

国際部・研究調査部合同2005年パキスタン地震による 斜面災害派遣調査団報告

八木浩司(山形大学), 丸井英明(新潟大学), 宮城豊彦(東北学院大学), 梅村順(日本大学),
内山庄一郎((独)防災科学技術研究所), 藤原智・佐藤浩(国土地理院)

2006年1月18・19日の二日間, パキスタン・イスラマバードのマリオットホテルを会場として, パキスタン石油資源省地質調査所主催による「2005年パキスタン地震の教訓と災害軽減」と題する国際会議が開催された。同会議には日本を含む10カ国から地震学, 変動地形学, テクトニクス, 測地学および地すべり学の専門家400名以上が参加した。日本からは, 筆者らの他に活断層関連で産業技術総合研究所, 広島工業大学, さらに地盤工学関連で東京大学から参加者があり, それぞれ重要な発表を行った。

コーランの朗吟で会議は開かれた(写真-1)。石油天然資源省地質調査所所長による開会宣言に続いて同省大臣からの挨拶があった。その内容は, 2005年パキスタン地震に伴う甚大な被害や被災地のその後の困難な状況を述べるものであった。そして災害救助・復興に立ち向かう国軍や地質調査所および関連省庁各機関の日々の奮闘に対する謝辞と賞賛を含み, さらに国際的な地震災害研究協力の必要性が求められた。

開会式に続いて, フランス・パリ大学タッポニア教授による基調講演が行われた。ま



写真1 会議開催を宣言するイスラム聖職者

ず南アジアからヒマラヤ・チベットに至る広大な地域のテクトニクスが解説された。そして2005年地震の震源断層の発生場が, インド亜大陸とユーラシア大陸の衝突の場が屈曲することで楔状に捻れ上がったハズラカシミール・シntaxクスに位置することなど, 南アジアのテクトニクスにおける位置づけが非常にわかりやすく紹介された。衛星画像による震災周辺地域のテクトニクスの解説や連続する三角末端面の写真は圧巻であった。さらにヒマラヤカラコルム縦断ルートでのGPS観測が開始されたことが述べられた。

テクニカル・セッションは, 当該地域のアクティブテクトニクスに関する発表で始まった。オレゴン州立大学・イェーツ教授からはパキスタン周辺における地震前後での応力変化など西部ヒマラヤ地域における地下構造, 発震機構に関する発表があった。特に広島工業大学・中田高教授による活断層分布に関する発表では, その分布が全土にわたることからパキスタンが今後とも地震災害を受ける可能性が強調され, 参加者やマスコミから高い関心を引いた。古地震関連の発表では, 産業総合研究所・活断層研究センターの佃栄吉博士, 栗田泰夫博士から日本における活断層研究の状況や, 地震予知に繋げる古地震・活断層研究が紹介された。パキスタンの研究者による発表では, 2005年パキスタン地震の発震機構解析に加えて, 本地域が, 従来地震活動の少ないことを根拠に地震ハザードマップハザードマップで低い評価を与えられていたことへの反省と再評価の必要性が指摘された。また, 都市域でのビル崩壊などから耐震基準の再検討も緊急の課題であ

ることが報告された。

二日目は、地盤災害把握と対策技術、地すべり災害評価、および衛星情報による災害把握と軽減と題するセッションが開かれた。ここでは、復旧・復興のための災害規模の推定、耐震性改善、地盤工学的側面、トルコにおける地震災害評価、2005年パキスタン地震に伴う大規模山体崩壊と地すべりダム形成、地すべり活動のGISおよびHTMLによる情報提供（本学会・内山庄一郎）、AHPによる地すべり地形評価法（本学会・宮城豊彦）、2004年新潟県中越に関する発表（本学会・丸井英明：写真-2、八木浩司）。および、衛星情報から地震前後の地形変形を明らかにした報告がなされた。とりわけ、国土地理院・藤原智博士の発表は、ENVISAT/SARデータを用いて地震前後の地盤高変化を算出し、最大6mの隆起が発生したこと、および隆起域が中田教授の指摘した活断層を境界として明瞭に現れることから、今回の地震が活断層の活動に伴って地表地震断層の出現を示唆するもので、参加者の注目を引くものであった。

会議の最後に、パキスタンの関係各研究機関から5名、ウィーン農科大学のシュナイダー博士、ケンブリッジ大学スペンサー博士らをパネラーとした討論が行われ、パキスタン側から西部ヒマラヤ地域における地震および、地すべりに関する国際的な共同研究の推進が提唱された。さらにシュナイダー博士からは、今年のモンスーン期の被災斜面におけ



写真2 丸井英明新潟大教授の発表

る地すべり活動の活発化が憂慮されることから、その対策法策定に向けて国際的な共同研究推進の必要性が指摘された。

20日・21日には、日本地すべり学会からの参加者5名、国土地理院からの参加者2名がパキスタン地質調査所のアクタール博士の案内で斜面災害の実態把握のため被災地域の現地調査を行った。被災地のムザファラバードはイスラマバードから北約135kmに位置している。途中大規模な地すべり箇所があり片側交互通行となる場所があったが、約4時間の行程であった。調査地域は、アザド・カシミールと呼ばれインドとの領有争いがまさに行われてきた場所である。本来ならば外国人の入行きは厳しく制限されてきた。ムザファラバードに近づくにつれ車窓から被災民のテントが目立つようになった。市街には倒壊した中層のビルや低層の民家が点在し、市街北側の山地斜面は、全面的に崩壊してハゲ山状になっている(写真3)。

今回の我々の主要目的地は、ムザファラバードからジュレム川沿いに東40kmのインドとの停戦ラインに近いハッティアン村に発生発生した山体の大規模崩壊性地すべりである。ここでは崩落物質が厚く川を閉塞し地すべりダムを形成した。しかし、結果的に目的地の5km手前のチッカールで道路が地すべりによって閉鎖され、徒歩での到達も時間的に厳しいことから翌日に再挑戦することで引き返した。なお、ジュレム川左岸からチッ



写真3 ムザファラバード市街北方の斜面崩壊



写真4 震源断層近隣の道路面の変状



写真5 チッカー村手前の畑地に表れた変形



写真6 震源断層沿いの斜面変形

カール村に至る車道は地震の震源断層直近の斜面を縫って延びていることから、この日の行程で最も著しい斜面変状が認められた(写真-4, 5, 6)。それらの中には地表地震断層が直接出現した可能性があるものも含まれている。

翌 21 日宿泊地のムレーから約 100km を引き返し、前日の断念地点で車を降り、徒歩でハッティアン地すべりに向かった。核心地域に近づくにつれ 2004 年新潟中越地震の被災地で見た光景がここでも表れてきた



写真7 ハッティアン村における家屋の倒壊



写真8 ハッティアン村に向かう林道の崩壊

(写真-7)。崩壊で途切れ途切れになった林道(写真-8)を約2時間歩いて、最後に亀裂だらけの段々畑を喘ぎ登ると、突然目の前が開け、滑落崖側部に到達した。山体は、北から南に向かって幅 500m、斜面長 2km 深さ 50m 以上にわたって大きく抜け落ちている(写真 9)。 10^7 立方m以上の崩落物質が二つの支谷の合流部を塞いだ結果、二つの地すべりダムが形成されている。シュナイダー博士の報告では、この山体崩壊性地すべりは初生すべりではなく、既存の地すべりが上方にも拡大して滑落したものであると推定されている。移動体の横断面は、底辺を地表面とする直角三角形の楔状で、斜長辺がすべり面、短辺が滑落崖の東側側面となっている。この地すべりは、すべり面が岩盤の層理面に平行であることから、片側側面を制約された層すべりである。滑落崖側部にはそれに平行して何列ものクラックや段差地形が発達し、冠頂部直下にはすべり残った大きな移動体が認められた。



写真9 ハッティアン村南方に発生した大規模地すべり性山体崩壊

地すべりをのぞき込みながら、地すべりダムの排水対策、すべり残りの移動体、およびハッティアン村周辺の斜面変状に対する危険度評価について参加者からの意見が述べられた。排水問題に関しては、会議で示された排水トンネル案よりも、埋塞土塊を掘削し開水路を設置する案の方が現実的ではないかとの意見が、丸井博士から述べられた。その理由は、活断層が走る山体は地質が脆弱でトンネル工法に適していないことと6月からのモンスーンを控え工期的に間に合わないことが挙げられた。また、ハッティアン村周辺ではこの大規模山体地すべりに近づくにつれ、斜面にクラック・段差地形が高密度で発達し、二次的な災害が予想されることから一部集落の移転までも考慮した対策が必要との意見が出された。こうした見解は、翌23日午前、パキスタン地質調査所で開かれたカウサール支所長とのミーティングで伝えられた。さらに、ハッティアン地すべり以外にも震源断層沿いの斜面の危険度評価に対して日本地すべり学会との共同研究が進められるべきであるとの合意を見た。

最後に、被災地からの帰途、ジュレム川沿いの狭窄部で道路脇斜面が崩壊し、ムザファラバード方向への通行が遮断されていた。その日の朝、日本では間違いなく通行止めにさ

れるだろうと話しながら恐る恐る通過した地点である。今回の崩壊は大規模で、夕暮れ間近でもあったことから、我々がイスラマバードに帰り着けるのは翌朝以降になろうかと心配された。このように被災地（写真10）では、災害復旧や援助物資輸送のための重要道でさえ、今なお斜面災害にさらされている。モンスーンを前にして被災地域における斜面災害評価を進めなければならないことを実感させる体験であった。なお、我々はパキスタン地質調査所側の気転で、山越えの代替ルートをとることで何とか夜中にイスラマバードに帰着できた。しかし既にホテルの予約は解約されていたので、地質調査所所長室のフロアに日本人7名が寝袋を広げて泊まることになった。時は既に午前1時を過ぎていた。



写真10 被災者用キャンプの上部に認められる斜面崩壊と斜面上部の亀裂