

# P35 1999年台湾地震後の土砂災害の推移と地形変化

鹿児島大学農学部 ○地頭 菌 隆・下川 悦郎・車 張 聖  
台湾工業技術研究院 王 文能

## 1 はじめに

1999年9月21日台湾で発生した集集大地震は台中縣・南投縣を中心に甚大な人的・物的被害をもたらした。この地震で山地では多数の斜面崩壊が発生し、多量の土砂が生産された。本震後も、斜面からの土砂の生産は余震や雨のたびに繰り返され、斜面の直下および谷の源頭部に不安定土砂が堆積している。これらの土砂は雨で侵食され土石流となって流出し、河道沿いの沖積錐に到達した後、さらに河川の作用で運搬され河床の上昇を招いた。こうした一連の土砂移動は山間部の集落に大きな土砂災害をもたらす一方、斜面から谷さらに河道に至る斜面・河川地形を大きく変化させている。ここでは、台湾中部の清水溪上流(図1)を例に、地震前、地震直後、さらにその後の大雨後の崩壊・土石流発生状況と地形変化について、現地調査および空中写真判読に基づいて検討する。

## 2 崩壊・土石流の発生状況

2000～2001年に2回現地調査を実施し、調査地(図1)の住民から土砂災害状況や地震前後の崩壊・土石流発生状況等に関して聞き取りを行った。調査流域においては、地震前は土石流が年に1回程度、梅雨時期の3、4月に発生していたようである。土石流は泥流タイプの場合が多く、含まれる土石は最大で1m程度であったという。しかし、溪流沿いには古い土石流堆積物が観察されることから、過去には規模の大きな土石流が発生したことがわかる(図2、図3)。

1999年の地震によって上流域では多数の崩壊が発生し、それに続く余震により崩壊は1週間程度続いた。その土砂は、後述するように、急斜面直下の崖錐斜面から最上流の谷底に厚く堆積した。住民の話によると、崩壊土砂は本流の標高1000～1100m付近まで達している。

この崩壊土砂は2000年4月頃から雨のたびに侵食され、土石流によって下流へ流出するようになった。土石流の発生には急斜面から集水した地上流が関与したと考えている。4月28日はこの年最初の大雨となり、調査地から南東方向約10km地点にある阿里山気象所では日降水量122mmを記録している。この雨によって、調査溪流では規模の大きな土石流が発生し、その流体中には直径3～5m程度の石塊が含まれていたそうである。住民の話では、2000年には20回以上の大小の土石流が発生している。

さらに、2001年には梅雨や台風の降雨によって10回程度の土石流が発生している。7月30日に台湾中部を直撃した桃芝台風時には阿里山気象所で日降水量715mmを記録した。さらに9月17日の娜莉台風時には同気象所で日降水量319mmを記録している。調査溪流では両台風の降雨によって土石流が発生し、多量の土砂が流下して清水溪の河床を上昇させ、災害を引き起こした(図5)。

## 3 溪流横断面の変化

図4は、調査溪流の標高970m(図1のA地点)における溪流横断面の時間的変化を模式的に示したものである。調査地の基盤地質は堆積岩であり、その上に複数回の土石流堆積物が堆積しており(図2)、溪流沿いには土石流段丘も観察される(図3)。聞き取り調査によると、地震前はA地点の溪流は幅30m程度、深さ10m程度であった(図4(a))。地震によって斜面崩壊が多発し、上流の溪流内に土砂が堆積した。これらの土砂は2000年の梅雨期から降雨に伴って流下し、中下流の溪流内に多量に堆積した。A地点は2000年4月28日の土石流で満砂の状態になった(図4(b))。その後8月からは侵食がはじまり、谷を埋めた土砂は下流へ流出した。2001年10月の現地調査では、A地点は幅30～35m程度、深さ20～25m程度、溪床幅15～18m程度と地震前より拡大し、土石流堆積物の下層の基盤岩まで侵食されている(図4(c))。

## 4 空中写真判読による崩壊地の分布

今回の調査で使用できた調査地の空中写真は1999年9月地震直後に撮影されたもののみであった。この空中写真を判読して地震直後の調査地上流域の崩壊地分布図を作成した(図1)。本流最上流域の谷頭斜面はほぼ全面にわたって崩壊しており、その崩壊土砂は標高1200～1500m付近の溪流に多量に堆積している。空中写真の精度の関係でひとつひとつの崩壊地境界を区別できないものがあり、正確な崩壊箇所数を求めることはできなかったが、調査流域には131箇所以上の崩壊地がある。地震による崩壊時には砂埃が発生したとみられ、崩壊が発生した周辺の森林は砂埃を被った様子が空中写真から読みとれる。

崩壊地分布図から崩壊地周囲の座標値をデジタルで読み取り、崩壊面積を算出した。調査流域内の崩壊面積の合計は1.35km<sup>2</sup>であり、崩壊面積を流域面積10.76km<sup>2</sup>で割った崩壊面積率は12.5%であった。崩壊深を1mと仮定すると1km<sup>2</sup>あたりの生産土砂量は約13万m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>となる。

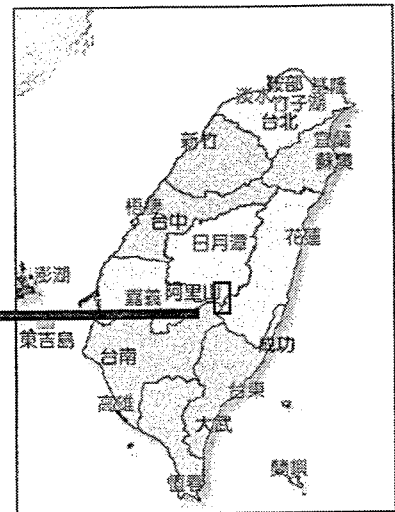
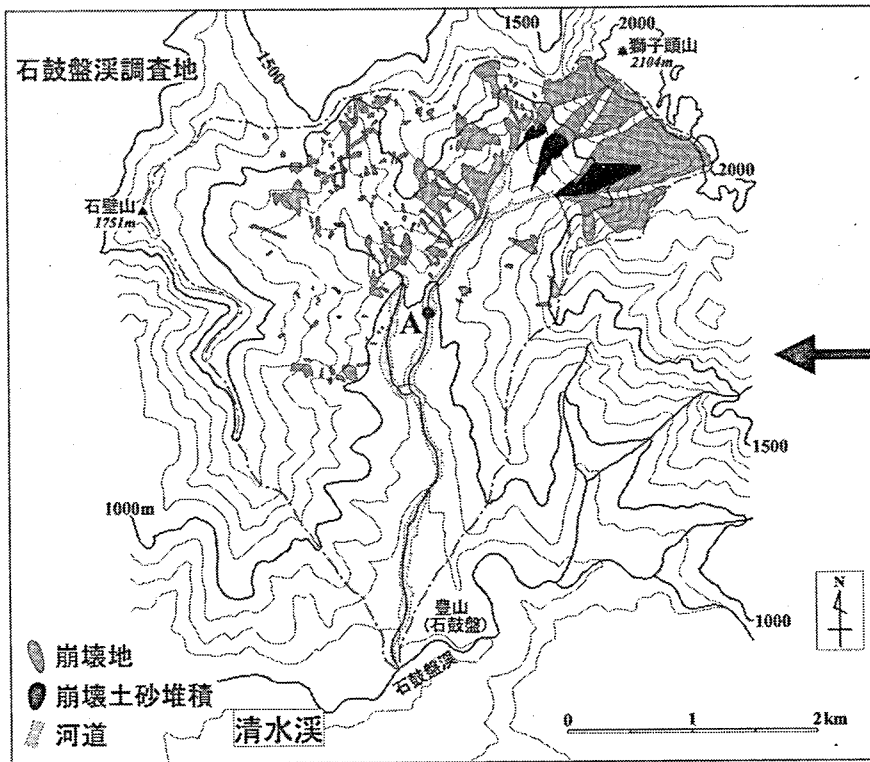
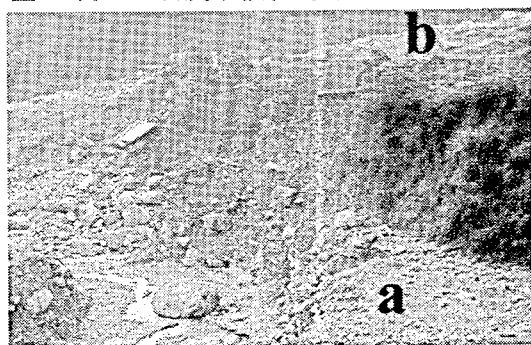


図1 調査地の位置と地形、1999年9月地震直後に撮影された空中写真判読による崩壊地分布図



図2 古い土石流堆積物(標高970m, 図1のA地点)



a: 低位段丘(新)  
b: 高位段丘(古)

図3 溪流沿いの土石流段丘(標高900m付近)

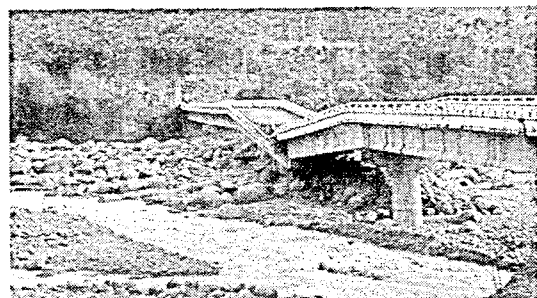


図5 河床の土石堆積と橋梁破壊(清水溪標高560m)

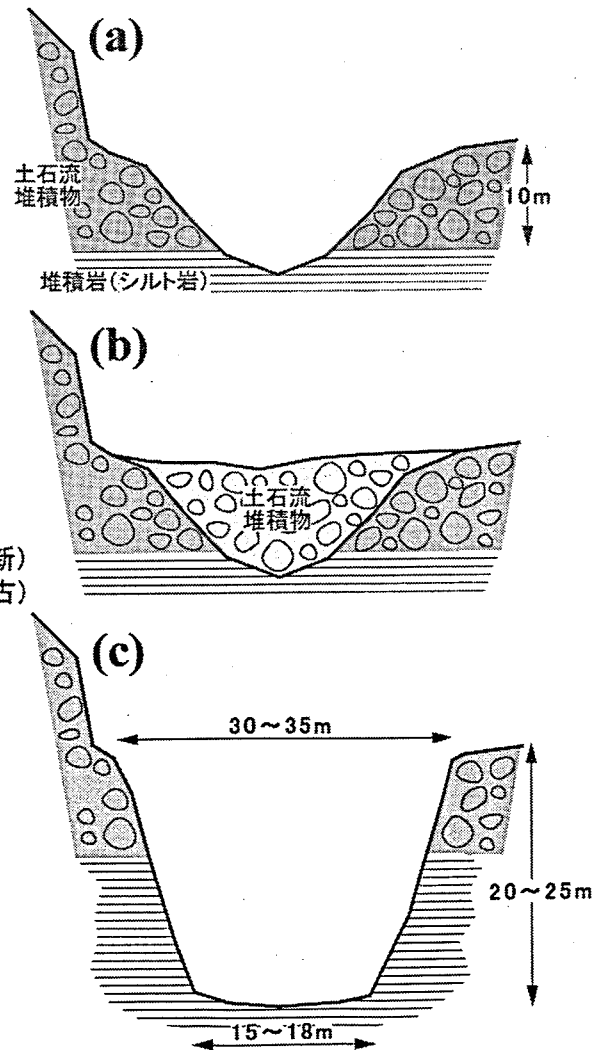


図4 溪流横断面の時間的变化(標高970m, 図1のA地点)