

崩壊危険度を考慮した森林施業に関する研究

宇都宮大学農学研究科 ○緒方美月，執印康裕

1, 背景と目的

施業地の森林計画において経営的観点から木材生産機能が重要視されており、森林が持つその他の公益的機能は間伐などの適切な管理がされていれば効果が発揮されるとの認識がある。しかし、森林施業の適地とされ管理が継続的に行われている林地でも、集中豪雨などにより樹木根系による斜面安定機能が腐朽と成長の関係から小さくなる若齢林で崩壊が発生しやすい傾向がある（例えば、執印ら，2009）。持続的な森林管理において、木材生産機能だけでなく他の機能も最大限に発揮させることが必要である。本研究では、土地の生産性を示す地位指数を指標に森林施業の適地での土砂災害防止機能を定量的に評価することを目的とする。

2, 対象地及び手法

解析対象地は、宇都宮大学農学部船生演習林（図1）のヒノキ林である。演習林の総面積は約531haであり、約320haをヒノキ林が占めている。1998年8月末の台風4号による集中豪雨によって演習林内の36箇所で見層崩壊がヒノキ林を中心として発生した。演習林全域の10mグリッドの地形データ、崩壊履歴、地位指数、林齢から解析を行った。地位指数-崩壊率曲線を作成のち、地形による崩壊危険度を考慮するために、分布型表層崩壊モデルによる無限長斜面安定解析式から安全率を算出した（式1~4、表1）。また、林齢による影響を考慮するため若齢林を区分し、同様に地位指数-崩壊率曲線を作成した。

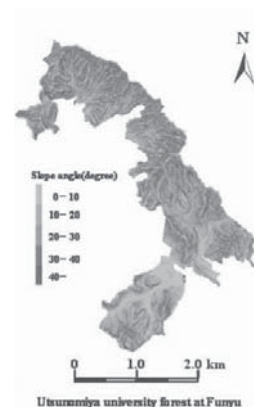


図1 船生演習林図

$$F = \frac{(\gamma Z - \gamma_w h) \cos^2 \alpha \tan \phi + C + \Delta C}{\gamma Z \cos \alpha \sin \alpha} \dots (式1)$$

F: 安全率, γ : 湿潤土の単位体積重量 (kN/m^3), γ_w : 水の単位体積重量 (kN/m^3), α : 基盤層勾配 (degree),

Z: 表層土層厚 (m), h: 基盤層からの地下水位 (m), ϕ : 土の内部摩擦角 (degree), C: 土の粘着力 (kPa),

ΔC : 樹木根系による粘着力増分 (kPa)

$$q = R \cdot a \dots (式2)$$

q: 単位幅あたり流入量 (m^2/hr), R: 降雨強度 (m/hr), a: 単位集水面積 (m)

$$Q = k \cdot Z \cdot \sin \alpha \dots (式3)$$

Q: 単位幅あたりの流出可能量 (m^2/hr), k: 飽和透水係数 (m/hr), Z: 表層土層厚 (m), α : 斜面勾配 (degree)

$$h = \min(Z \cdot \frac{q}{Q}, Z) \dots (式4)$$

h: 地下水位 (m)

表1 モデル計算の設定値

γ (kN/m^3)	17.66
γ_w (kN/m^3)	9.81
Z (m)	1.0
ϕ (degree)	30
C + ΔC (kPa)	5.0
R (m/hr)	0.05
k (m/hr)	1.8

3, 結果と考察

ヒノキ林の地位指数-面積分布及び、地位指数-崩壊面積分布を図2に示し、それらをもとに算出した地位指数別の崩壊率を図3に示す。地位指数別にみたヒノキ林の面積と崩壊面積の分布の形はほぼ同じであり、崩壊率において

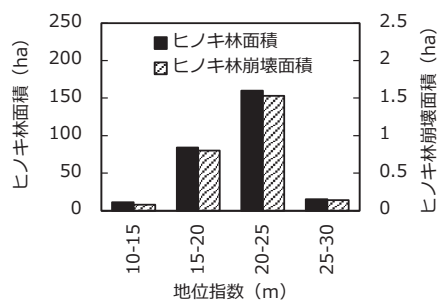


図2 ヒノキ林の地位指数-面積分布

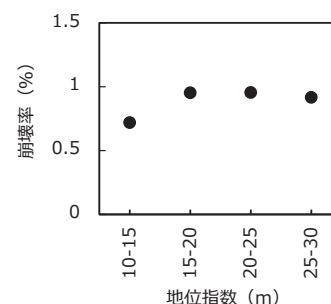


図3 地位指数別の崩壊率

も地位指数 10-15m でやや小さくなっているようにみえるが、全体をとらえると地位指数による変化はほとんどみられない。

既往研究により、樹木根系の成長と伐採木の根系腐朽の関係から土質強度補強効果が小さくなるため、約 20 年生以下の若齢林で崩壊が発生しやすいことが知られている。図 4 より解析対象地における崩壊発生ピークが林齢 21-25 年生であったことから、本研究において林齢 25 年生以下の崩壊を若齢林における崩壊とした。図 3 を林齢 25 年生前後で区分したグラフが図 5 である。林齢 25 年生以下では地位指数が大きくなるにつれて崩壊率が小さくなった。地位指数が大きいくほど樹木の成長が良いため、根系成長による土質強度補強効果が大きく発揮されたためだと考えられる。一方、林齢 25 年生より上ではほとんど崩壊は発生しておらず、地位指数による崩壊率の変動もみられなかった。以上のことから、地位指数が崩壊に影響するのは林齢 25 年生以下の若齢林であるといえる。

安全率は値が大きいほど崩壊しにくく、1 以下は崩壊するとされる。本研究では、崩壊箇所における安全率を小さい順に並べ崩壊面積の 25% ごとに 4 つに区分し、それぞれを順に Level 1・2・3・4 とした (図 6)。林齢 25 年生以下の若齢林における崩壊率を Level ごとに区分したグラフが図 7 である。Level 3 をみると、地位指数が大きくなるにつれて崩壊率が小さくなる傾向を示した。その他の Level では、変動の差はあるものの地位指数による崩壊率変化はほとんど一定である。つまり、崩壊の原因は地位指数ではなく地形条件が大きく関係しているといえる。以上のことから、地位指数の違いによる土砂災害防止機能は比較的安定している地形において影響が大きいと考えられる。

4. まとめ

林業施業地の崩壊は地位指数よりも林齢、地形による影響が大きいことがわかった。比較的安定している地形において地位指数と崩壊の関係があることがわかった。比較的安定している地形とは安全率が 1.15~1.45 と算出された範囲だが、安全率は粘着力や降雨強度などによって変動する。よって、地位指数が土砂災害防止機能に影響している地形を判断するには、それらの値が変動した場合を考慮する必要がある。今後、検討していく予定である。

参考文献：執印康裕・鶴見和樹・松英恵吾・有賀一広・田坂聡明 (2009), 分布型表層崩壊モデルによる樹木根系の崩壊防止機能の定量的評価について, 日本緑化工学会誌, 35(1), 9-14

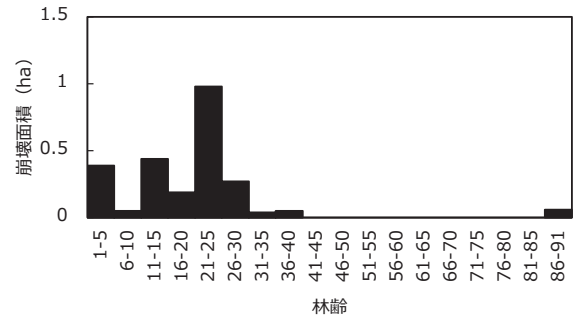


図 4 林齢-崩壊面積分布

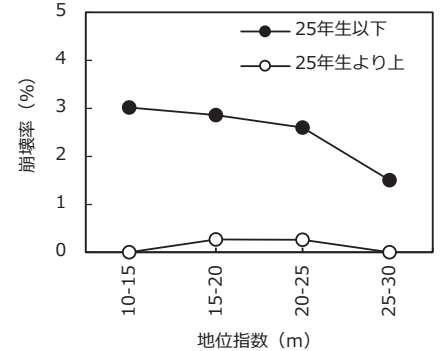


図 5 林齢別の地位指数-崩壊率曲線

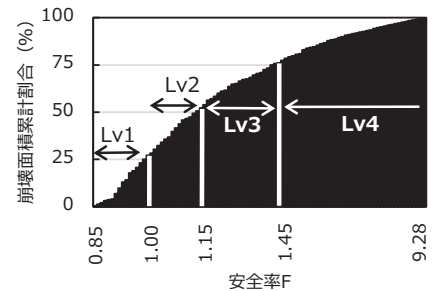


図 6 安全率区分

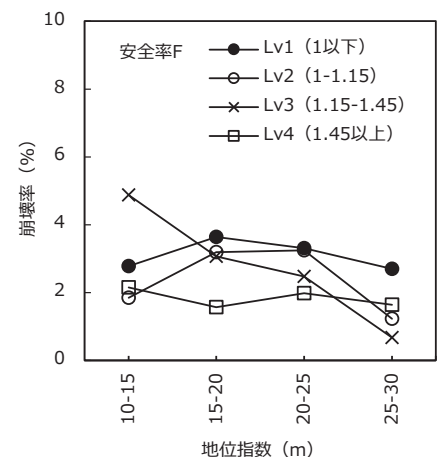


図 7 林齢 25 年生以下における安全率別の地位指数-崩壊率曲線