

豪雨が誘因となる岩屑なだれの崩土運動痕跡の研究

京都大学防災研究所 中屋志郎 諏訪 浩
高知大学理学部 佐々浩司 横山俊治

1. はじめに

徳島県を流れる那賀川流域の阿津江では、2004年10号台風豪雨で崩壊が起きて、崩土が斜面脚部の坂州木頭川になだれ込み、崩土移動経路上の樹木をなぎ倒した(Fig.1)。対岸では、樹木がなぎ倒された領域より上部にまで崩土運動の影響は及んでいて、その隣接域に残存する樹木には、倒木、樹幹の切断現象、樹木由来漂流物の巻き付き現象、樹皮の剥落現象、樹幹に礫が多数貫入するなどの、いわゆる“岩屑しびき”とも呼ばれる、崩土運動による多様な痕跡が認められた(Fig.2)。ここでは、これらの状態を計測して貫入礫の運動などを2次元的・3次元的に評価した結果について報告する。

2. 調査と解析

貫入礫が埋め込まれた位置の地表からの高さ、樹幹面の方位を計測した。さらに礫径3mm以上のものについては、礫貫入に伴う樹幹表面の削痕の方向と貫入礫周縁部にみられる樹幹の圧縮・変形の状態、および礫の貫入状態に基づいて礫打ち込みの際の運動方向を判別し、貫入方位角と貫入傾斜角を計測した。

$$\frac{1}{2}mU^2 = Sdl$$
$$\therefore U = \left(\frac{2Sdl}{m}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{2SV_i}{m}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \dots(1)$$

また、貫入礫が樹幹内を進行した距離 l (m)、礫の質量 m (kg)を計測し、Fig.3に示すモデルおよび式(1)に示すエネルギーと仕事の保存則により、樹幹に衝突する直前の礫の速度 U (m/s)を求めた(Fig.4)。式(1)において、 S は杉生木の樹幹硬度 6.0×10^6 (kg/m \cdot s 2)、 d は等価球とみなした礫の断面積(m 2)である。

以上の様にして得た礫の貫入位置と飛翔礫の3次元速度ベクトルをそれぞれ地形図と重ね合わせ、その分布状況と卓越方向を調べた(Fig.5, Fig.6)

3. 結果と考察

Fig.6より、斜面走向に沿って礫の貫入が集中する領域と疎らな領域とが交互に出現する状態が見てとれる。微地形により崩土運動が規制を受けつつ岩屑しびきが発生したことがうかがえる。貫入礫の運動方向は、崩土本体の運動方向に一致する方向を示すものが多いが、領域や領域においては、それとは整合しない方向からの飛翔も多く認められる。貫入礫の運動は、崩土本体の運動方向に比べて様々な方向へと散乱しており、これらは岩屑なだれの崩土本体の運動から飛び散る様に運動する岩屑、および崩土本体から離れて飛翔した岩屑の運動が降下に転じてもたらされたと推定される。Fig.4に示すように、貫入礫の多くは、対岸へのせり上げ高から推定される崩土本体の運動速度30m/sを上回る高速で運動していたことがわかった。崩土本体の運動方向とは異なる、斜面上方から下方へと飛翔した礫の中にも、崩土本体の運動方向に整合する方向から飛翔した礫と同程度かそれを上回るほどの高速で運動したものが認められる(Fig.5)。

4. まとめ

飛翔岩屑や岩屑しびき帯を形成して運動する物体の運動は、崩土本体の運動方向とは必ずしも調和的でない状態が生じることを、岩屑運動の方向や速度を定量的に評価することで明らかにした。

謝辞

徳島県那賀町木沢支所災害対策室より、土砂災害直後の航空レーザー測量による精密地形図等の提供を受けました。山尾深佳氏には現地調査を手伝って頂きました。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

松田・有山, 地震研究所彙報, Vol.60(1985), pp.281-316.

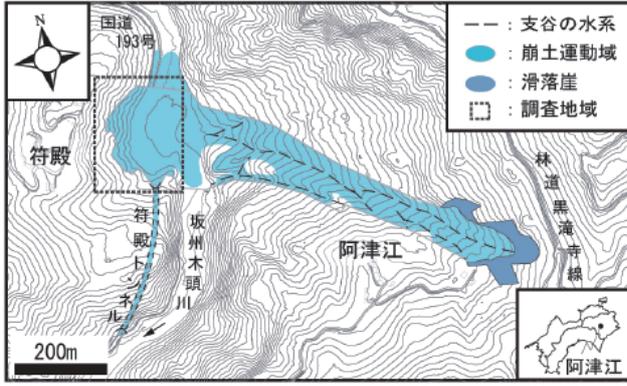


Fig.1 阿津江岩層なだれの崩土運動域

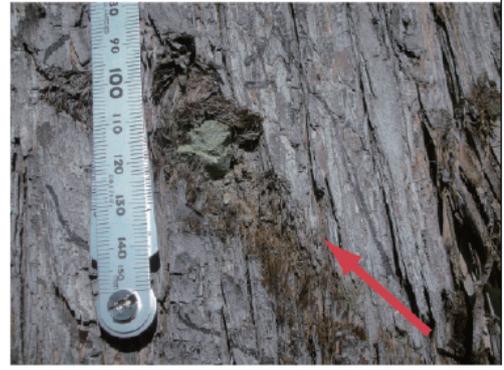


Fig.2 樹幹に貫入した緑色岩の中礫

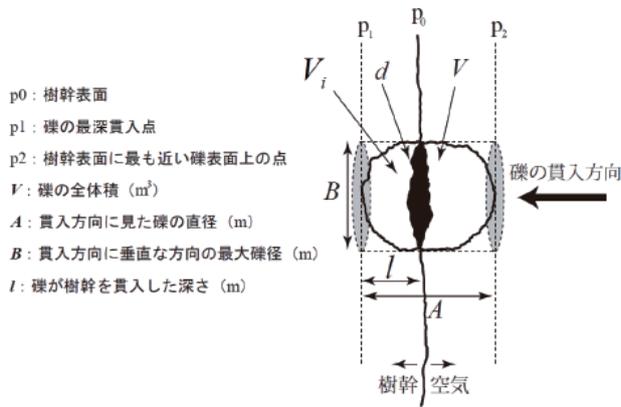


Fig.3 礫が樹幹に貫入する際の概念図

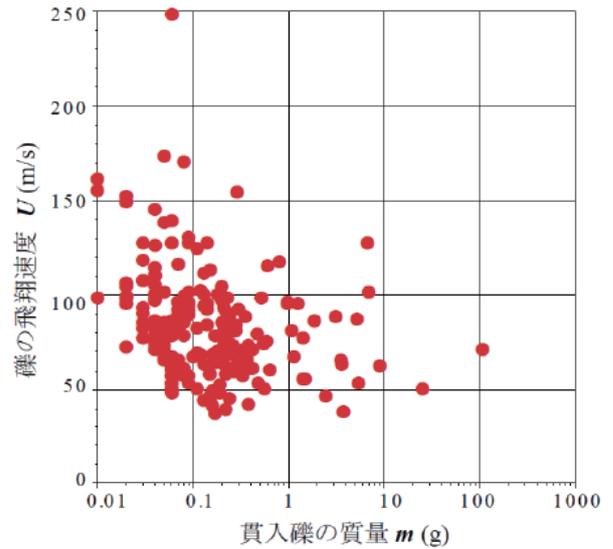


Fig.4 貫入礫の質量 m (g) と飛翔速度 U (m/s) の関係 (粒径が 3mm 以上のものについて示す)

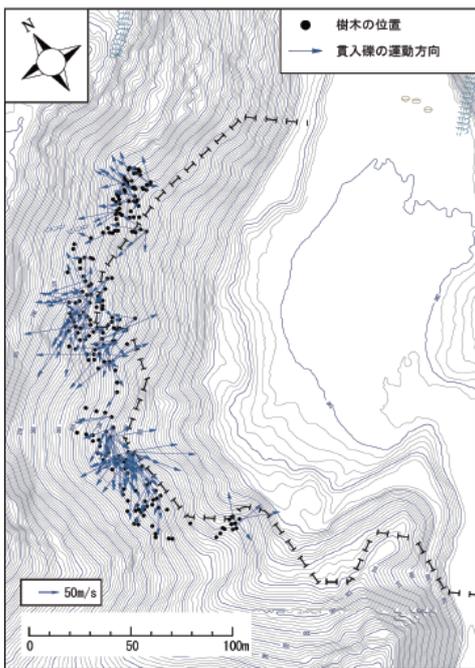


Fig.5 飛翔礫の速度ベクトル分布 (3次元速度ベクトルの水平成分)

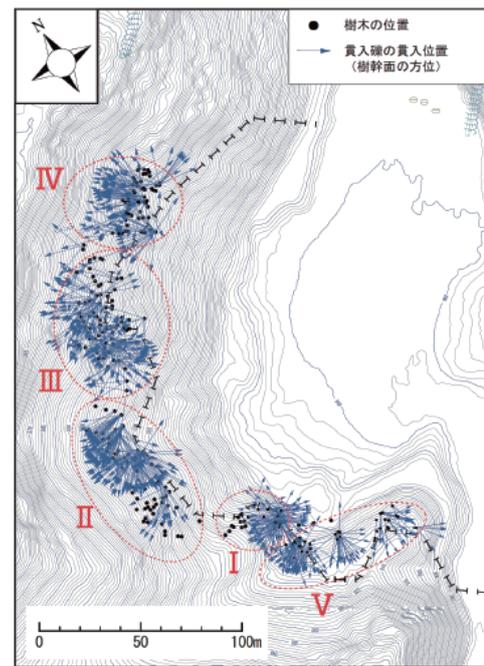


Fig.6 礫の樹幹への貫入位置が示す方向