（2012）は、土層深100cmにおける樹種別の樹木根系による粘着力推定結果 $\Delta C$ を求めており、(3)式より求められる土壌層の違いによるせん断力補正係



図－1 林齢50年における土層深とせん断力補強強度の関係

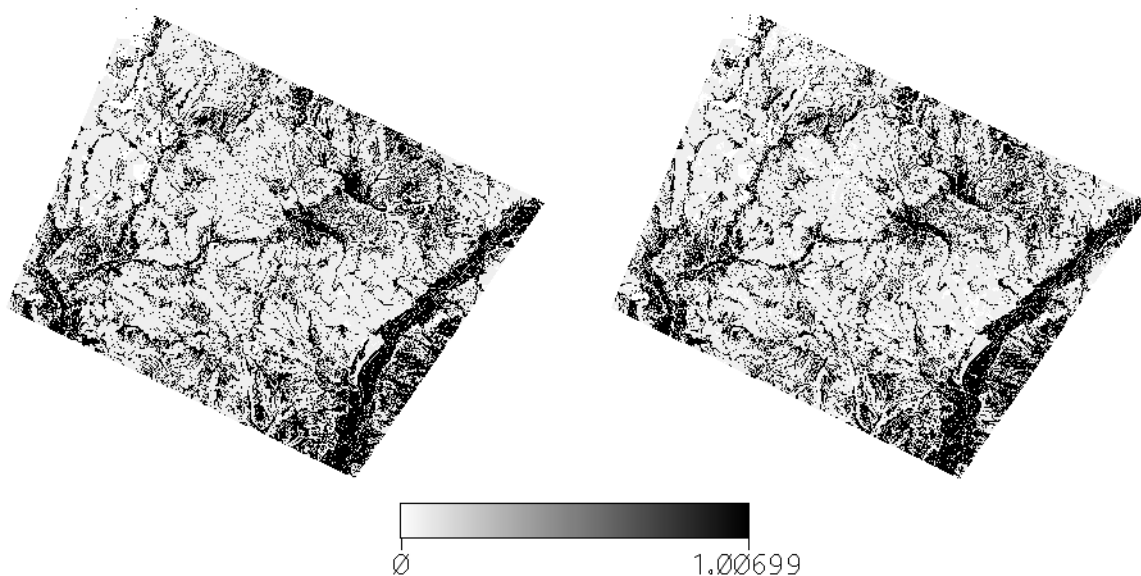
数は以下の式となる。

$$\text{せん断力補正係数} = 380.31 \times \text{土層深(cm)}^{-1.2739} \quad (4)$$

(4)式によって得られるせん断力補正係数を  $\Delta C$  に乗じ、その値を(2)式で用いられる樹木根系による粘着力  $C_r$  とした。

### 3. 結果と考察

図－2に、100年ごとに降雨によって表層崩壊が発生すると仮定して、開始から1000年後の土壌層発達量計算結果を示す。一部のメッシュにおいて土壌が再崩壊する頻度が減少し、土壌層が回復していることが確認できた。逆に土壌が失われているメッシュはなかった。回復に転じた土壌層の多くは元々崩壊地で、植生の影響が斜面安定計算に大きく反映された結果崩壊が発生しなくなったと考えられる。以上より薄いところほど樹木根系によるせん断力補強強度の効果が大きく、斜面安全率が増加し土壌層の崩壊が起きにくいとの推測を裏付ける結果となった。



図－2 計算開始1000年後における土壌層発達量シミュレーション結果  
(左：土層深によるせん断力補正あり、右：補正なし)

### 謝辞

本研究は JSPS 科研費 23221009 「地形・土壌・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

- 阿部和時 (1997) : 樹木根系が持つ斜面崩壊防止機能の評価方法に関する研究、森林総合研究所研究報告、No. 373、p. 105-181
- 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・土壌・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
- 黒川潮・谷誠 (2014) : 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)、平成 26 年度砂防学会研究発表会概要集、p.B-332-333