

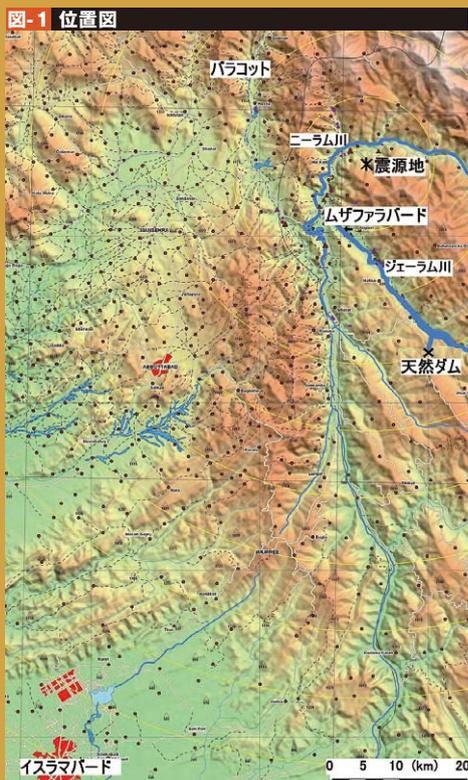


パキスタン 北部地震の 震後地盤変動 調査に参加して

近藤 浩一

こんどう こういち

(財) 砂防・地すべり技術センター 専務理事



1. はじめに

平成20年11月24日から12月1日までパキスタン北部カシミール地方の地震災害後の地盤変動調査団に参加する機会を得た。カシミール地方は2005年10月8日、マグニチュード7.6の大地震に見舞われ、死者7万人を超える激甚な被害を受けた。特に震源に近いカシミール地方の州都であるムザファラバード市の被害は甚大であった。山間地であるため斜面の崩壊や地すべりも多数発生し、被害を増大させた。また河川上流域に崩壊した土砂が多量に堆積しあるいは川を堰き止めて巨大な天然ダムを形成した。今回の調査は2008年度から東京大学生産技術研究所の小長井研究室が「地震後長期に継続する地形変化の科学的調査と復興戦略への反映」という研究テーマで3年間ほど調査研究されることになり、私は土砂災害対応の視点から復興戦略への反映に活かせるよう助言する目的で調査に参加した**図-1**。

パキスタン・イスラム共和国は、わが国の2倍強の国土面積79.6万km²に1億6千万人の人口を有する。北東部はカシミール地方に代表されるように山岳地帯で、カラコルム山脈、ヒンドークシ山脈、ヒマラヤ山脈の高峰が連なる。それらの山脈を水源としてインダス川が国土の中心を貫きながら南西方向に流下し、アラビア海沿岸部に至る。

1947年にイギリスから独立し、当時はインドを挟んで西と東に国土が離れていた。そして第3次印パ戦争の末、1971年に西が現在のパキスタンに東が Bangladesh に分離した。首都は最大都市であったカラチから1967年に現在のイスラマバードに遷都している。

2. 地震後調査

今回の現地調査はムザファラバードを拠点に周辺の地震で荒廃した山地河川の現況を把握し、地震後どのように地形や河床が変動し、下流へどのような影響を及ぼしているかなどを踏査とGPS測定などで把握するためであった。ムザファラバードから北西方向に活断層が走り、その線上にあるバラコットの市街地は地震の被害が甚大であった。さらに活断層はムザファラバードから南東方向にジェーラム川に沿って走っている。今回の地震ではこの活断層に沿って、1m以上の変動が90kmに及び、震央に近い所では6mほどの隆起量が測定されている。

ムザファラバード市街地**図-2**はジェーラム川の河岸段丘とその背後の山地斜面に形成されている。地震で背後の山腹が崩壊し、ドロマイトを含んだ脆弱な地質の斜面が白く剥き出しになった**写真-1,2,3**(次ページ)。



写真-1 ムザファラバード市街地背後の荒廃山地



写真-2 同上 荒廃山地水源部



写真-3 タリカバード川水源の荒廃状況

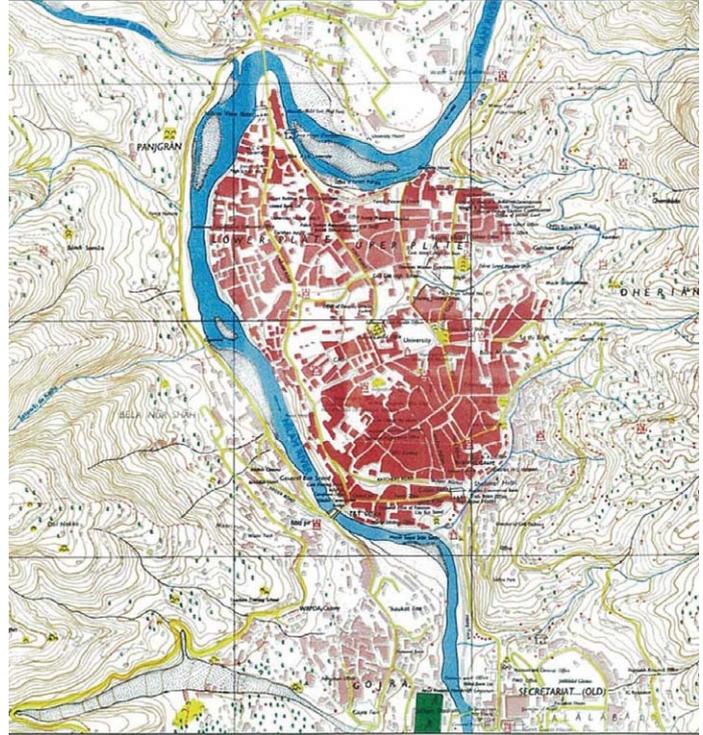


写真-4 土砂に埋まる家屋



写真-5 グルシャン川下流被災地から上流水源を見る

図-2 ムザファラバード市街地と荒廃河川・溪流



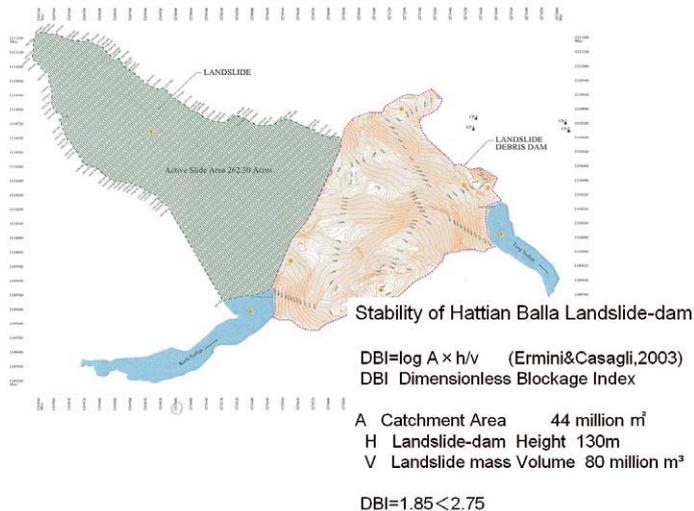
翌年からのモンスーン期降雨によって、山腹や溪床に溜まっていた土砂が土石流状態で溪流を下流し、度々溪流沿いの密集市街地を襲い大きな被害を惹き起こしている**写真-4,5**。

今回踏査したタリカバード川やグルシャン川は典型的な荒廃溪流であり、砂防計画調査を実施しそれに基づいた砂防施設を適切に配置すれば、流域面積も小さく土砂災害を容易に軽減できる。財源等が限られた状況のなかで、効果を速やかに発現させるには中下流部で土砂を捕捉する堰堤を設置し、居住地のなかには流末処理工を設置し出水を安全に本川まで導く。堰堤に溜まった土砂は除石し次期の土砂流出に備えるというような緊急対策が必要であろう。

今回限られた範囲しか見ることができなかったが、至るところ荒廃河川、溪流ですべて手付かずのままであり、**写真-6,7,8**今後の技術協力、それもソフト対応だけで終わらない支援が必要である。

地震で大規模な地すべりが発生し、河道を閉塞して天然ダムを形成している場所が、震後どのように地盤等が変動しているかの調査も行った。州都からジェーラム川沿いに35kmほど上流のハティアンバラという地区である。地すべりの規模は幅500m、長さ1,800m、移動土塊量8,000万 m^3 と推定されている**図-3**。震後1年7ヶ月ほど経って満水状態になり（推定湛水量6,200万 m^3 ）行った時は軍隊が緊急対策として開削した天然ダム上の排水路から静かに流れ落ちていた。調査団は天然ダムの地盤変動、排

図-3 ハティアンバラ平面図(地すべりと堰止湖)



水路の変動、浸透水の状況、水質調査などを行うため、GPS測定やサンプリングを実施した。現地はまさに「山が動いた」という感じで、前記の土塊量は日本初の大規模ロックフィルダムである御母衣ダム(堤高131m、堤体積795万m³)を高さこそろえて10体分合わせたような大規模な天然ダムである。堰き止め地点より上流の集水面積は50km²弱と小さく、洪水規模や堰き止め土塊規模から決壊に至るような可能性はきわめて低いと思われる。

土塊は砂岩、泥岩で1から2m以下の岩塊径に砕けて堆積し、とくに泥岩は外部に曝され乾燥湿潤の繰り返しで著しくスレーキングを起こしていた。湛水池からの浸透水や越流水等によって今後土塊がどのような影響を受け、どう沈下等の変動を生ずるかモニタリングしていく。

3. SABO 技術移転

今回の地震を起こした大断層の周辺域に、山崩れや地すべりなどの崩壊が集中して発生している。降雨、出水によって地震で不安定化している斜面が崩壊したり、一気に多量の土砂が押し出し土石流等の災害を今後繰り返す危険性が高い。震後の土砂災害を我が国も過去幾たびとなく経験し、昨今震後に起きる土砂災害を未然に防ぐあるいは軽減する砂防技術を発展させてきた。一瞬にして集落を破壊し、人命を奪う土砂災害に対する認識をもち、土砂災害に対する技術を取り入れていく環境づくりがまず第一歩だ。今回「TECHNICAL SEMINAR on EARTHQUAKE NATURAL DISASTER MITIGATION」を一日開催して、土砂災害の実態や防止技術の概要について紹介してきたが写真-9,10、いろんな機会を通じて技術移転や交流していくことが必要である。



写真-6 ムザファラバード周辺の荒廃河川・溪流



写真-7 活断層沿いの崩壊地



写真-8 ハティアンバラ天然ダム湖



写真-9 テクニカルセミナー



写真-10 テクニカルセミナー開催関係者と