

崩壊確率と地位指数による森林管理区分手法について

○執印康裕（宇都宮大学），松英恵吾（宇都宮大学）
田坂聡明（宇都宮大学），堀田紀文（筑波大学）

1. はじめに

物質生産機能の主要機能である木材生産を行う森林において，森林伐採によって表層崩壊の発生頻度が増加すること，また伐採方法や伐期の違いによって崩壊発生頻度が変化することが指摘されている。そして表層崩壊は森林生態系に影響を与える主要な攪乱要因の1つであることから，両者の関係性を考慮した森林管理手法に関する研究が行われてきている。これら研究成果は森林管理を行う上で重要な情報を与えるものであるが，森林の多様性を考慮すると，具体的な森林管理の対象場となる森林の素因（崩壊履歴，植生，地形等）に応じた，森林管理区分が必要となる。特に木材生産機能の発揮を主目的とする森林においては，出来るだけ木材生産機能を減じることなく，伐採による表層崩壊発生リスクを増加させない森林管理が必要となる。本論においてはこの点に着目し，森林管理区分の手法について検討したのでここに報告する。

2. 研究対象地及び手法について

2. 1 対象地について

対象地として設定した宇都宮大学農学部船生演習林は，高原山系に連なる南北に走る細長い山塊の西斜面に位置しており（およそ北緯36度45分 - 48分，東経139度47分 - 50分），標高は260 - 600 mの範囲にある。年平均気温は約12℃，年平均降水量はおよそ1700 mmである。1月から3月にかけて降雪があるが積雪量は少なく，降水量の大部分が降雨によるものである。演習林の総面積はおよそ530 haであり，人工林の主要樹種としてはヒノキ林が約310 haを占めている。1998年の8月末の台風4号による集中豪雨によって演習林内36箇所の地点で表層崩壊が発生している（図-1参照）。

2. 2 適用モデルについて

解析モデルとして，分布型表層崩壊モデルを用いた。分布型表層崩壊モデルは，解析対象域内を各グリッドに区分し，各グリッドに対応する植生や傾斜，集水面積等の情報を考慮することで，表層崩壊発生の空間的な評価が可能なモデルであり，無限長斜面安定解析および定常型の地下水位算出過程の2要素から構成される。モデルの適用にあたっては，数値標高地図の存在が前提となるが演習林においては10 mグリッドの数値標高地図が整備されており，これを使用した。無限長斜面安定解析式の計算においては，表層土層厚，土の内部摩擦角，土の有効粘着力の3因子を設定する必要がある。本手法においては，対象地内の43地点において土層強度検査棒による実測を行い，実測値のバラツキを考慮した出現頻度分布を基に設定した。

2. 3 地位指数について

木材生産機能の属地性を示す指標の一つとして地位指数があるが，本対象地においては，ヒノキ人工林分に対して航空機LiDAR計測結果に基づく地位指数データが整備されており，これを検討に用いた。ヒノキ林地位指数は9mから33mの範囲に分布しており，面積頻度分布の最頻値は，21-22mの範囲にあることが確認された。この地位指数の面積頻度分布をもとに，地位指数を低位（low：19m以下），中位（middle：19-23m以下），上位（high：23m-）の3つに区分した（図-2参照）。

2. 4 解析手順について

解析手順を以下に示す。

手順1：現地計測データの出現頻度分布の検討

手順2：出現頻度分布を用いたモンテカルロ法によるモデルパラメータ値の設定

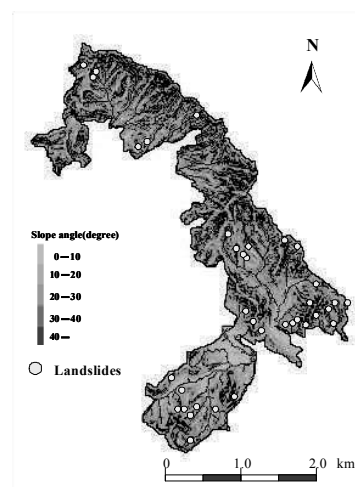


図-1：船生演習林の崩壊地分布

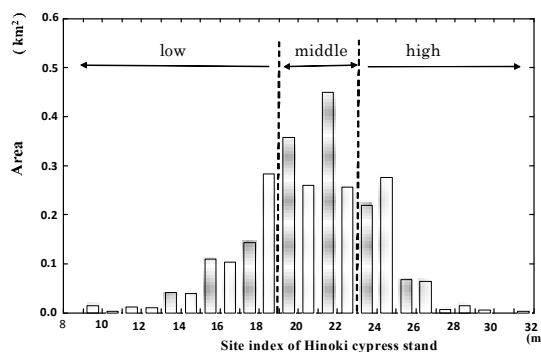


図-2：ヒノキ林の地位指数区分

手順3：解析モデルによる表層崩壊発生確率の算出
 手順4：表層崩壊発生確率を用いた斜面不安定度の区分

手順5：1998年8月末の台風4号による実崩壊との対比による斜面不安定度区分の有効性検証
 手順6：ヒノキ人工林を対象とした地位指数および斜面不安定度区分による森林管理区分の表示

手順2においては、擬似乱数を5000回繰り返し発生させ10mグリッドで構成される全てのセルを対象に計算を実施し、手順4においては5000回の計算のうち、セル毎の安全率が1以下の発生回数割合をもとに表層崩壊発生確率を算出した。

3. 結果及び考察

各セルの崩壊発生確率は5000回の繰り返し計算のうち安全率が1以下の発生回数割合として定義される。各セルに対して付与される崩壊発生確率をもとに、各セルの表層崩壊の発生し易さを4つに区分し(斜面不安定度区分)検討をおこなった。区分および区分名称については、崩壊発生確率が1.5%以下の範囲を0.5%刻みで分割したものを、上位からhigh, moderate, lowとし、崩壊発生確率が1.5%より大きい値を示すセルをvery highとした(図-3参照)。豪雨に対して表層崩壊が完全にランダムに発生すると仮定した場合、表層崩壊は斜面不安定度区分に関係なく、その区分面積に応じて発生することになる。この点について検討するため、1998年8月末の豪雨によって発生した36箇所の表層崩壊との比較を行った。各区分面積は、斜面不安定度区分の低い方(low)から高い方(very high)にかけて減少するのに対して、崩壊密度は増加していくことが確認される。以上の結果は、各セルの表層崩壊発生確率に基づく斜面不安定度区分の妥当性を示唆している(図-4参照)。

斜面不安定度区分と地位指数区分を重ね合わせて、ヒノキ林分全体に対しての両区分における面積割合(%)を算出した結果を表-1に示す。表-1には全部で12区分の面積割合が示されているが、これをもとに森林管理区分の一案として以下の4つのクラス分けを行った。

Class1: 地位指数上位(high)かつ斜面不安定度区分が低位および中位(low, moderate)

Class2: 地位指数中位(middle)かつ斜面不安定度区分が低位および中位(low, moderate)

Class3: 地位指数低位(low)かつ斜面不安定度区分が低位および中位(low, moderate)

Class4: 斜面不安定度区分上位(high, very high)

Class1から4までのヒノキ林分全体に占める面積割合は、それぞれ16.5%、36.1%、19.7%、27.7%であり、伐採に伴う表層崩壊発生リスクを増加させることなく、かつ木材生産機能がある程度まで期待される区分としては、Class1およびClass2の領域がこれに該当することとなる。Sidleらは、分布型モデルによって崩壊発生危険度の高い領域を抽出し、その領域を伐採対象から除外する管理手法の有効性について報告しているが、ここで提示した手法は、崩壊発生危険度に加えて木材生産力の指標の一つである地位指数を取り入れることによって、木材生産機能の発揮を主たる目的とする森林のより具体的な管理区分について検討出来ることを示唆するものである。

引用文献: Sidle R. C. and Wu, W. (1999) Simulating effects of timber harvesting on the temporal and spatial distribution of shallow landslides. Z. Geomorphol. N.F., 43: 185-201

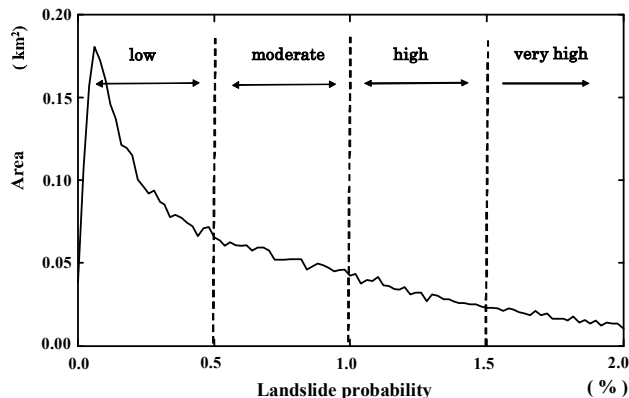


図-3: 崩壊発生確率の頻度分布および斜面不安定度区分

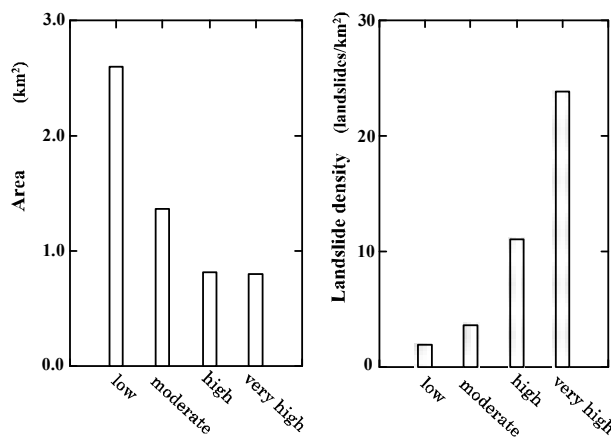


図-4: 斜面不安定度区分の面積および各区分の崩壊密度

表-1: 斜面不安定度および地位指数区分によるヒノキ林面積率(%)

		site index category		
		low	middle	high
slope instability category	low	12.0	23.8	10.4
	moderate	7.6	12.3	6.1
	high	4.2	6.6	3.7
	very high	3.9	5.7	3.7