

P-10 台湾 921 集集地震で発生した大規模崩壊

静岡大学農学部 ○土屋 智
 (株) アイエステー 藤田壽雄
 京都大学大学院農学研究科 水山高久
 建設省土木研究所 山田 孝

1. はじめに

1999年9月21日(現地時間午前1時47分)、台湾南投縣集集市の東10km付近で発生した台湾集集地震(M7.3;台湾中央気象局)では、都市部における人家、公共建物などの倒壊、道路、橋梁といった土木構造物の破損のほか、山間地においては斜面崩壊や地すべりが多数発生した。例えば、南投縣と台中縣との県境域では、面積30~50km²にわたり表層崩壊で山頂部が禿げ山化した地域(九九峰)や、地震断層に近い台湾中部の山地では、地震による土砂災害の規模としては最大級に相当する崩壊土量10⁷~10⁸m³オーダーの大規模崩壊(九份二山崩壊、草嶺山崩壊)が発生した。ここでは、これらの大規模崩壊について土砂移動の実態を以下に紹介する。

2. 九份二山崩壊

震央から約10km北の九份二山系では、大規模崩壊が発生した(澀仔坑崩壊とも呼ばれる、図-1、写真-1)。崩壊斜面の大きさは幅約1100m、長さ約1200mで、堆積面のそれは幅約1000m、長さ約1000mの規模を有する。崩壊堆積土量は全体で約7600万m³(台湾水土保持局(1999)によれば、約9300万m³)、堆積深は深い場所で150m、平均で約50mに相当する規模である(水山ら、2000)。崩壊の深さは頭部の深い所で70~80m、下端では浅くなるが20~30m程度はある(水山ら、2000)。堆積地内には、崩壊斜面から落下した岩塊が幾つもみられ、とりわけ堆積が始まる標高700m付近には、3~5mの泥岩塊が多数散在していた。

この崩壊により図-1に示す2箇所に湛水湖が形成され、9月28日から10月7日の期間に上流の湛水湖は日平均0.5mの水位上昇、下流の湛水湖で約0.4mが観測されたが、その後12月中旬までの期間は日平均約0.1m程度までに低下している。2000年3月29日の段階では、未だ湖水はオーバーフローしていない。

崩壊地周辺の地質は、新第三紀・中新世の泥岩層と泥岩・砂岩の互層より構成される(台湾經濟部中央地質調査所、1999)。滑落面は、東向き傾斜約24~25度の一様な泥岩層理面(樟湖坑頁岩と呼ばれる、台湾經濟部中央地質調査所、1999)に形成されている。崩壊面に地下水の染みだし等が確認されないことから、地震動そのものにより恐らく急激な崩壊を起こしたと判断される。

3. 草嶺山崩壊

車籠埔断層の南端に位置する草嶺山では、九份二山崩壊の約1.5倍の規模で大規模崩壊が発生し、清水溪を堰き止めている。草嶺山の南斜面では1860年代から1979年までに地震や豪雨により3回の大規模な崩壊が発生し、その度に清水溪を堰き止め決壊した経緯がある。特に1951年5月18日の豪雨では塞止湖の決壊による土石流の発生で、137人が死亡する大災害が発生している(表-1)。

図-2は、縮尺1:50000の地形図上に今回の地震で発生し

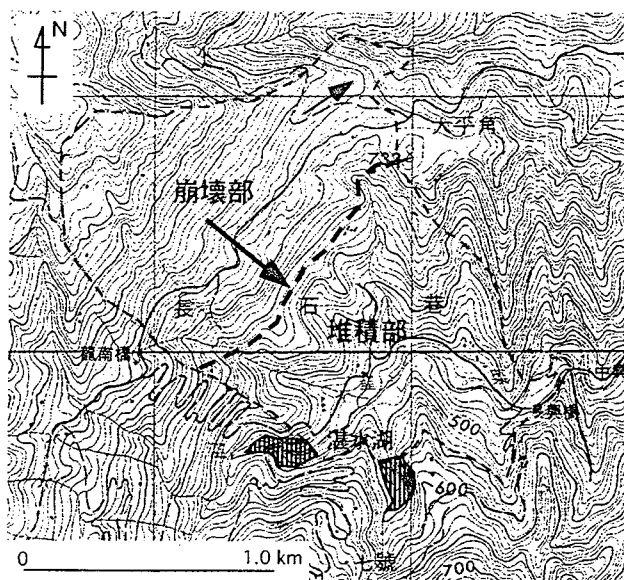


図-1 九份二山大規模崩壊地の平面図



写真-1 九份二山大規模崩壊地の崩壊部を見る(図-1に示す太平角から撮影、2000年3月29日)

表-1 草嶺山南斜面の崩壊履歴と湛水湖の形成・決壊状況(台湾經濟部水利處、1999)

崩壊発生年月日	原因	崩壊土量	湛水量	決壊年月日	被災者数
1862年6月6日	地震	不明	不明	1868年	不明
1941年12月17日	地震	不明			
1942年8月10日	豪雨	12000万m ³	15000万m ³	1951年5月18日	137人死亡
1979年8月15日	豪雨	500万m ³	4000万m ³	1979年8月24日	崩壊前避難
1999年9月21日	地震	12600万m ³	4600万m ³		

た草嶺山崩壊の崩壊・堆積範囲を示したものである。この大規模崩壊は、草嶺山（標高 1234m）からその左方向にある 1163m のピークとの山嶺部に始まり（図-2）、斜面傾斜沿って清水溪に流下し、ここを堰き止めたことがわかる。崩壊した斜面の大きさは幅約 2km、長さ約 1.5km で、堆積土砂のそれは幅約 1km、長さ約 3km と見積もれる。また、崩壊土砂の下流端は標高 400m まで流下し、清水溪を 100～150m の厚さで埋めたことがわかる。

図-3 には、崩壊前後の縦断地形図を示した。崩壊した地層は九份二山とほぼ同じ地質時代に形成された様な泥岩層（卓蘭層、台湾經濟部中央地質調査所、1999）である。今回崩壊した箇所は、1979 年の崩壊時に残存した草嶺山の南斜面で、崩落土砂の多くは清水溪左岸側の標高 500m から上位面に多く堆積したことがわかる。清水溪下流側に厚く堆積したことがわかる。清水溪を堰き止めた崩壊土砂の上流側には、大きな湛水湖が形成され、1999 年 10 月の段階で約 10 m³/s の流入が観測されていた（水山ら、2000）。その後湛水面の上昇は続き、12 月 21 日にオーバーフローを開始し、2000 年 2 月 13 日午後 6 時 40 分に堆積地の全てを流下した（經濟部第四河川局、陳局長談）。このため、堆積地内の中流部にもう一つの湛水湖（350 万 m³）が形成された。

現場では、越流入入箇所に現地石礫を護岸に用いた簡易水路が設置され、決壊したケースを想定してのハザードマップが作成されていた。また下流では浸食防止と土砂堆積のための石積砂防堰堤を建設中であった（写真-3）。越流水は、堆積土砂面を約 4km にわたり流下することや、堆積地内に新たな湛水湖が形成されたことを考慮すると、今後とも侵食防止対策や決壊の可能性の有無も含め十分な検討と対策が必要と思われる。

4. おわりに

ここに挙げた九份二山崩壊、草嶺崩壊とも大規模崩壊に区分されるもので、地震により上記のような広範囲で大規模な土砂移動が起こることを認識しておく必要がある。両大規模崩壊地の地形、地質的な特徴をまとめると次のようである。
 ①新第三紀から第四紀の固結が進んでいない砂岩、泥岩の互層地帯で発生したこと、
 ②3～5km 平方にわたりほぼ一様な単純斜面でしかも流れ盤で構成される地帯で発生したこと、
 ③過去に大規模な崩壊の発生履歴を有していたこと（草嶺）などがあげられる。

今回の現地調査に関しては、台湾行政院農業委員会林業處ならびに水土保持局、工業技術研究院能資興資源研究所の方々に現地案内や資料収集に関して大変お世話になりました。ここに記して厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 台湾行政院農業委員会水土保持局第二工程所（1999）：集集大地震災害報告，pp.5
- 台湾經濟部中央地質調査所（1999）：九二一地震地質調査報告，pp.102
- 台湾經濟部水利處（1999）：九二一震災草嶺崩壊地処理情形總報告，pp.65
- 水山高久・土屋 智・山田 孝（2000）：台湾 921 集集大地震と斜面災害の概要（速報），砂防学会誌，52(5)，p.41-45

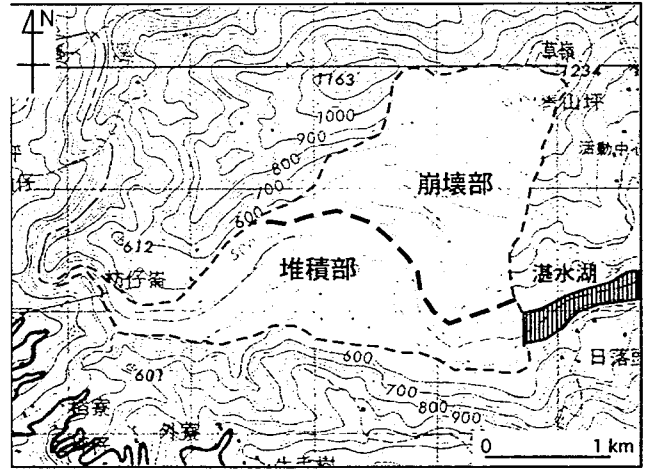


図-2 草嶺山大規模崩壊地の平面図

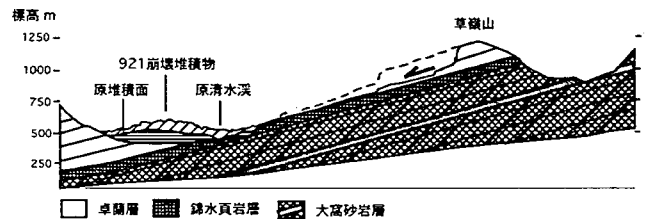


図-3 崩壊縦断形状と崩壊様式（經濟部中央地質調査所、1999 を改変）



写真-2 草嶺山と大規模崩壊斜面（2000 年 3 月 30 日撮影）



写真-3 堆積地末端部に建設中の石積砂防堰堤（2000 年 3 月 30 日撮影）