

土石流の波状流下特性とそのメカニズム

諏訪 浩（東京大学空間情報科学研究センター・
立命館大学歴史都市防災研究所（客員））

2014年8月19日から20日にかけて、広島市で集中豪雨があった。このため、市街地に隣接する山地斜面で表層崩壊が多発し、谷筋75箇所ですり流が起きて、74名が犠牲になった。安佐南区八木地区の谷筋一箇所では、土石流が少なくとも3回流れ下り、被害が拡大した。安佐北区可部東地区では、土石流による遭難者を救助中の消防署員の一人が、救助した3歳の少年を抱えたまま、二波目の土石流に巻き込まれて犠牲となった。

土石流は繰り返して流れ下ることが多い。このため、これまで、土石流の被災地で災害対応中の方が犠牲になる事例が散見される。

水路実験では、土石流は一波しか起こすことが出来ないが、実際の土石流は、一波で終わることは少ない。複数回繰り返すことのほうが多い。

長野岐阜県境の焼岳に刻まれた侵食谷の一つ、上々堀沢の土石流観測現場でも、土石流は波状流下する。図に示す例では、15分間に土石流段波が9波流下している。そのうち、5波はちょうど1分間隔で流下していて、周期性が強い。

長江上流、雲南省を流れる蒋家溝という谷筋では、土石流が起き始めると、数時間にわたり段波が繰り返す。この地の土石流も周期性が強い。1～2分ないし数分間隔で通過する。段波の数は数百に達することが普通である。土石流の材料に占める粘土やシルトの含有率が大きく、かつ固体粒子濃度が著しく大きい。このため、流動中は粘っこく、静止時には塑性を呈す。

インダス川上流カラコルム山中のアア川では、気温が上昇する真夏に、土石流が数日にわたり繰り返して起こることがある。流下に周期性が見られ、発生頻度に日周変化も認められる。流域の上流、標高が4500 mより上部は氷河に覆われている。氷河からの融氷水の流出特性が土石流の発生流下を規制していると推定される。

これら土石流の発生流下特性とそのメカニズムは以下のようにまとめることができる。

1) 焼岳上々堀沢で起こる土石流波状流下のうち、周期性が認められるものは、急な斜面上の土石流に生じる流れの不安定性に起因する、と考えられる。周期性が低い、あるいは周期性が認められない段波の流下は、大きな降雨強度に同期して生ずるものである。

2) 蒋家溝で見られる土石流の波状流下は、土石流発生源付近で生じている、剪断強度を有する

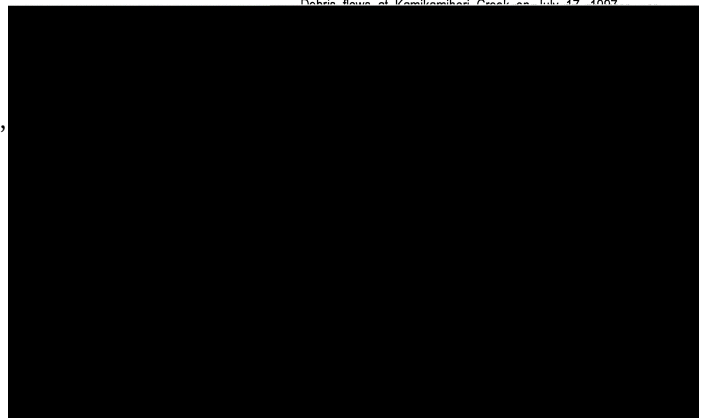
擬塑性体の間欠流動開始プロセスと、流動中に生じる流れの不安定性に起因する段波形成プロセスのどちらか、あるいは両方に起因している、と考えられる。擬塑性体の間欠流動開始は、谷底の高濃度スラリーの厚みが増大して、スラリーにかかる剪断力がスラリーの剪断強度を上回るときに生じる。

3) アア川の土石流は、気温上昇の著しい盛夏に、氷河の融氷が強まり、流出に不安定が生じて、流出水量が激増するときに対応して起こる、と推定する。周期性が認められるのは、そのような流出不安定に周期性があるためであろう。

4) 広島の2014年土石流災害現場では、溪流の上流に斜面崩壊箇所が複数認められるケースがあった。そのような場合には、段波流下に周期性は生じにくい。しかし、流れの不安定性が重なる場合には、流れ下るうちに副次的な段波が生まれ、それらには周期性が生じる、と考えられる。

現象は以上のように分析できる。しかし、土石流の被災現場では、土石流の発生流下は波状的に繰り返す性質があることに注意し、とにかく危険な場所からの避難を徹底する必要がある。救助・捜索活動については、二次災害を招来しないような配慮、すなわち、作業者の安全を確保するための態勢維持が必須である。

Debris flows at Kamikobori Creek on July 17, 1997



参考文献: Suwa, H. (2003) Repetition of debris flows on sunny days at a torrent in Karakorum, Proc. 3rd Inter. Conf. on Debris-Flow Hazards Mitigation, ed. by Rikkenmann & Wiczorek, Balkema, 1025-1035.