

パキスタン北部フンザ川を閉塞した大規模地すべりダム

新潟大学 災害・復興科学研究所
山形大学 地域教育文化学部

○丸井英明
八木浩司

1. はじめに

パキスタン北部を流れるフンザ川右岸のアッタバードにおいて、2010年1月初旬に幅1000m、比高1000m、斜面長1500mの規模で地すべりが発生し、約4000万立方mの移動土塊によりフンザ川の河道が閉塞された。そのため、上流側20km、1200haに亘って峡谷が水没した。移動土塊は長軸長が数mから10mに及ぶ巨礫を多く含む岩屑を主体とし、青灰色の細粒分をマトリックスとして含む混合物からなる。さらに、移動土塊から絞り出された細粒物質が地すべり堆積土塊上から泥流となって下流側あるいは部分的には上流側にも流下している。当該地すべりによる犠牲者は19名であり、全て泥流に巻き込まれたことによる。地すべりダムは大規模なものであるが、構成材料は巨礫主体としているため、決壊の可能性は低いと判断され、実際越流後も決壊には至っていない。フンザ川の河道に沿って、大規模な地すべり地形が随所に認められ、同様の地すべりダムの形成に起因する災害ポテンシャルの評価は焦眉の課題であると考えられる。今回のアッタバード地すべり地点に関する災害の4ヶ月前に撮影されたALOS/PRISM画像の実態判読の結果、谷壁斜面には前兆現象と見られる変位が認められた。ヒマラヤ山地などの高起伏地域において、河道閉塞を引き起こす大規模地すべりの危険度評価のための衛星画像活用の可能性が示唆された。

2. 調査地域の地形・地質概要

調査地域は、世界第二の高峰K2(8611m)を擁するカラコルム山脈の中核部をフンザ川が穿入して形成した横谷の出口に位置する。周辺域には海拔7000m級の主稜線が連なるのに対し、フンザ川の谷底高度は2300m前後であるため、谷壁斜面は極めて急峻であり、その平均傾斜は40度以上である。図-1に当該地域の地形概要を示す。当該地域は主カラコルム衝上断層(Main Karakoram Thrust: MKT)から北に35kmに位置する。MKTの上盤側には、先カンブリアの変堆積岩類、花崗岩起源の片麻岩、白亜紀のミグマタイト、ペグマタイト、アップライトを伴う花崗閃緑岩類が南から北に掛けて分布する。地すべりは主として花崗閃緑岩類分布域で発生している。写真-1にアッタバード地すべりの全容を示すと共に、図-2に同時すべりの地形・地質断面模式図を示す。岩盤中には節理系が発達し、その卓越走向は、北北東―南南西走向で、直行する東北東―西南西走向がこれに次ぐ。それらはいずれも高角度で、明瞭な開口系として対岸や空中からの観察でも認められた。

3. アッタバード地すべりの活動状況

地すべりの発生したアッタバード周辺(フンザ川右岸)の元地形は、海拔2340m程度の谷底から比高300m、平均傾斜55度の谷壁に氷河からもたらされた堆積物(fluvio-glacial deposits)によって数段の段丘が形成されたものと考えられる。最も高い位置にある段丘は海拔2880m付近まで分布している。それらの段丘が存在する谷壁中段部の平均傾斜は25度程度である。一方、フンザ川左岸側でも、40度以上の急な谷壁が連続している。当該地すべりから2.5km下流側のサルマナバードにおいて、1858年に左岸側で大規模な地すべりが発生し、移動土塊がフンザ川を閉塞し、地すべりダムが形成されたと報告されている。図-3にアッタバード地すべり発生以前の地形状況を示す。

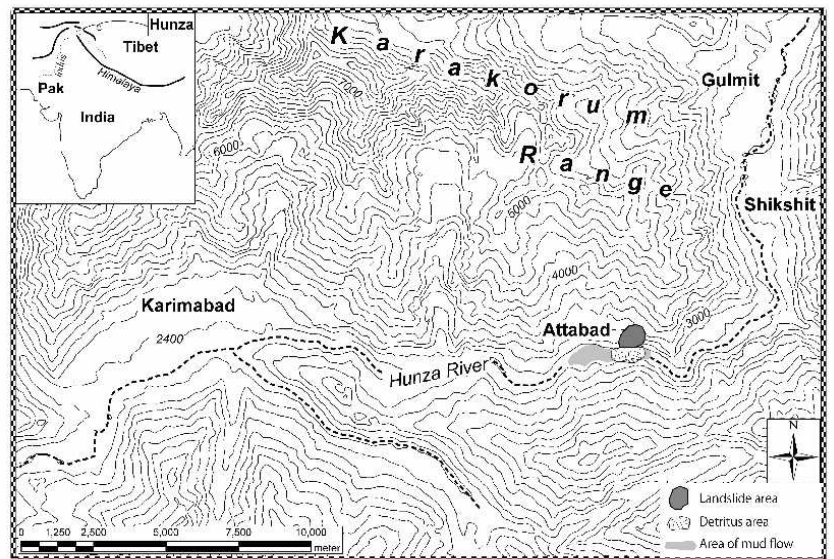


図-1 フンザ川周辺域の地形概要とアッタバード地すべり位置

聞き取り調査の結果から、アッタバード地すべりの発生に至る時間的経緯は以下のようにまとめられる。アッタバード村周辺では、1992年から1996年に掛けて雨季に段丘及び周辺斜面にクラックが認められるようになっていた。2002年に周辺地域で地震が発生し、その4ヵ月後の2003年2月以降、クラックの拡大が認められた。そのため、2003年以降調査が開始され、亀裂や段差地形の分布位置や拡大過程が観測されてきた。2005年のカシミール地震に際しても亀裂等の拡大が認められている。2007年以降は斜面変位が顕在化したため、監視が強化され、さらに2008年からはパキスタン地質調査所による調査も開始された。2009年には、地すべり変位の大きい段丘面上の16戸が変状の現れていない西側に続く段丘に避難した。

今回の大規模地すべりは、2010年1月2日に、地すべり域東端の崩落で始まった(図-3:A周辺)。続いて段丘を含む斜面中央部が滑落(図-3:B周辺)、さらに西側上部(図-3:C周辺)、最後に東側上部(図-3:D周辺)の岩盤が崩落した。その間の所要時間は10～15分であったとされる。猶、2009年9月撮影の衛星画像を用いた実体判読結果によれば、アッタバード周辺に段丘面には既に地すべり変位が現れていた。

地すべり土塊は、流路方向に1400m、幅方向に550mに亘って堆積し、幅250mの谷底を埋塞し、一部は対岸にまで乗り上げている。旧谷底から堆積土塊頂部までの比高は、左岸側で最大193m、鞍部で124mに達している。



写真-1 アッタバード地すべりの全容

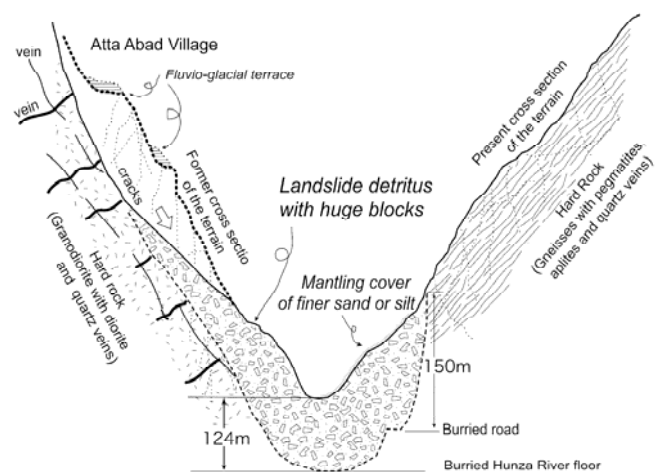


図-2 アッタバード地すべりの地形・地質断面模式図

4. 地すべりダムとの安定性と今後の課題

今回形成された地すべりダムの規模は、最大水深120mで、貯水量は5億トンと推定されている。当初心配されたダムの決壊は越流後も生じていない。ダムの容積が4000万立方mと極めて大きく、狭い谷を埋塞したために流路方向のダム長が約800mに及び結果的に排水路が緩傾斜となったこと、構成材料が数m規模の巨礫主体で安定な構造が形成されたことによると考えられる。しかしながら、フンザ川に沿って大規模地すべりの危険性が高い斜面は多数存在し、中には細粒分主体の地すべりダムが形成される可能性もあり、構成材料の特性を十分に考慮した判断が必要となる。

参考文献

Ali Khan, et.al. (2000): Geological road log along the Karakoram highway, Geological Survey of Pakistan.

Hussain, S. H., et.al. (2010): Post disaster threats in Atta Abad and adjacent areas, Hunza Valley, Gilgit-Baltistan, Geological Survey of Pakistan

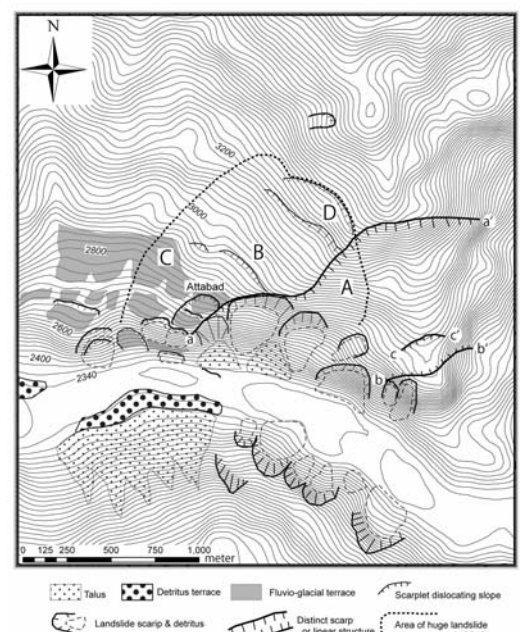


図-3 アッタバード地すべり発生前の地形状況