

森林の持つ落石緩衝効果に関する実験的研究Ⅱ

財) 林業土木コンサルタンツ ○櫻井正明・奥谷由行・今泉栄二・内藤洋司・前川峰志

1. はじめに

森林のもつ落石の緩衝効果は、古くから経験的に知られているが、具体的に数値化した事例がほとんどないために、適正に評価されていない現状にある。そのため、森林の機能の一つである落石緩衝効果を定量的に検証し、落石防止工計画設計のための基礎資料を得ることを目的として、現地における落石実験を、林野庁関東森林管理局との共同研究として実施している。ここでは、スギ林内で行った落石実験の結果について報告する。

2. 研究の背景

落石防止のためには、落石の運動メカニズムを把握することが重要であり、古くから、現場での落石実験、室内模型実験、災害地の調査がおこなわれている。そのなかで、落石実験は、落石運動を把握するために信頼性の高い方法であり、これまでの成果（高速道路調査会 1974 など）は、落石対策便覧などにまとめられ、落石防護施設設計の基礎資料となっている。しかし、研究の中心が道路分野であったために、露岩地などの裸地斜面での事例が主体で、観測の困難な森林斜面の資料はほとんど見当たらない。森林斜面については、旧林業試験場が北海道の林道のり面で行った事例があり、ヤマハンノキ林（斜面高 14m）の等価摩擦係数は、裸地、ササ地より大きく 0.63 であったことがわかっている（真島ら 1984）。

森林の落石緩衝効果は、抵抗体となる立木の効果とクッションとなる土壌の効果に分けられるが、これまでの落石実験では、①立木と土壌の効果が分離されていない、②立木・土壌の状況による効果の違いが判明していない。本研究では、このような現状を踏まえて、①立木伐採前後に落石実験を行い、両者の比較により立木と森林土壌の効果を分離すること、②複数の斜面で落石実験を行い、森林の状況による効果の違いを把握することとした。昨年度は、平成 15 年 12 月に群馬県松井田町細野地区の伐採跡地において、予備的に実施した落石実験について報告した。同実験では、等価摩擦係数の平均が 0.67～0.81 の範囲であり、森林土壌等の緩衝効果が高いことが判明した。今回は、平成 16 年に森林内で行った落石実験について報告する。なお、本年、実験した箇所を伐採して、再度、落石実験を行う予定である。

3. 実験の方法

落石実験は、平成 16 年 12 月 13～15 日に、群馬県松井田町坂本霧積山国有林に位置する 50 年生のスギ林で実施した（標高 800m）。実施した斜面は、高さ 33.1m、平均傾斜 40 度で、スギ林に一部広葉樹が侵入している林である（立木密度 2520 本/ha）、上端が車道、下端が沢（作業道有）となっている。斜面の森林土壌は、火山灰に由来する黒色土で、厚さは、60～80cm である。

この斜面を直高 8m 程度の間隔に、4 つの区間に分割し、上端の作業道から、109 回に渡って落石を落下させ、通過時間を計測した。また、斜面の上部、側面をビデオカメラで、中央付近を高速度カメラで撮影した。使用した落石は、角ばった自然石で、平均径 30～60cm、質量 27～266kg である。

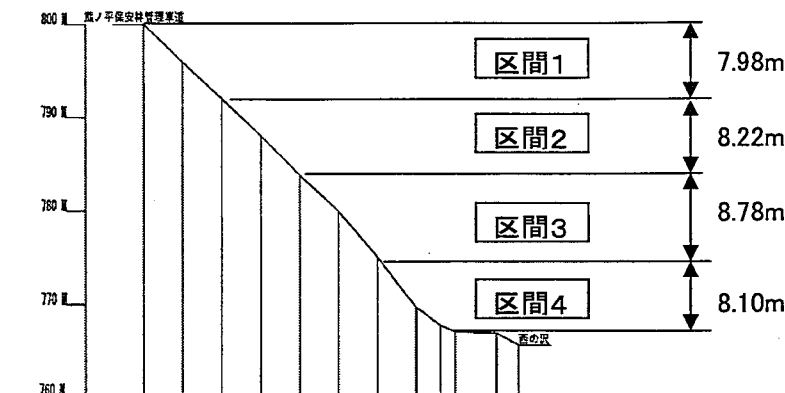


図-1 落石実験箇所の縦断面図

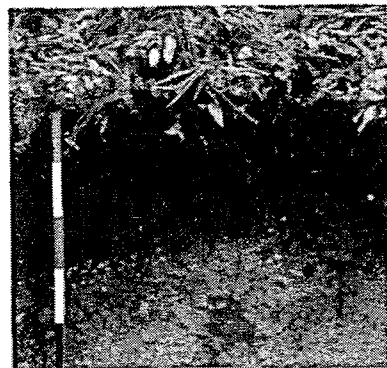


写真-1 森林土壌の断面

4. 実験の結果

落石実験の結果は、次のとおりである。

4.1 落石の立木への衝突と捕捉

109 例のうち、立木に当たらないで落下したのはわずかに 2 例で、それ以外は複数回、立木に衝突した。また、38%に当たる 41 例で立木に落石が衝突停止して捕捉された(土壌へのめり込みも発生)。

立木における落石が衝突した痕跡を調べると、落石が通過した箇所(最大幅 18m)にある立木のほとんどの痕跡が生じており、その高さは、0.25~1.5m(平均 0.6m)であった。落石の跳躍高も 2mを超えるものはほとんどなかった。

4.2 落石の運動形態

高速度カメラの解析、観察によると、ほとんどが回転運動・跳躍運動であり、地表への衝突の際にめり込みが起こっており、土壌の緩衝効果が働いていると考えられる。

4.3 落石の速度

立木に落石が捕捉されなかった 68 例について、区間ごとに平均速度を求めたところ、自由落下の速度との比である残存係数(α)は、0.04~0.55 であり、同じ高さを自由落下する速度 55%以下の速度であった。また、等価摩擦係数(μ)は、区間 1~3 では落下するに従って大きくなるが、区間 4 では区間 3 より少し小さな値となった。等価摩擦係数の平均値は、0.66~0.87 で、森林のない斜面の値をいずれも上回っている(落石対策便覧など)。等価摩擦係数は、速度を減少させる要因(岩質・土質、硬度、植生、凹凸など)を、斜面上の動摩擦係数に置き換えたものであるが、立木・森林土壌の緩衝効果が、等価摩擦係数に反映されたと判断される。

5. おわりに

森林内における落石実験の結果、立木・森林土壌の落石緩衝効果が高いことが判明した。また、意外にも、4 割近い確率で立木に落石が捕捉された。今後は、本実験の成果を精査するとともに、落石実験を積み重ねて、森林の落石緩衝効果を適正に評価し、合理的な落石防止対策手法の確立を目指したい。

最後に、この場を借りて、今回の落石実験を行うにあたりご協力をいただいた群馬森林管理署(杉山隆志署長)をはじめとする関東森林管理局の関係者各位に謝意を表する。



写真-2 林内を落下する落石



写真-3 立木に捕捉された落石

参考文献

- 1) 日本道路協会：落石対策便覧，丸善，2000
- 2) 高速道路調査会：落石防護施設の設置に関する調査研究報告書(日本道路公団委託)，1974
- 3) 真島征夫ら：崩壊斜面の落石防止，昭和 58 年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書，p135-207，林業試験場，1984
- 4) 櫻井正明ら：森林の持つ落石緩衝効果に関する実験的研究，平成 16 年度砂防学会研究発表概要集，p 452-453，2004