

グリーンインフラ活用のための土砂災害リスク評価

山梨大学 学生会員 ○山田歩
山梨大学 正会員 武藤慎一

1. 研究背景と目的

平成30年七月豪雨災害や、2019年台風19号などによる土砂災害が頻発している。気象庁による気候変動レポート¹⁾では、近年降雨の日数が減少し大雨の日数が上昇しているとの報告があり、このような気候変動が土砂災害を頻発させている要因の一つと考えられる。

これに対し、気候変動の原因とされる温室効果ガスを削減する緩和策による対応も重要といえる。しかし、このように気候変動の悪影響が実際に現れ始めている現状において、適応策によってその影響を軽減させることも同時に実行していく必要がある。具体的な適応策としては、砂防堰堤整備やのり砕工による斜面安定化対策などが実施されてきた。しかし、こうした対策を山林すべてに広げていくことにも限界がある。これに対し、生態系を緩衝帯・緩衝材として活用し、災害を軽減させようというグリーンインフラの考えに基づく対策の必要性が検討されている。これは、Eco-DRR (Ecosystem-based disaster

risk reduction) と呼ばれ²⁾、本研究では特に森林の有する生態系をグリーンインフラとして活用できないかを検討する。

これまででも、森林の多面的機能の効果計測に関する研究は多くある。しかし、必ずしも政策評価にまではつなげられていない。一部では、アンケートを用いた支払い意思額の計測などもある。しかし、森林の土砂災害抑止効果を正確に評価した上で、政策を検討することが重要と思われる。

そこで本研究では、樹木根系の有するグリーンインフラ機能に着目し、それに基づく斜面安全率モデルを構築する。そして降雨の状況や、森林整備、林道整備などが安全率をどの程度向上させるのかを測定し、土砂災害リスク評価を行うことが目的である。

2. 日本の森林の状況

現在、日本の国土面積の67%にあたる約2500万haが森林に覆われており、内1000万haが人工林である。戦時中、乱伐されたことにより、戦後は一転、拡大造林政策が図られた。そのときに、植林された樹木が、現在利用期を迎えている。

しかし、林業従業者の減少や高齢化により、それらは放置林となり、切り捨て間伐などの問題が顕在化している。これまでは、森林所有者が自らまたは民間事業者者に業務を委託し経営管理を行ってきたが、平成31年4月より森林経営管理制度が実施され、健全に森林管理が行えない森林所有者もしくは所有者が不明の森林では、市町村を介して、意欲と能力のある林業経営者に経営管理を委託できるようになった。しかし、大型機械搬入のための十分な路網整備などはまだ十分でないのが現状である。

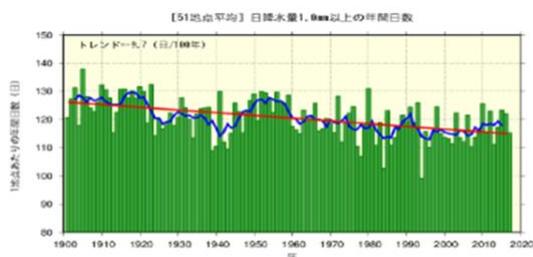


図1 日降水量100mm以上の年間日数の推移

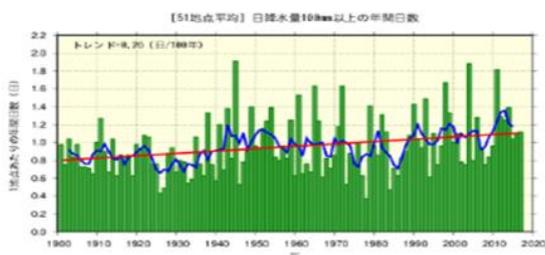


図2 日降水量1.0mm以上の年間日数の推移

キーワード グリーンインフラ 土砂被害額の計測 地球温暖化

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科 TEL: 055-220-8599 E-mail: walker19960409@gmail.com

3. 斜面安全率計測モデル

斜面安全率とは、斜面における仮定すべり面に対し、滑動させようとするせん断力と、摩擦や土の粘着力などのせん断抵抗力の比で表される。森林の1kmメッシュあたりの平均斜面安全率は以下の(1)式のように表される。

$$F = F_1 + F_2 \quad (1)$$

$$F_1 = \frac{A_1(\gamma H \cos \alpha \tan \phi + c + \Delta k)}{A \cdot \gamma H \cos \alpha \sin \alpha} \quad (2)$$

$$F_2 = \frac{A_2(\gamma H \cos \alpha \tan \phi + c)}{A \cdot \gamma H \cos \alpha \sin \alpha} \quad (3)$$

ただし、 F : 1 kmメッシュあたりの平均斜面安全率、 F_1 : 森林斜面における単位面積あたりの斜面安全率、 F_2 : 裸地斜面における単位面積あたりの斜面安全率、 γ : 土の湿潤単位体積重量、 α : 斜面勾配、 H : 表層土層厚さ、 ϕ : 土の内部摩擦角、 c : 土の粘着力、 Δk : 樹木根系によるせん断抵抗力増分、 A_1 : 1 kmメッシュにおける樹木占有面積、 A_2 : 1 kmメッシュにおける裸地占有面積、 A : 1 kmメッシュ面積とする。

ここで土の粘着力は累積降水量により変化するため(4)式のように表される。

$$c_i = c_0 - \Delta c(Sr_i - Sr_0) \quad (4)$$

ただし、 c_i : i 時刻における土の粘着力、 c_0 : 初期の土の粘着力、 Δc : 係数、 Sr_i : i 時刻における飽和度、 Sr_0 : 初期の飽和度とする。飽和度計算のため台風19号発生時の2019年10月10日午前0時より同年13日24時までの降雨を元に計算する。

降水量時系列図(10月10日0時~10月13日24時)

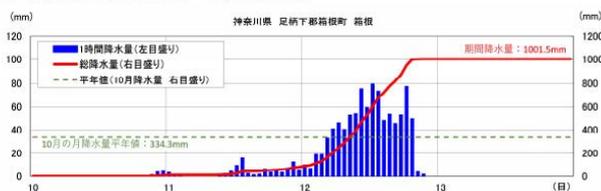


図3 神奈川県箱根における1時間降雨

今回、主要パラメータは、表層土層厚0.9m、内部摩擦角 30° 、土の単位体積重量 1300kgf/m^3 、土の初期粘着力 200kgf/m^2 、初期飽和度0.13、管理人工林せん断抵抗力 216.21kgf/m^2 、管理放棄人工林せん断抵抗力 181kgf/m^2 、1kmメッシュあたりの樹木占有率(管理人工林)0.99%、1kmメッシュあたりの樹木占有率(管理放棄人工林)0.76%とし、森林限界である標高2500m以上のメッシュは樹木なしとして計算する。また、管理人工林と管理放棄人工林を区別するため、

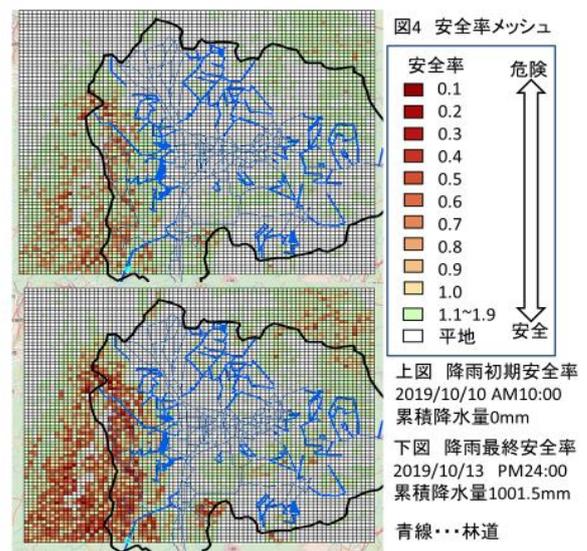
それぞれの樹木の林齢を40年と、30年とした。なお、データは阿部による「水上・小松原・美杉・筑波・千代田」での調査結果を参考にしている³⁾。また、人工林における管理・非管理地域は十分な調査がなされていないため、本研究では材木を搬出する大型フォワーダの搬出コスト限界となる林道より350m距離圏内を管理人工林域とした。

5. 結果

台風19号がもたらした雨量が山梨県に降ったとした場合の安全率を計測した。図4には降雨前の斜面安全率、及び降雨終了時の斜面安全率を示した。

南アルプス市、早川町の一部において斜面安全率の低下が見られる。これは、この地域のほとんどの斜面勾配が 20° 以上でありメッシュによっては 30° を越えている。また、林道整備が不十分な地域が多いことが原因であると考えられる。

そこで、今後は林道整備によりどの程度斜面安全率の向上が見られるか計測する。



謝辞：本研究は、山梨大学分野横断的融合研究プロジェクトによる研究成果の一部である。また、研究会メンバーには貴重なコメントをいただいた。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

- 1) 気象庁：気候変動監視レポート2018、気象庁、2019。
- 2) 環境省自然環境局：生態系を活用した防災・減災に関する考え方、環境省、2016。
- 3) 阿部和時：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, pp.105-181, 1997。