

森林植生が表層崩壊発生場に与える影響について —宇都宮大学船生演習林を対象として—

○執印康裕・田坂聡明・松英恵吾・大久保達弘・有賀一広・内藤健司（宇都宮大学）

1. はじめに

山地森林流域において表層崩壊発生危険斜面を抽出する研究はこれまで多く行われてきている。これまでの研究を大別すると、【研究①】：統計的手法により地形・植生の各要因が崩壊発生に与える影響を検討するもの、【研究②】：崩壊発生までの物理的プロセスを考慮し、これによって崩壊発生に与える影響を検討するもの、2つに大別される。研究①において植生要因の中では特に林齢が崩壊発生に影響を与えており、老・壮齢林と比較して若林齢林分において表層崩壊が発生しやすいことが指摘されている。研究②においては地形要因を主体として研究が進められてきており、研究①で得られている結果を十分に反映させたものは少ないといえる。これは表層崩壊発生を規定する要因が第一義的には地形要因であることによるものであるが、人工林を主体とする森林施業を行う上では、研究②に準じた手法に研究①で得られている知見を組み込んだ上で合理的な森林管理計画を立案する必要があると我々は考えている。今回、そのための第1段階として宇都宮大学船生演習林を対象に、過去に発生した崩壊と林齢・地形要因の関係について検討を加えたので報告する。

2. 対象地の概要

宇都宮大学農学部船生演習林はヒノキ人工林が総面積のおよそ73%(約390ha)を占めており、人工林を主体とする林分構成である。同演習林を以下の根拠に基づき検討の対象場として設定した。

- ① 地形及び森林植生の情報が整備されていること。
- ② 豪雨を誘因として過去に発生した表層崩壊の情報が整備されていること。

①については、同演習林内には、森林管理のための基礎情報として、10mグリッドの数値標高及び林齢・樹種の情報が電子データとして整備されている。

②については、平成10年8月26日から27日にかけて演習林内で総雨量247mmの豪雨が記録されており、この豪雨を誘因として船生演習林内において表層崩壊が発生している。この時に発生した崩壊位置等の情報は①の森林基礎情報に電子データとして記載されている。

すなわち、表層崩壊を対象とする空間分解能に耐えうる基盤情報が同演習林においては整備されており、近年のGIS等の利用を前提とした検討手法が容易に行える環境下にあることから、同演習林を検討の対象場として設定したものである。

図1に平成10年8月の豪雨によって演習林内に発生した表層崩壊発生位置の空間分布を示す。図1より、表層崩壊発生位置はいわゆる凹地形かつ斜面勾配が急な0次谷として認識されている箇所が発生している傾向にあることが分る。また崩壊発生時の年齢毎の相対頻度分布(各年齢の崩壊グリッド数/崩壊総グリッド数)を非崩壊の相対頻度分布と比較したところ、崩壊発生時の年齢毎の相対頻度分布は非崩壊地と比較して若年齢側の5年齢側にシフトしていることが認められた。

3. 検討手法

前段において確認される傾向は、既往研究においても数多く報告されているが、本報告は、地形要因を基準化し、これと植生(特に林齢)の関係から表層崩壊発生場に森林植生が与える影響について検討する。地形要因の基準化に際しては、以下の2通りの手法を用いて検討した。

(手法1) 羽田野によって提案されている地形活動指数(TSI)をグリッドベースに適用するのであり、次式により定義される。

$TSI = \tan \theta \times (S/a)^{1/3}$ 但し θ :グリッド勾配, S :各グリッドの集水面積(m²), a :グリッド幅(10m)

羽田野(1974)によれば、データにバラツキはあるものの、TSIと崩壊発生の間には正の相関があることが指摘されている。

(手法2) 分布型応答モデルによるものであり、沖村(1985)によって提案されたモデルをベースとするもの。グリッド標高データをもとに、各グリッド全ての地下水位を計算し、これを元に計算される無限長斜面安定解析による安全率Fによって地形要因を基準化するものであり、安全率Fは次式で定義される。

$$F = \left(1 - \frac{\gamma_w}{\gamma} \cdot \frac{h}{d}\right) \frac{\tan \phi}{\tan \alpha} + \frac{C_{\text{total}}}{\gamma d} \cdot \frac{1}{\sin \alpha \cos \alpha}$$

但し γ :土の単位体積重量, γ_w :水の単位体積重量, α :斜面勾配(≒基盤層勾配), d :表層土層厚さ, h :基盤層からの地下水位, ϕ :土の内部摩擦角, C_{total} :土層のみかけの粘着力である。

以上の2つの手法を用いて地形要因の基準化を行ない林齢が崩壊発生に与える影響を検討したものである。

4. 結果

手法1による結果について:地形滑動指数の相対頻度分布は崩壊発生グリッドが非崩壊グリッドと比較して、若干、高指数側にピークがシフトしていることが確認された(図略)。次に崩壊発生グリッドの地形活動指数の林齢に対する変化傾向の概略を見るために、各年齢毎にそれぞれ平均化の処理を行ない、その対応関係を検討したところ、平均林齢が50年前後までは林齢が増加するに従って、地形滑動指数の値が増加する傾向が認められた。従来、伐採後10-20年で崩壊発生危険度が増加し、それ以降林齢が増加するに従って崩壊発生危険度が減少することが、主として統計学的手法を用いた解析により指摘されているが、本手法においても林齢が増加するにつれて表層崩壊発生危険度が減少する傾向にあることを示しており、ある程度まで既往の研究結果と対応していることが確認された(図略)。

手法2による結果について:図2は、平成10年8月の豪雨を入力として与えた場合の安全率1を切るグリッドの時間変化を示したものである。図2においては試算として林齢の影響を見た場合における根系による補強効果を考慮したものと、土の粘着力のみの場合の両方を示してある。補強効果については林齢に応じて土のみかけの粘着力(5kPaを設定)に補強効果を加算し、最大で1.5kPaを加算している。図3は図2において示される安全率1を切るグリッドが最大値を示す27時間後における危険斜面(安全率1未満)の空間分布を示したものである。図2及び図3より、林齢による根系の補強効果を考慮することによって、崩壊危険斜面の発生割合が大きく変化し、またその空間分布も大きく変化することが分る。

以上の結果は、林齢の空間分布情報が表層崩壊発生場に与える影響を定量的に示すものであり、さらには林分の長期時系列変化が森林管理を行う上で極めて重要であることを具体的に示すものである。

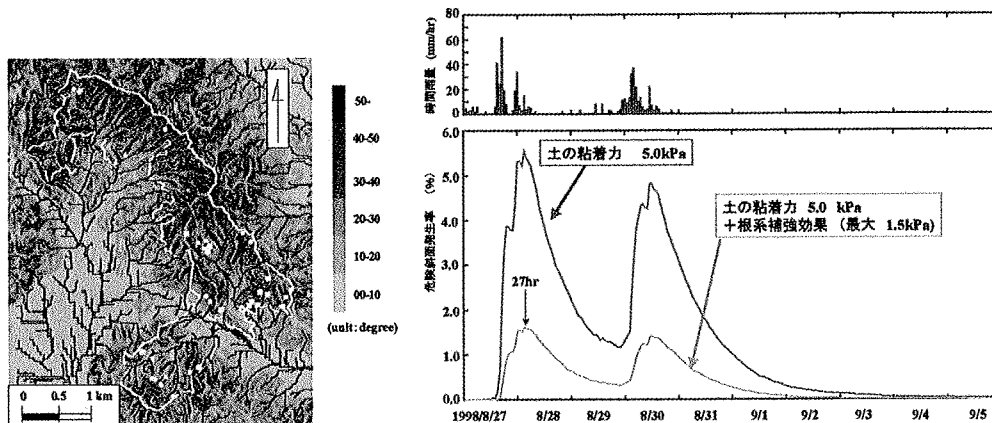


図1: 船生演習林の崩壊地分布

図2: 危険斜面の経時変化

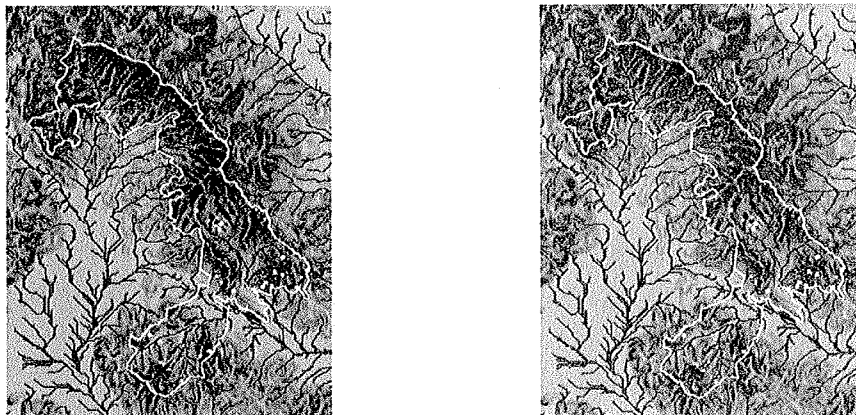


図3: 危険斜面の空間分布 (27時間経過, 左: 根系による補強効果なし、右: 根系による補強効果を考慮)

参考文献

- 羽田野誠一(1974):崩壊性地形(その. 2), 土と基礎, Vol.22-11, p.85-93
沖村孝・市川龍平(1985):数値地形モデルを用いた表層崩壊危険度の予測法, 土木学会論文集, Vol. 358, p.69-75