

森林の経年変化に伴う危険地区の予測（その2）

（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所九州支所 ○黒川潮

（国研）森林研究・整備機構 森林総合研究所 岡田康彦・野口正二

1. はじめに

近年の気候変動に対応して国民の安全・安心確保に寄与するためには、山地災害のリスクを低減することが必要となる。そのためには森林の土砂崩壊・流出防止機能の特性を可視化／数値化し、防災機能の経年変化を予測した上での確かな対応を行うことが不可欠である。

このような観点から、著者らは森林が有する力学および水文学的防災特性値をパラメータ化して解析手法に導入し、森林の防災機能についての経年変化予測を試みてきた（黒川ら（2019））。本報告ではこれまで考慮されてこなかった樹木の重量による防災効果について検討を行った。また、地下水位の変動に関しても検討を行った。

2. 研究方法

森林の防災機能の経年変化予測に当たっては計算対象地（約 4km×4km、平均傾斜 25 度、最大傾斜 60 度）を設定し、黒川ら（2007）の手法に基づいてメッシュ単位で無限長斜面の安全率を計算した。計算に必要なパラメータのうち、地下水位に関しては飽和状態として最も危険側の条件とした。樹木根系による崩壊防止機能に関するパラメータについて、森林の経年変化に伴うせん断抵抗力補強強度の増加分は阿部（1997）のスギを対象とした結果を用いた。また、伐採後の経過年数と抵抗力の低下割合については、北村・難波（1981）のスギ抜根抵抗力の結果を参考に低下割合を算出し、せん断抵抗力補強強度の値と掛け合わせることで伐採後の効果を検討した。樹木重量の算出に当たっては林野庁・林業試験場（1959）における地位 2 の結果をもとに、以下の手順で算出した。

①主林木、副林木の幹材積（図－1）にスギの気乾比重 0.38 g/cm^3 を掛けて地表部の樹木重量を算出。

②T-R 率=4.0 として、主林木、副林木それぞれの根系重量を算出。

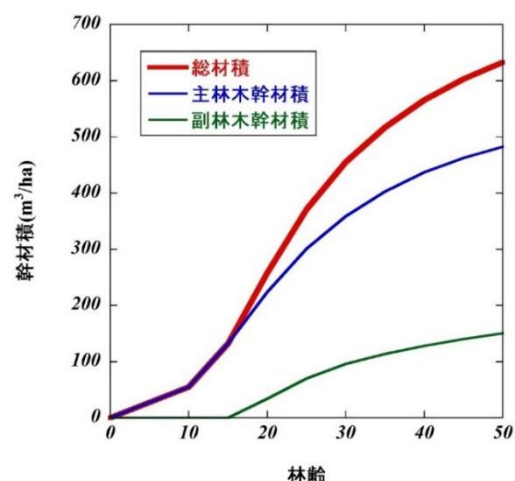
③主林木の重量と副林木の根系重量の合計により、 1m^2 当たりの樹木重量を算出（図－2）。

3. 結果

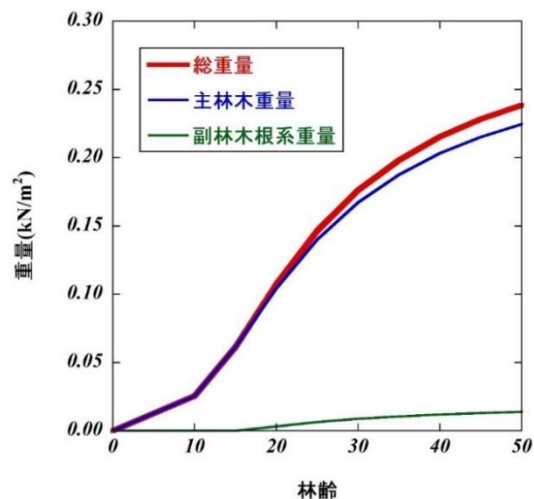
地上部の植生はすべてスギとし、以下の 4 つのケースを設定して検討を行った。

- ・ケース 1：初期条件は無植生（裸地）とし、スギを植林して森林の成長に伴って発揮されるせん断力補強強度のみを考慮した場合。
- ・ケース 2：50 年生の森林を伐採した直後を初期条件とし、スギを植林して残存した根株のせん断抵抗力補強強度も考慮した場合。
- ・ケース 3：初期植生は無植生（裸地）とし、スギを植林して森林の成長に伴う樹木重量の増加のみを考慮した場合。
- ・ケース 4：50 年生の森林を伐採した直後を初期条件とし、スギを植林せず残存した根株のせん断抵抗力補強強度のみを考慮した場合。

設定したパターンに基づき、5 年間隔で森林の防災機能の経年変



図－1 スギの林齢と幹材積の関係



図－2 算出したスギの林齢と重量の関係

化について計算を行い、危険地区数との関係をまとめた結果が図-3である。ケース1では初期状態の危険地区数が最大でその後徐々に減少していく。ケース2では5年後、10年後は危険地区数が増加するが、15年以降は危険地区数が減少していく。森林を伐採した直後は残存した根株によるせん断抵抗力補強強度があるが、経過年数を経るにつれて腐朽により強度が低下する一方で、森林の成長に伴うせん断抵抗力補強強度は植林後10年以降に発揮されてくるため、結果として15年以降は危険地区数が減少しているものと考えられる。また、ケース3においては、森林の成長によって樹木重量が増加するが、危険地区数の変化に対する影響はほとんど見られないことがわかった。さらにケース4では、せん断力補強強度が根株の腐朽により徐々に失われるとともに危険地区数が増加することが確認できた。

樹木重量の算出に当たり、単位体積重量に気乾重量(含水率15%)を与えたが、生木では樹木の成長に水を必要とするため、含水率が様々に変化することがわかっており、スギの場合40~260%の範囲で含水率が変化することが報告されている(森林総合研究所(2006))。これに基づいて樹木重量を計算すると図-4となる。ケース1の条件に加え、スギの含水率を40、100、260%の3パターン設定し、危険地区の判定を行った結果が図-5である。この場合も樹木重量の影響がほとんど見られず、含水率による違いも乾重との差が最大で3倍以上あるにもかかわらず違いはごくわずかでであった。したがって、森林の持つ防災機能において危険地区の変化に寄与する影響度は、根系によるせん断抵抗力補強効果が非常に大きく、それに対して樹木重量の影響は含水率の変化を考慮しても極めて小さいということがわかった。

地下水位との関係については図-6に示す。地下水位を0、1/2H(土層深の半分)、H(土層深)の3パターン設定したところ、地下水位が上昇するに従って危険地区数が大きく増加している。結果として危険地区の変化に影響をもたらす度合いは、地下水位>根系のせん断力補強強度>樹木重量の順と推定される。

謝辞

本研究は農林水産技術会議委託プロジェクト研究「農林水産分野における気候変動対応のための研究開発」において実施した。ここに記して謝意を表します。

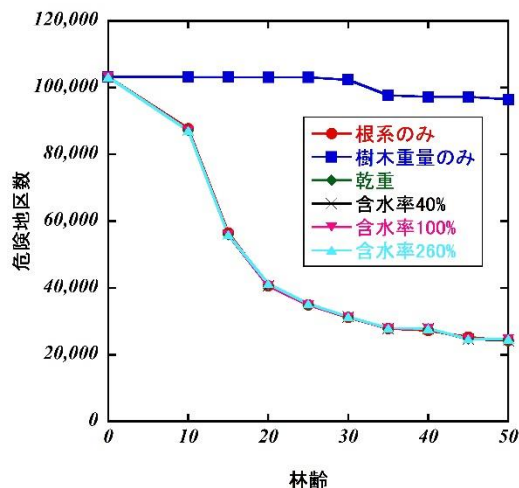


図-5 林齢と危険地区数の関係

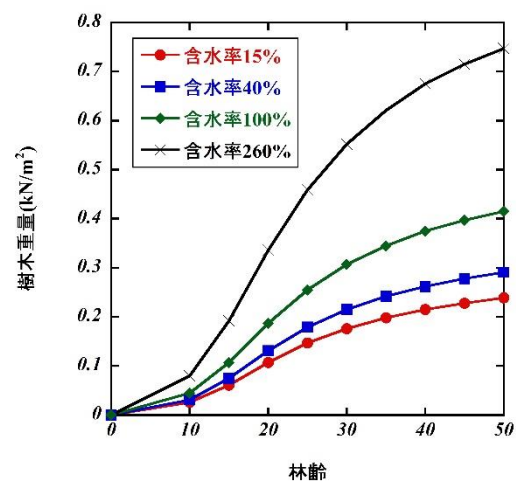


図-3 危険地区数の経年変化

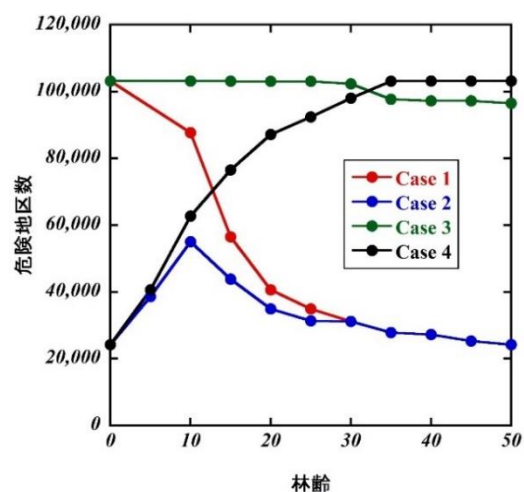


図-4 林齢と樹木重量との関係

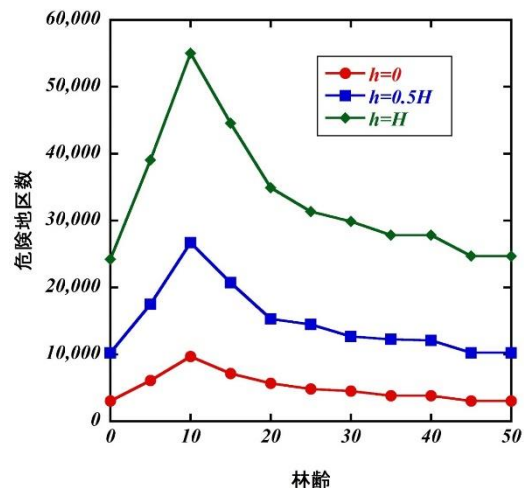


図-6 林齢と地下水位との関係

引用文献

- 阿部和時(1997) 森林総合研究所研究報告 373、105-181。
 北村嘉一、難波宣士(1981) 林業試験場研究報告 313、175-208。
 黒川潮ら(2007) 日本地すべり学会誌 43(6)、351-355。
 黒川潮ら(2019)、2019年度砂防学会研究発表会概要集、191-192
 林野庁・林業試験場(1959) 収穫表調製業務研究資料 17、171pp、東京営林局、東京
 森林総合研究所(2006) 第1期中期計画成果集 18、20pp、森林総合研究所、茨城