

樹林帯の崩土流下に対する減勢効果

建設省土木研究所 ○桜井 亘・南 哲行・小山内 信智
アジア航測株式会社 正野 光範

1. はじめに

樹木は、土砂移動に対して抵抗として働くため、崩壊土砂や土石流を捕捉し、林内に堆積させる。そこで、山腹から山麓にかけて樹林帯を整備することにより、市街地や集落への土砂流入を防ぐことが可能となる。現在、緑の保全を求める声の高まりを受け、このような緑を活用した面的な砂防事業の展開が求められている。しかし、樹林の土砂移動抑制効果の定量的な評価手法や必要な樹林規模の決定法は、確立されていない。そこで本研究は、山麓部から山腹斜面を対象として、樹林中の土砂の挙動を明らかにして樹林の抵抗モデルを作成し、計算により定量的な樹林の評価法や、必要な樹林規模を求める手法を確立するものである。平成9年度はモデル作成に先立ち、樹林が土砂移動へ与える影響を把握するため、現地調査を実施した。ここではその成果について述べる。

2. 調査内容

樹林内の土砂堆積が確認された7箇所の計26ブロックにおいて現地調査を実施した。この内、崩土堆積が4箇所、土石流による堆積が3箇所である。なお、崩土堆積箇所は、地震やその後の降雨による崩壊である。また、調査項目は以下のとおりであり、得られたデータは、樹林が土砂移動へ与える影響として整理した。

- ①樹林状態 樹林密度、樹間距離、樹種、樹高、胸高直径、損傷の状態
- ②堆積状態 堆積幅、堆積長、堆積厚、堆積土量、堆積形状、粒径、堆積勾配、流下距離

3. 調査結果

3. 1 樹林状態

各調査箇所とも、高木(6m以上)を有する樹林を形成している。樹林の状態は各箇所でも異なり、樹林密度で0.092~0.202本/m²、樹間距離で0.7~4.6m、平均胸高直径で12~30cmとなっている。また損傷木については、表皮の剥離や擦痕、また樹幹の傾きが全箇所でも確認された他、曲げによる折れ、根返りによる倒伏がみられた。曲げによる折れは、2m以上の巨礫を含む崩土堆積箇所、根返りによる倒伏は、数十cmの礫を含んだマトリックス分が主体の崩土堆積箇所に見られた。

3. 2 堆積状態

堆積幅は崩土、土石流でそれぞれ15~45m、65~110m、堆積長は30~40m、80~300m、堆積厚は0.3~2.0m、0.3~2.0m、堆積土量は270~3,600m³、490~19,000m³、最大粒径は44~232cm、20~98cmの範囲である。

3. 3 樹林が土砂の堆積に与えた影響

土砂の堆積状態のうち、堆積勾配、流下距離について、樹林の影響が見られた。堆積勾配については、崩土堆積箇所では、33~36°で堆積している。これを堆積勾配/地山勾配で表すと0.72~0.97となり、地山勾配より緩やかに堆積していることが分かる。これは、崩土先端が立木により流下を抑制された結果、その背後に緩やかに堆積した結果である。流下距離については、同一の調査箇所内では樹間距離の違いにより、最大13%の違いが見られた。

しかし、これ以外では樹林、地山、崩土等の条件が異なるため、明確な相関は得られなかった。

3. 4 樹林効果

調査箇所では、崩土・土石流の堆積末端において倒木の閉塞、立木への衝突による停止や堆積、堰上げなどの現象が確認され、これらは樹林効果の発現形態と言える。樹林による抵抗モデルを作成するためには、これらの効果の形態を分類し整理する必要がある。そこで、これらの堆積形状から効果形態の分類を行った。その結果、以下のように4形態に分類が可能となった。

- ①縦杭効果：立木に崩壊土砂礫が衝突し、減勢停止するもの
- ②ダム効果：根返りや折れた樹幹が立木間に閉塞し、立木等の支持を受けダム状に崩壊土砂を堰き止めたもの
- ③ネット効果：中小径木が複数に重なり、ネット状の面構造をなし、立木の支持を受け崩壊土砂を堰き止めたもの
- ④粗度効果：樹木群が粗度を高め、流速・掃流力を減少させ堆積を促進させるもの

これらは、樹木の胸高直径や樹間距離、崩土の粒径により、発現の形態が異なる(図1, 2)。

まずネット効果は、他の効果形態と比較すると、粒径、胸高直径とも小さな場合に見られる。これは、ネットを構成するためには、中小径木が複数重なり合うことが必要であり、また粒径が大きくなるとネットでは衝撃を吸収しきれず、破壊してしまうためである。さらに、樹間距離と90%粒径の関係で見ると、ネットを構成する倒木の長さの影響も受けるが、3m以上の樹間距離があるとネットの形成は困難になると考えられる。以上から、ネット効果は中小径木が多く見られる樹林で、樹間距離がある程度狭く、粒径が小さな場合に期待できる効果といえる。

次にダム効果であるが、大径木の流倒木を樹間に閉塞させ背後に土砂を堆積させることから、流倒木やそれを支持する立木には大きな荷重がかかる。そのため、十分な直径を有する樹木があることが条件となる。閉塞の仕方によっては4つの形態の中では最も効果が期待できると考えられ、今回の調査箇所の中には閉塞部の堆積高さが2m程度あり、背後に大量の土砂を堆積させている事例も見られた。樹間距離と粒径の関係で見ると、特に明確な関係は見られないが、倒木長の影響も受けるため、今後の調査が必要である。

縦杭効果は、90%粒径が1.5mを超える箇所が多く見られた。この程度の粒径になるとネット効果は期待できず、倒木による樹間の閉塞もないと縦杭効果のみで崩土の流下や礫の落下を抑制するためである。今回の調査では、捕捉された巨礫に他の礫が衝突し、減勢・停止する二次的な効果も見られた。また樹間距離には特に関係なく効果が見られる傾向にある。

粗度効果は、流下形態が土石流で斜面勾配が10°前後の箇所で見られた。既に掃流状態に近かったと考えられ、堆積物は細粒分が多く、90%粒径はネット効果と同程度の小さな範囲に分布している箇所が多い。また胸高直径、樹間距離と90%粒径の関係で見ると、比較的分布範囲は広いが、胸高直径で20cm以下、樹間距離で2.5m以下の範囲で多く見られる傾向にある。以上から、粗度効果は、土石流の堆積勾配以下で、他の形態と比べると樹間距離が近接し、樹木が密に成立している条件下において期待できる効果といえる。

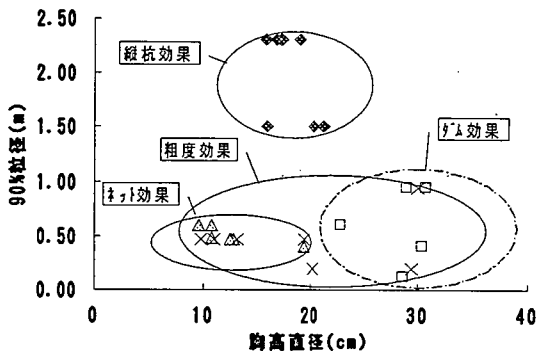


図-1 樹林効果と胸高直径-粒径の関係

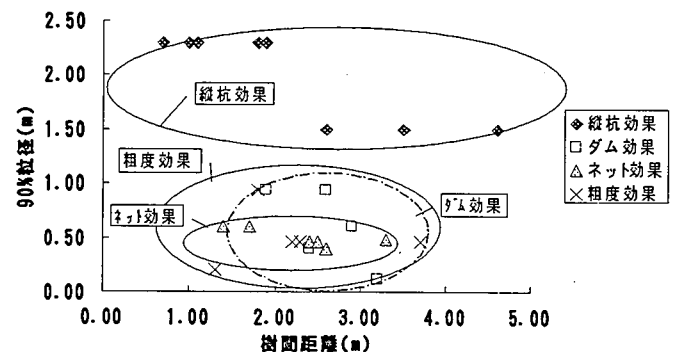


図-2 樹林効果と樹間距離-粒径の関係

4. まとめ

今回の現地調査により、我々が主観的に感じていた樹林の土砂移動抑制効果を、4形態に分類することができた。その結果、高木で径が大きな樹木でのみ効果を発揮すると考えていた崩土・土石流の流下に対する減勢効果が、中低木で径が小さな樹木でも確認することができた。そこで、高木林を形成すると、広い樹間距離が必要となることから、高木の樹間を中低木で補うことにより、高木で巨礫を、中低木で小さな礫やマトリックスを捕捉することにより有効に土砂の移動を抑制することが可能と思われる。また、倒木の閉塞を促進するような補助施設を設置すると、樹林帯の効果が大きくなることも考えられる。今後は、このような効果の形態と樹林中の土砂移動をモデル化し、効果的な樹林の設置手法を検討していく予定である。

参考文献

- 1) 小山内 信智・金子 正則(1997):鹿児島県において平成9年3月地震で発生した斜面崩壊現地調査報告(速報),新砂防 Vol.50, No.1
- 2) 真島 征夫(1996):地震による山地災害と森林-兵庫県南部地震による山地災害発生と森林の影響の事例的考察-,森林科学 No.17
- 3) 水山 高久ら(1989):樹林帯の抵抗特性と土砂堆積促進効果,新砂防 Vol.42, No.4