

四川大地震後の大規模土石流の特徴

情報防災技術株式会社 ○山田正雄
群馬大学大学院 蔡飛

1. はじめに

2008年5月12日に中国四川省でMs8.0の直下型大地震が発生し、表層崩壊、岩盤崩壊／崩落、地すべり等の膨大な数の山地災害が発生した。斜面に留まっている不安定な土塊や河床に堆積した崩壊土砂がその後降雨により再移動し、大規模土石流となって、下流に位置する集落を襲い、地震被災地ではさらに多大な人的被害を受けている。地震発生した同じ年の9月24日に北川県の曲山镇、擂鼓鎮で大規模土石流が死者400名以上、行方不明者1000名の甚大な被害を与えた。また2010年8月8日には甘肅省舟曲県の2溪流で溪流全体が土石流に見舞われ、死者1765名の甚大な人的被害が発生した。同年8月13日には綿遠河流域の绵竹市清平郷、岷江流域の汶川县映秀鎮、都江堰市龙池鎮の広範囲な流域一帯で大規模土石流が発生した。さらに、2013年7月11日には汶川县七盘沟で、甘肅省舟曲県で発生した土石流に匹敵する規模の土石流が発生した。绵竹市清平郷、汶川县七盘沟等の土石流は流出土砂量は多かったが、事前に住民が避難したため、人的被害は最小限に食い止められた。同年7月11日には地震被災地ではないが、雅安市石棉県の3溪流で上記地震被災地より規模の小さいものの、土石流の発生によって死者・行方不明者19名の人的被害を出した。

四川大地震後に各地で発生した土石流について、誘因である降雨と流出土砂量の関係に違いがみられるのでそれについて考察する。

2. 四川大地震後の土石流の降雨と流出土砂量

四川大地震後に発生した土石流の誘因である降雨の時間雨量と累積雨量の関係を図1に示す。曲山镇、清平郷、映秀鎮、龙池鎮の4箇所は最大時間雨量が30mm以上、累積雨量が150mm以上で土石流が発生している。そして清平郷では137mmの先行雨量があったことが記録されている。一方、舟曲県、七盘沟では、累積雨量がそれぞれ97mm、118mmで土石流が発生している。七盘沟では最大時間雨量が6.4mmではあるが、先行雨量が88mmあったことが記録されている。いずれにしても、最大時間雨量や累積雨量だけでなく、先行雨量との関係で雨量を評価する必要があるようである。次に降雨量（そのうち累積雨量）と流出土砂量の関係を図2に示す。龙池鎮の流出土砂量が清平郷、映秀鎮に比べて卓越しているが、V次谷を土石流が流下した清平郷、映秀鎮の土石流に対し龙池鎮では山腹崩壊後土石流となり谷幅の広い沖積河床を流下したことによるものと考えられ、流域面積に対する流出土砂量

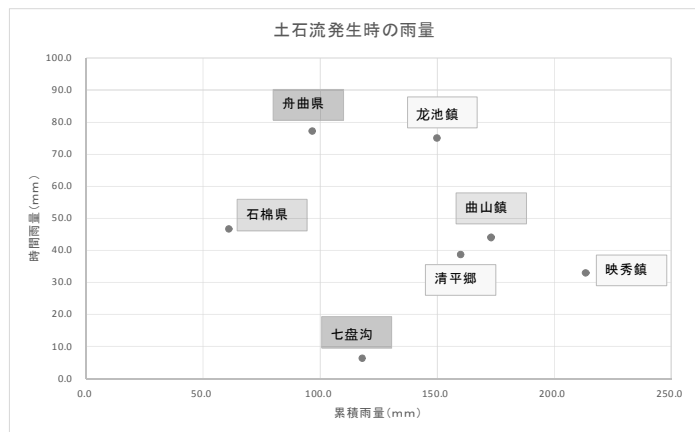


図1 土石流発生時の雨量

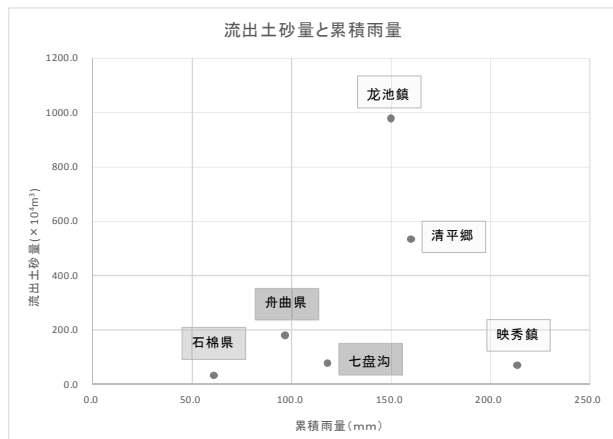


図2 流出土砂量と累積雨量との関係

でみると、清平郷では $39.3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{km}^2$ 、龍池鎮、映秀鎮ではそれぞれ 13.1、 $15.3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{km}^2$ となり、むしろ清平郷での土砂流出の方が著しかったことが伺われる。

3. 四川大地震後の土石流の特徴

四川大地震後の時期的な土石流の形態を、(1)地震直後の降雨による土石流、(2)地震1～2年後の豪雨による土石流、(3)地震後の豪雨により流域全体で発生した土石流、(4)四川大地震の被災地ではない箇所が発生した土石流に分けて考察する。

(1) 地震直後の降雨による土石流

地震により崩壊等が発生し斜面や河床に土砂が堆積した箇所や地震によりゆるみ不安定斜面となった箇所で、豪雨が 발생し、新たな崩壊から土石流が発生するタイプで、ガリの形成にも関係する。曲山鎮、擂鼓鎮干溪沟村、龍門山鎮謝家店がそれに該当する。一時的に堆積した土砂や地震で緩んだ地層のため、年に2、3回発生する程度の降雨で発生範囲がさほど小さくなくとも人的、物的被害は甚大なものとなる。大地震直後で発生場所や発生時期の予測が困難である。

(2) 地震1～2年後の豪雨による土石流

地震により崩壊が発生し斜面や河床に土砂が堆積した箇所や地震によりゆるみ不安定斜面で発生する点は同じであるが、数年に1回の規模の豪雨で発生し、とくに地震被害の著しかった北川—映秀断層沿いで大規模崩壊が発生した箇所に見られ、土石流は広範囲に及ぶ。土石流の発生条件として、最大時間雨量、累積雨量が関係し、両方ともに大きい場合に大規模土石流が発生する。清平郷、映秀鎮、龍池鎮がそれに該当する。

(3) 地震後の豪雨により流域全体で発生した土石流

数年に1回の規模の豪雨により、地震により崩壊が発生し斜面や河床に土砂が堆積した箇所や地震によりゆるみ不安定斜面で発生する点は同じであるが、北川—映秀断層から離れている位置であっても土石流が発生する。土石流の発生が流域全体に及ぶことから、堆積区内に集落がある場合甚大な被害となる。標高差が2000mを越え、V次溪谷の場合、多数の谷から土石流が集積し、谷の出口である堆積区では、被害が一層大きくなる。舟曲県、七盤沟がそれに該当する。（時間最大雨量が大きくなり継続時間が長いケースであっても）累積雨量が100mmを越えると、大規模土石流が発生する。

(4) 四川大地震の被災地ではない箇所が発生した土石流

石綿県は四川大地震の被災地ではないが、降雨継続時間が3時間程度と短い最大時間雨量が46.7mm（广元堡観測点）で発生した事例である。近年の地球温暖化による影響と考えられ、土石流発生条件に最大時間雨量が関係し、いわゆるゲリラ豪雨といえるものである。

参考文献

- ・ C. Tang, N. Rengers, Th. W. J. van Asch, Y. H. Yang, and G. F. Wang (2011) : Triggering conditions and depositional characteristics of a disastrous debris flow event in Zhouqu city, Gansu Province, northwestern China, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 11, pp2903-2912.
- ・ C. Tang, T. W. J. van Asch, M. Chang, G. Q. Chen, X. H. Zhao, X. C. Huang (2012) : Catastrophic debris flows on 13 August 2010 in the Qingping area, southwestern China : The combined effects of a strong earthquake and subsequent rainstorms, Geomorphology, 139-140 (2012), pp559-576.
- ・ 曾 超, 崔 鹏, 葛 永 刚, 张 建 强, 雷 雨, 严 炎 (2014) : 四川汶川七盘沟“7·11”泥石流破坏建筑物的特征与力模型, 地球科学与环境学报, Vol.36, No.2, June 2014, pp81-91.
- ・ Huayong Ni, Wanmo Zheng, Zhi Song, and Wei Xu (2014) : Catastrophic debris flows triggered by a 4 July 2013 rainfall in Shimian, SW China : formation mechanism, disaster characteristics and the lessons learned, Landslides, pp.