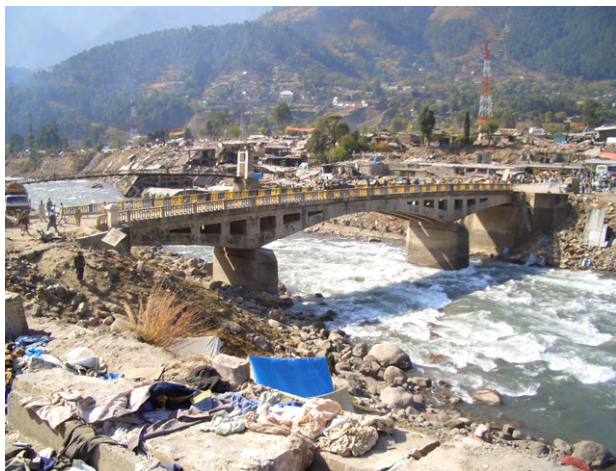


【バラコット続き】



バラコット市内の橋



橋の拡大 (南へ1mずれている)

【バタグラム】



病院倒壊の様子



病院倒壊の様子



村落崩壊の様子



石積み住宅

略語表

略語	英語	日本語
ACE	Association of Consulting Engineers (NGO)	コンサルタント協会
AJK	Azad Jammu and Kashmir	カシミール地方
AJKED	Electricity Department of Azad Kashmir	カシミール電力局
CDA	Capital Development Authority	首都地域開発局
DC	District Council	地域評議会
EAD	Economic Affairs Department	経済局
ERRA	Earthquake Reconstruction and Rehabilitation Association	地震復旧・復興協会
FHA	Frontier Highway Authority	国境道路局
FRC	Federal Relief Commission	連邦救済委員会
GSP	Geological Survey of Pakistan	パキスタン地質研究所
HRM	Hazard Risk Management	リスク管理
IAP	Institute of Architects of Pakistan (NGO)	パキスタン建築家協会
IESCO	Islamabad Electricity Supply Company	イスラマバード電力公社
LGRD	Local Government & Rural Department	農村振興局
LOC	Line of Control	カシミール停戦ライン
MC	Municipality Council	市町村評議会
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOHW	Ministry of Housing and Works	住宅省
NHA	National Highway Authority	道路局
NWFP	North West Frontier Province	北西辺境州
PEC	Pakistan Engineering Commission	パキスタン技術委員会
PESCO	Peshawar Electricity Supply Company	ペシャワール電力公社
PHIS	Pakistan Integrated Household Survey	パキスタン国勢調査
PMD	Pakistan Meteorological Department	気象庁
PWD	Public Works Department	公共事業局
SHYDO	Sarhad Hydro Development Organization	サーハッド水力発電開発機構
WAPDA	Water and Power Development Authority	水資源・電力開発局
W&S	District Works & Services Department	地方整備局

パキスタン国北部地震復旧・復興プロジェクト形成調査
報告書

目 次

序 文	
調査対象地域位置図	
現地写真	
略 語 表	
第1章 調査概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査の目的	2
1-3 調査団の構成及びスケジュール	2
1-4 団長所感	4
1-5 調査概要	6
第2章 調査結果	9
2-1 被害調査	9
2-2 地震被害状況	13
2-3 災害後の政府の対応	34
2-4 耐震基準と執行状況	36
第3章 復旧・復興のためのニーズ	38
3-1 全体ニーズ	38
3-2 都市復旧面から見たニーズ	40
3-3 政府の対応面から見たニーズ	42
3-4 社会面から見たニーズ	42
第4章 復旧・復興支援案の検討	44
4-1 基本的考え方	44
4-2 復旧・復興支援プロジェクト案	45
4-3 プロジェクトの計画・実施に際し留意すべき事項	59
第5章 WB、ADB 合同アセスメントの概要	61
別冊資料の説明	67
【付属資料】	
1. 現地調査メモ	73
2. 道路被災状況	79
3. ジーラムバレー道路被災位置図	85
4. 道路被災インベントリー	87
5. How to Install PP-band Meshes onto Houses	93

【別冊資料】

1. Pakistan 2005 Earthquake Early Recovery Framework (United Nations System)
2. Preliminary Damage and Needs Assessment (Asian Development Bank and World Bank)
3. 中山間地等の集落散在地域における地震防災対策に関する検討会 提言
4. Strength of Galvanized Wire-Mesh Wall Reinforcement (Aga Khan Foundation)
5. 災害時地域精神保健医療活動ガイドライン
6. 災害時を想定した外傷後ストレス障害の一時予防について

第 1 章 調査概要

1-1 調査の背景

2005 年 10 月 8 日午前 8 時 50 分ごろ（イスラマバード(Islamabad)時間）、北緯 34.4 度経緯 73.5 度（パキスタン北部、イスラマバード北方 95 km）、深さ 10 km の地点を震源とするマグニチュード 7.6 の地震が発生した。これにより、パキスタンからインドに渡る広範囲の地域において被害が発生し、パキスタンにおいては、北西辺境州(North West Frontier Province : NWFP)及びアーザード・ジャンムー・カシミール(Azad Jammu and Kashmir : AJK)において多大な被害を受け、10 月下旬の時点で、死者・行方不明者を合わせて 40,000 人を超え（11 月上旬の時点で、死者・行方不明者が 73,000 人、負傷者が 70,000 人と報告されている）、550 万人もの住民が避難生活を余儀なくされるほどの大きな被害となっていた。この災害に対して、パキスタン国政府は、10 月 10 日、軍及び文民からなる内閣府緊急援助局(Federal Relief Commission : FRC)を首相府内に設立し、緊急支援のニーズ把握、ドナー調整を行うこととしている。日本は緊急支援として、緊急援助隊の派遣（救助チーム、医療チーム 1 次隊、医療チーム 2 次隊、自衛隊）、2500 万円物資の供与を行い、これに加えて約 25 億円の緊急無償支援を実施することとした。また、各国、NGO なども救助隊の派遣、医療チームの派遣、テント・毛布・食料の支援などさまざまな緊急支援活動を行っている。

これら緊急支援により被災者の救助や医療サービス・物資の提供といった支援がなされたが、その後緊急対応段階から復旧・復興さらには開発段階に移行するに伴い、他国からの支援にも連続性のある対応が求められている。パキスタン国政府内にも、地震復旧・復興庁(Earthquake Reconstruction and Rehabilitation Association : ERRA)を設立し、復旧・復興のニーズの把握、ドナーの調整を行い、また FRC と連携し緊急支援から復旧・復興にスムーズに移行できるよう努力している。ドナー側も UN グループが 6 ヶ月を目途とする緊急支援のニーズの調査に加えて 1 年間の復旧・復興ニーズを調査するとともに、世銀、ADB を中心としたグループが全体的な復旧・復興のニーズアセスメントを行うといった動きがある。

わが国としても、緊急支援から復旧・復興支援といった連続性のある対応をするためには、被災の状況を調査し、復旧・復興に関するニーズを確認し、それに対する国家や地方自治体の対応状況や他ドナーの動向を把握した上で、可能な支援を検討する必要がある。

このような状況の下、緊急支援段階から復旧・復興段階への移行にともない必要となる支援ニーズを洗い出し、日本が実施可能な復旧・復興プロジェクトの形成を目的として調査団を派遣することとした。

1-2 調査の目的

- ① パキスタン国における地震災害の被災状況の把握
- ② 関係機関の状況の把握
- ③ 他ドナーの支援状況・意向の把握
- ④ 復旧・復興に対するニーズの把握
- ⑤ 支援の枠組み策定

1-3 調査団の構成及びスケジュール

調査団員リスト

#	氏名	担当	所属	期間
1	大井 英臣	総括／復旧・復興支援計画	JICA 地球環境部第3グループ 課題アドバイザー	Oct. 22 – Nov. 10
2	目黒 公郎	地震工学	東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター 教授	Oct. 22 – Nov. 1
3	犬飼 瑞郎	耐震診断	国土交通省 国土技術政策総合研究所 総合技術政策研究センター 評価システム研究室 室長	Oct. 22 – Nov. 4
4	楢府 龍雄	耐震設計	独立行政法人建築研究所 国際協力審議役	Oct. 22 – Nov. 4
5	三浦 知雄	被災地支援計画	内閣府 地震火山対策担当 企画官	Oct. 22 – Nov. 4
6	松元 秀亮	協力企画	JICA 地球環境部防災チーム	Oct. 22 – Nov. 6
7	小林 一郎	地域復旧・復興	株式会社パセツト 取締役	Oct. 22 – Nov. 15
8	内藤 久稔	インフラ被害調査	日本工営株式会社 道路・橋梁部	Oct. 22 – Nov. 21
9	中村 晃子	現地参加	アジア防災センター 研究員	Oct. 22 – Nov. 4
10	近藤 伸也	現地参加	人と防災未来センター 専任研究員	Oct. 22 – Nov. 1

調査日程

		協議・ミーティング	現地調査
1	10/22	成田 – バンコク、バンコク – カラチ	
2	10/23	カラチ – イスラマバード JICA 事務所にて打ち合わせ 在パキスタン日本大使との打ち合わせ 大使館、JBIC、JICA 打ち合わせ 各チーム内打ち合わせ	
3	10/24	EAD (Economic Affaires Department) 訪問 CDA (Capital Development Authority) 訪問 WB・ADB 合同アセスメント会議 HRM (Hazard Risk Management) チーム会議 大使館、JBIC、JICA 打ち合わせ	

4	10/25	PMD (Pakistan Meteorological Department)訪問 FRC (Federal Relief Commission)訪問 土木学会調査団との打ち合わせ Ministry of Environment 訪問 Sungi Foundation 訪問 協力隊員 OB との打ち合わせ 大使館、JBIC、JICA 打ち合わせ	<大井、目黒、内藤> AJK 現地調査 (Muzaffarabad, Garhi Dopatta, Hattian, Bagh, Rawalakot) (WB、ADB 合同アセスメンバーとして) <楢府、犬飼> CDA との Building Check
5	10/26	GSP (Geological Survey of Pakistan)訪問	<大井、目黒、内藤> NWFP 現地調査 (Gari Habibullah, Balakot, Batgram, Abbotabad, Green Villas, Mansera) (WB、ADB 合同アセスメンバーとして) <小林> AJK 現地調査 (WB、ADB 合同アセスメンバーとして) <三浦、中村、近藤> マンセラ調査 <犬飼、楢府> Building Check (UN ビル)
6	10/27	Ministry of Housing and Works 訪問	<大井、目黒、内藤、小林> NWFP 現地調査 (WB、ADB 合同アセスメンバーとして) <三浦、中村、近藤> バトグラム調査 <犬飼、楢府> Building Check
7	10/28	JICA 地球環境部とのテレビ会議 PEC (Pakistan Engineering Commission)訪問 Aga Khan Housing Programme 訪問 土木学会調査団の現地調査報告 調査団内打ち合わせ	<犬飼、楢府> Building Check (JBIC ビル)
8	10/29	Pakistan Red Crescent 訪問	
9	10/30	資料作成、整理	<目黒、松元>(山浦パキスタン事務所長同行) バトグラム 現地調査
10	10/31	GSP 訪問 Civil Defense Department 訪問 耐震補強工法についての説明会 団内打ち合わせ	<犬飼、楢府、三浦、内藤、中村、松元> (山浦パキスタン事務所長、近藤専門家同行) バラコット現地調査 ⇒目黒、近藤帰国
11	11/1	NWFP 訪問 大使館、JBIC、JICA 打ち合わせ	⇒目黒、近藤日本到着
12	11/2	テレビ会議 ERRA (Earthquake Rehabilitation and Reconstruction Association) 訪問 在パキスタン日本大使への報告	
13	11/3	世銀、ADB 合同アセスレポートについて打ち合わせ	⇒犬飼、楢府、三浦、中村帰国
14	11/4	資料作成	⇒犬飼、楢府、三浦、中村日本到着
15	11/5	資料作成	AJK 調査<大井> ⇒松元帰国
16	11/6		⇒松元日本到着
17	11/7		Alai 現地調査 (バトグラムキャンプ泊) <大井>
18	11/8		Alai 現地調査
19	11/9	タスク会議 (ラップアップ)	
20	11/10		⇒大井帰国 (パキスタン発、日本着)
21	11/11	追加調査	現地調査報告会 (於、外務省)
22	11/12	追加調査	⇒11月14日 小林離バ、15日小林日本着
~	~		⇒11月20日 内藤離バ、21日内藤日本着
30	11/20		
31	11/21		内藤日本着

1-4 団長所感

1-4-1 貧困地域での災害

被害のあった AJK や NWFP はパキスタンの中でも貧困地域である。人口の大半が危険な山腹斜面に粗末な家を建てて住み、出稼ぎからの送金*を頼りに細々とした自給農業で生活を営んでいる。女性が戸主の所帯が多く**外部との接触は少ない。

パキスタンに限らないが、このような遠隔の山間地域ではインフラの整備率は低い。このため、激震ではあったがインフラの被害が少なく、結果として被害の総額は余り大きくない。また両州の国全体の GDP に対するシェアが小さいことから国家経済に重大な影響を及ぼすほどでもない***。

被災地域では人口 5.7 百万人、88 %が山間部に住み、約 2.8 百万人が家を失った。特に AJK の被災した 3 つの Districts (Muzafarabad, Bagh, Poonch)では、家屋総数 244,979 戸のうち 204,000 戸(84 %)が被災するほどの激甚な災害であった。これから厳しい冬を迎え「第 2 の災害」の発生が危惧されている。

今回の震災は「インフラの少ない貧しい地域に被害が集中する」一つの例である。見かけ上の「被害額」だけでは被害の深刻さを表せない。

*: 例えば AJK では 68%の所帯が国内・国外から送金を受けている。

** : 例えば AJK では 20%の所帯が女性戸主である。

***: GDP 年への影響

震災前の年成長率予測(2004/2005) 6.5%、震災後の予測 6.1%、震災の影響 0.4%

1-4-2 難航する救援活動、急がれる道路復旧

救援活動が難航し長引いていることも今回の災害の特徴である。災害対応サイクルには救援、復旧、防災 (mitigation, preparedness)があり、一般に地震災害の場合は「救援」は短期間に終わり「復旧」に移行するが、今回は、救援活動が長引いており、被災状況すら不明な地域がまだ多く残されている。被災地は、もともとアクセスの悪い地域であるが、主要道路(国道、州道)が被災し、アクセスが一層困難になった。

バトグラム(Batgram)からアライ(Alai)に至る道路はようやく 10 月 23 日に開通、続いてジャーラム(Jhelum)道路も 10 月末開通したが、ニーラム(Neelum)道路はまだ開通の見通しは立っていない。開通といっても、道路は崩落土砂を暫定的に除去し、橋梁は徐行したり迂回したりで復旧されたわけではない。主要道路から奥地の被災地へのアクセス道路の復旧はさらに遅れている。

ヘリコプターやラバで救援物資を輸送しているが、ニーズに比べ輸送能力は余りにも少ない。政府や援助団体が建設したキャンプの収容能力も住宅を必要とする膨大な人数に比べれ

ばはるかに少なく、何よりも、被災者の大半が社会的条件等からキャンプに入ることを躊躇し被災地に残り困難な生活を送っている。

被災地での救援活動を促進し、さらにやがて本格的に開始される復旧・復興事業を円滑に実施するため、道路の復旧は優先度が高い。

1-4-3 住宅復旧と耐震化

今回の震災で多くの人命が失われた。地震災害の場合、「警報」や「避難」は不可能である。人命を救うには建物とりわけ住宅の耐震化が不可欠である。今回の地震ではエネルギーの放出量が少なく（約 20 %）、同一地域でマグニチュード 7.9 クラスの地震の再発が予想されている。したがって被災地の住宅の復旧には耐震技術の導入が必要である。

住宅耐震技術については、JICA としては「PP バンド工法」を推奨すべく、この工法を開発した東京大学目黒教授に調査団に参加していただき、パキスタン政府や援助機関の関係者に工法の説明をした。この工法の長所は、安価であること、材料の入手が容易であること、被災地の伝統的な建築構造や概観に変更がないこと、新築の場合のみでなく既設住宅の耐震化にも適用できることなどで、世界的に汎用性が高く特に途上国に適した工法である。

パキスタンではクエッタやカラチなどでも大地震の発生の可能性が高いといわれる。今回の被災地に続いて国内の他の地震危険地帯へも住宅の耐震化を広めることが望まれる。さらに、世界的にも中近東、アジア、中南米などの地震多発地帯に日干レンガや石積みなどで造られた地震に極めて弱い住宅構造が多い。1901 年～2005 年の間で 10 人以上の死者を出した地震では約 1,000 回で死者数の合計は約 198 万人である。住宅の耐震化により膨大な数の人命を救うことができる。

JICA のイニシアチブで広く途上国の住宅の耐震化を進めることは、「人間の安全保障」の観点からも極めて意義が大きい。

1-4-4 ニーズアセスメント、プロジェクト形成調査

災害後のニーズアセスメント、プロジェクト形成調査には多くの制約がある。期間が短いこと、被災地へのアクセスが困難であること、相手政府も十分協力し得る状況にないこと、JICA 調査団も現地の事情（被災地の特殊な社会状況、政府の行政能力等々）に必ずしも詳しくなくまた団員構成上カバーする分野にも限度があること、等である。

このような制約は当然であり、また調査の目的も詳細かつ具体的なプロジェクト形成ではないにしても、調査団に対する期待は大きく、その任務は重大である。今回の調査はこのような制約条件が顕著に現れたケースであったように思う。何よりも、種々の事由で主たる被

災地である山間部に入ることができず、間接的に得た情報に基づきプロジェクトを考えなければならなかった。山間部の被災地の惨状と被災者の困苦を現地で見聞きできなかったことが心残りである。

このような状況ではあったが、現地タスクチームの協力といろいろな機関との連携により多くの情報を得ることができた。調査団に同行した「アジア防災センター」、「人と防災未来センター」、地震発生後いち早く活動を開始していた学会（大学・土木学会・建築学会・国境なき技師団等）などである。

また、ADB/WB アセスメント調査団に加わることができたことは幸いであった。ADB/WB 調査は具体的な案件を提案するものではないが、災害及びニーズの全貌を知る上で有益であったし、報告書にもあるように復旧・復興の考え方にも多くの示唆があった。パキスタン側も行政機能がほぼ壊滅状態であったにもかかわらず最大限の対応をしてくれた。JICA 調査団の団員はそれぞれの専門分野で ADB/WB 調査団に加わり調査に貢献したが、それ以上に得ることが多かった。「ADB/WB 報告書全文」を「別冊資料」に加えた。

1-5 調査概要

1-5-1 現地調査について

被災地域は市街地の密集地から山間地にいたるまで広範囲にわたっており、また、地震によって発生した地すべりで道路が被災し、各地域へのアクセスは非常に困難であった。調査団の一部メンバーは、世界銀行、ADB の行うドナー合同のニーズアセスメントに参加し、合同チームとともに現地調査を行った。上述のように、今回の被災地域が広範囲かつアクセス困難な地域であったため、合同チームでの調査はヘリコプターを利用した調査であったが、各地点において1時間足らずという非常に限られた中での調査であった。合同チームに参加しないメンバーは、車両、自衛隊ヘリコプターを利用した現地調査を行ったが、合同チーム同様、各地域までの時間を非常に要したことから、こちらも十分な時間を現地調査に割くことはできなかった。

このため、現地調査のみでは不足する分野・地域については、合同アセスメントの調査結果を可能な限り活用し、またその他の調査団からの情報収集にも努めることにした。

なお、パキスタン国に別途派遣されていた、無償資金協力部からの調査団（パキスタン北部地震復旧・復興ニーズ・アセスメント調査）とも現地において情報共有や意見交換を行い、日本からの支援として足並みを揃え、また効率的に実施していけるよう連携を図っていった。

1-5-2 調査地域

被災地域は大きく、NWFP と AJK に分けられるが、NWFP では、ガリーハビブッラー(Gari Habibullah)、バラコット(Balakot)、バトグラム(Batgram)、アボタバード(Abbotabad)、グリーンヴィラス(Green Villas)、マンセラ(Mansera) の調査を行い、AJK においては、合同チームへの参加により、ムザファラバード(Muzaffarabad)、ガーリードゥパッター(Garhi Dopatta)、ハティヤーン(Hattian)、バーク(Bagh)、ラワラコット(Rawalakot) の現地調査を行った。主な地域の被災状況は以下のとおり。

NWFP

バラコットは、市街地の建物がほとんど全壊という状況で、今回の被災地の中でもっとも悲惨な状況であるといえる。バラコットから北に向かう道路につながる橋梁は、現在利用しているものの、上部工全体が1 m 南部にずれており、危険な状態である。地震そのものによる被害だけでなく、地すべりによって、道路、住宅が破壊されている。

バトグラムは、緊急援助隊の救助チーム、医療チームが活動を行った地域で、また自衛隊による物資輸送も実施している地域である。市街地内の建物は市内で一番大きな病院が倒壊している。市街地内の他の建物の被災状況はまばらであり、町の機能が失われているという事態には至っていない。中心地から外(車で5分程度)では、住居がほとんど全壊している集落もあり、地区によっては壊滅的な被害を受けている。また、バトグラムから北アライに向けての道路は地すべりにより被災し危険な状況であるので、車での移動は難しい。

マンセラは、住宅が倒壊するなどの被害はまばらである。建設して6ヶ月の病院が利用できなくなったり、いくつかの小学校が利用できなくなったりするなど、公共の建物の被害がでている。しかしながら、町としての機能はほとんど失われていない。

AJK

ムザファラバードは事前の情報では壊滅的な被害を受けているということであったが、電気、電話は災害後3週間が経過しほとんど回復しており、また被災地区もまばらに存在する。特に市の南側は建物の倒壊も少なく、北に向かうほど被害が大きくなる状況である。ムザファラバードにおいても、地震による倒壊だけでなく、地すべりによる被害を受けている。

1-5-3 被害の特徴

今回の地震では、建物の被害、特に住宅及び公共建築物の被害が目立った。住宅が被災すると、構造が組積構造であるため、倒壊後の生存空間がなくなり、非常に多数の死者を出す結果になった。加えて、壁材として使用しているレンガ、ブロック、石が落下してくるため、

骨折や頭部を激しく打ったための障害者が多く発生していると言われている。公共建物についてはバトグラムの中心の病院が崩れているが、その周りの商店が崩れていなかったり、マンセラにおいて、建築後6ヶ月の病院が利用できなくなっていたりすることから、そのような傾向がうかがえる。

また、地震による地すべりの発生は今回の被害の特徴でもある。地すべりが多くの箇所が発生し、特に道路への被害が甚大となった。アクセス道路が寸断され、さらには被災地域が四国の1.5倍程度の面積ということで非常に広範囲に亘っていることから、被災者への支援も遅れており、特に山間地については、11月初旬現在でも寸断された状態で、その被害状況は未だに把握できていない。

第 2 章 調査結果

2-1 被害調査

2-1-1 地震動

2005 年 10 月 8 日 8 時 50 分 (パキスタン標準時間) にマグニチュード 7.6 の地震が起こった。震源はイスラマバードから北北東へ約 90 km の地点で北緯 34.493、東経 73.629 で震源の深さは 26 km と報告されている¹。震源地の付近には AJK 州の州都であるムザファラバード市がある。

震源の位置は以下のとおりである。



出所: Pakistan Earthquake Seismic events map Reference Number X-26, Created on 14 Oct, 2005 by MapAction (www.mapaction.org)

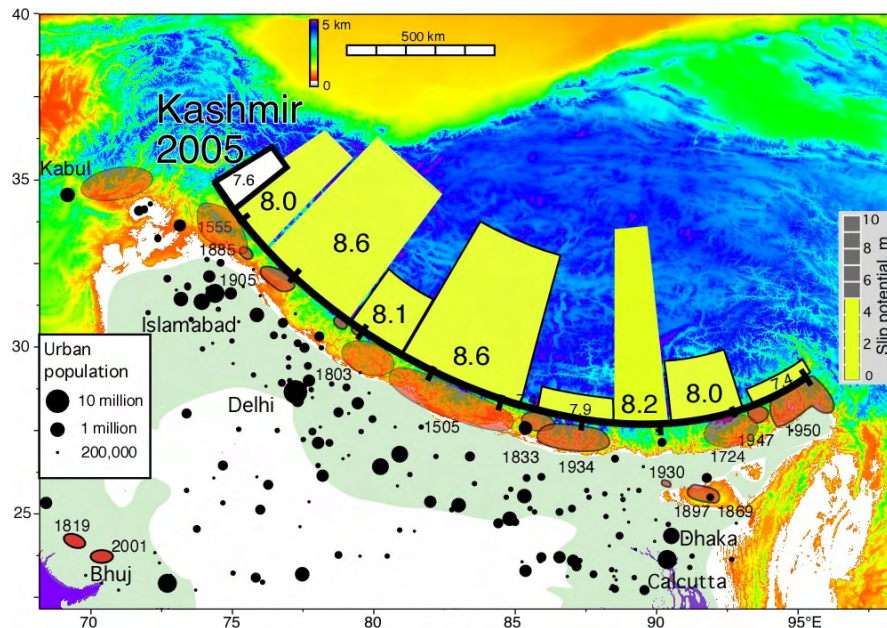
図 2.1.1 震源位置

今回の地震があった地点は、北のユーラシアプレートに南からインド・オーストラリアプレートがぶつかっている地域で、インド・オーストラリアプレートの最先端部に当たっている。この地域は「ヒマラヤ前縁断層」があり、歴史的に見ても大規模な地震が発生している。例えば、1905 年インド北西部地震 M8 規模、1935 年アフガンボーダー近くで起きたクエッタ地震 M7.5 死者 30,000 人、1945 年パキスタンからイラン国境にかけて M8.0 の地震、2001 年インドのパキスタン国境付近で起きたグジャラート地震 M7.9 などである。

図 2.1.2 では今後地震が発生する可能性を示したものである。今回の地震はこの図の一番西の端で発生しており、考えられる地震のエネルギーの 10 分の 1 程度しか発散されていないことを示している。今後、同地域では同規模あるいはそれ以上の地震が発生する可能性も

¹ 米国地質研究書(USGS)の報告による。

残されている。



出所: Bilham R and K Wallace (2005), Future Mw>8 earthquake in the Himalaya: implications from the Dec 26 2004 Mw=9.0 earthquake's on India's eastern plate margin, Geol. Surv. India Spl. Pub. 85, 1-14

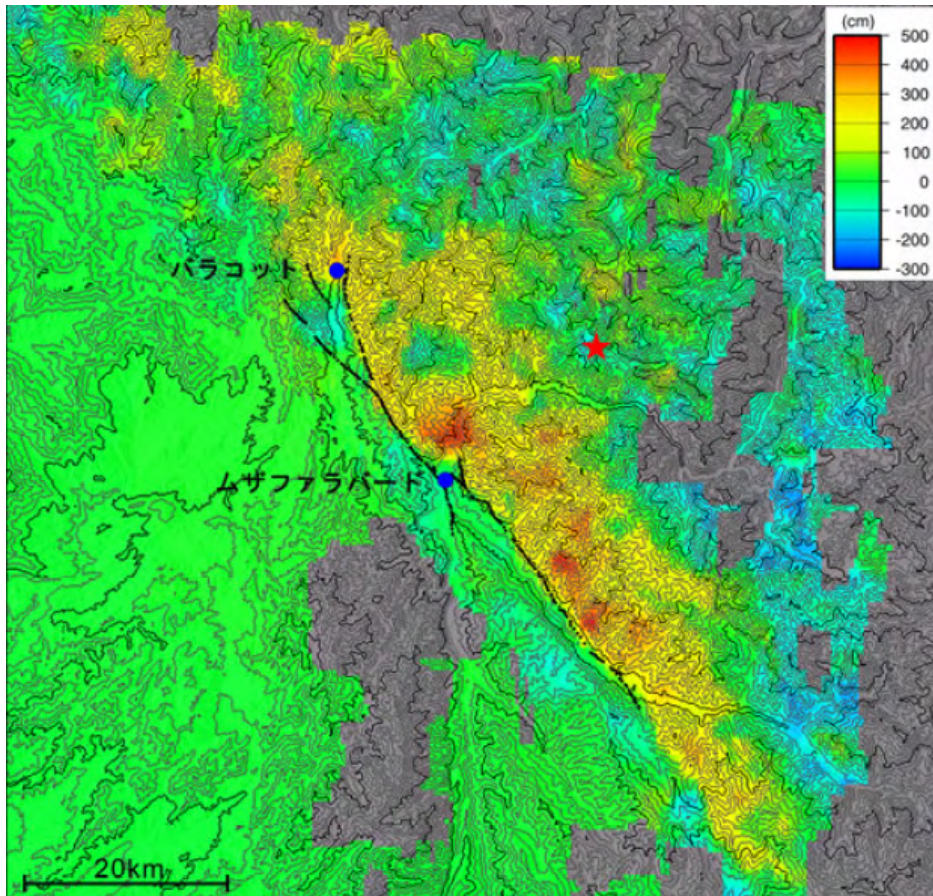
図 2.1.2 インド前縁断層と今後の地震規模予測

今回の地震を分析した筑波大学の八木助教授²によると震源の深さは約 9 km 付近で、主破壊は震源より浅い領域に集中している、としている。また断層の破壊が震源から北西、南東の 2 方向に向かい 28 秒間継続し最大で約 12 メートルずれが生じた、と報告している。今回の地震は震源から離れると急に減衰するため震源付近の建物の多くが被害を受けた。また、パキスタン国の地震ハザードマップではパキスタン国全体が地震危険地域に位置しており、カラチ付近でも Mw7.9 程度の地震が起こる可能性がある。

今回の地震を引き起こした地域ではムザファラバード断層、タンダ断層の存在が知られている³。タンダ断層はジェローム川の北東側の山麓に沿って北西-南東に延びている。また、ムザファラバード断層はムザファラバード市の西からクンハール川流域に入り 3 本に分岐しておりバラコット市に達している、としている。

² www.geo.tsukuba.ac.jp 2005/10/08 パキスタンで発生した断層破壊のイメージ(暫定)による。

³ www.falco.co.jp/geog-disaster/index.html 災害緊急速報 パキスタン北部地震震源地域の活断層(予察) 中田高、熊原康博



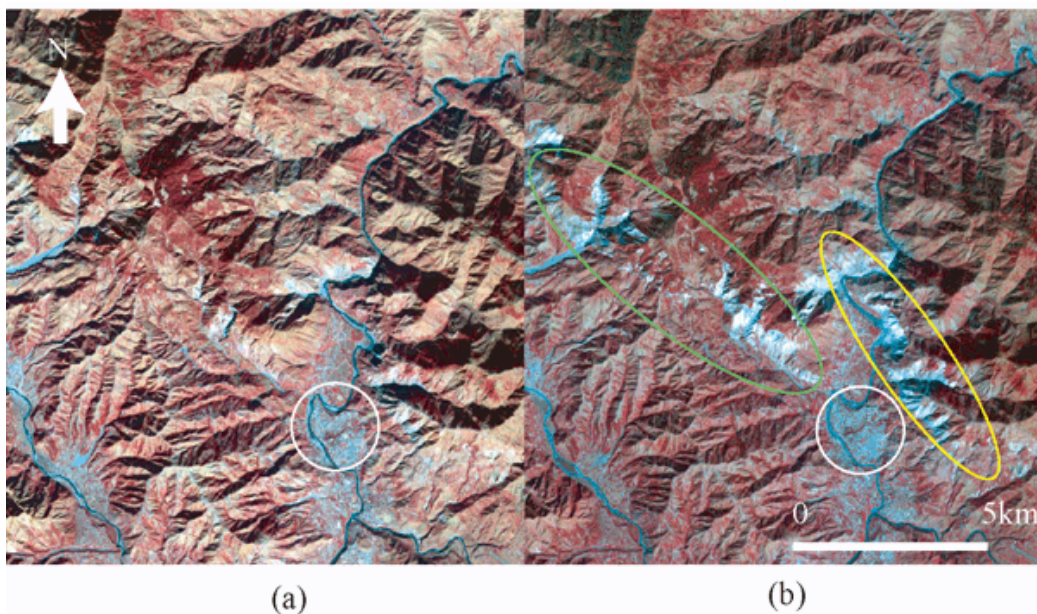
出所： 国土地理院 人工衛星によるパキスタン北部地震の地殻変動の検出
 (www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2005/1111)より

図 2.1.3 活断層と地殻変動

国土地理院では欧州宇宙機関の ENVISAT (ENVSAT)のデータを用いて地殻変動を求めた。地殻変動が 1 m 以上あるところは断層に沿って 90 km 以上つながっており、最大の地殻変動はムザファラバード北部で 6 m に達していることが分かった(図 2.1.3 参照)。従って、今回の地震はこれらの活断層が活動して引き起こされたことが分かった、としている。

2-1-2 地すべり

今回の地震により、多くの地すべりが発生したと報告されている。地震で引き起こされた地すべりの一部は現地調査でも確認することが出来た。衛星画像を解析した結果が、産業技術研究所から報告されている⁴。衛星画像の解析結果によると、これらの地すべりは先のムザファラバード断層及びタンダ断層に沿って多く観測されている。図 2.1.4 は産業技術研究所で衛星画像 ASTER を用いて解析したものである。先のムザファラバード断層とタンダ断層に沿って多くの地滑りが発生していることがわかる。また、先の国土地理院の調査によると、活断層に沿って北東側（隆起した側）に斜面崩壊が集中している。



出所：産業技術研究所

注：白い丸印はムザファラバード、黄色い楕円はタンダ断層付近、緑の楕円はムザファラバード断層

図 2.1.4 衛星画像で解析された地すべりの様子

また、米スペースイメージ社はムザファラバードを含む 1.5 km x 1.5 km の範囲で IKONOS 衛星画像を公開した。その画像を用いて解析した結果が公開されている⁵。その解析結果によると、この範囲内で 97 カ所の斜面崩壊が確認された。そのうち大規模なものは 40 箇所、斜面崩壊が連続しているものは 8 箇所、小規模のものは 49 箇所である。そのうち、2 箇所で河川閉塞が確認されている。

今回現地調査で確認したムザファラバード市の北方で発生した斜面崩壊の様子を以下に

⁴ <http://www.gsj.jp/jishin/Pakistan/Pakistan.1008/index.html> 産業技術総合研究所 衛星画像(ASTER)を用いたパキスタン地震による大規模地すべりの観測～続報 地質産業技術研究所

⁵ <http://cais.gs.gsis.go.jp/Reserch/geoinfo/geoinfo-i.htm> パキスタン地震に対するイコノス画像の判読と解釈、国土地理院 地理地殻活動研究センター 佐藤浩、宇根寛、小荒井衛、平成 17 年 11 月 2 日（三訂）

示す。



図 2.1.5 ムザファラバード北側の斜面崩壊の様子

今回の地震で特徴的な現象は、地震で引き起こされた地すべりである。特に、断層に沿って位置するジールム川沿いの道路やニーラム川沿いの道路では斜面崩壊により大きな被害を受けた。道路が地すべりで閉塞されたため、これらの道路沿いに居住している住民の多くは生活物資や支援物資を入手することが非常に困難になっている。そのため、パキスタン政府は閉塞された道路の土砂の除去に注力しているが、ニーラム道路では道路がいたるところで寸断されているうえ、新たな土砂崩れが起こるなど土砂の除去は困難を極めている。

2-2 地震被害概況

2-2-1 被災地域の概要

今回の地震で大きな被害を受けた地域はパキスタン国の北部に位置する NWFP と AJK である。特に、AJK はこれまでパキスタンとインドが領有権を主張している地域であり、外国人の訪問が制限されていた。NWFP では今回の地震でアボタバード、バトグラム、コヒスタン (Kohistan)、マンセラ及びシャングラ (Shangla) の 5 つのディストリクトが大きな被害を受けている。被災面積は約 16,925 km² で、被災者は 360 万人に達する。また、AJK で大きな被害を受けたディストリクトはムザファラバード、バーグ、ラワラコットの各ディストリクトであり、被災面積は 8,340Km² で被災者は 180 万人に達する。従って、NWFP と AJK 合計の被災面積は 25,265 km² で被災者は 548 万人に達しており、地震の被害は非常に大きな範囲にわたっている。

表 2.2.1 被災地と被災者の概要

ディストリクト	面積	人口	Tehsil			
AJK	(Km ²)	(number)				
Muzaffarabad	6,117	856,000	Muzaffarabad	Hattian	Authmaqam	
Poonch(Rawalakot)	855	459,000	Rawalakot	Hajira	Abbaspur	
Bagh	1,368	434,000	Bagh	Haveli	Dhirkot	
NWFP						
Abbotabad	1,967	923,000	Havellan	Abbotabad		
Mansehra	4,579	1,400,000	Mansehra	Oghl	Balakot	
Batagram	1,301	370,000	Alal	Batagram		
Khstan	7,492	476,000	Dassu	Pattan	Pallas	
Shngl	1,586	560,000	Alupuri	Bishham	Chakesar	Martoong
Total	25,265	5,478,000				Puran

出所：1998年センサスを元にした予測値

これらの地域以外にも被害を受けた地域がある。例えばイスラマバードではマルガラタワーというアパートが崩壊し、53名（そのうち2名はJICA関係の日本人）が犠牲となっている。また、イスラマバード近郊でも建物にクラックが入るなどの被害が報告されている。

被災地の主な産業は農業と牧畜業であり全体の60%から70%が農業に従事している。農業形態としては畑作が中心であり、天水を利用した稲作も行われている。夏と冬に違った作物を栽培しており、夏には主に米、とうもろこし、ジャガイモ、野菜などを栽培し、冬には小麦を中心としている。また、多くの家庭では鶏、山羊、羊、水牛、牛などの家畜を飼育している。出稼ぎも盛んに行われており、全体の約20-30%の家庭では出稼ぎに出ており、貴重な現金収入となっている。

2.2.2 被害の概要

(1) 被害の概要

世界銀行、アジア開発銀行による被害調査⁶によると、地震により倒壊した建物は203,000棟あまりで被害を受けた建物は196,000棟余りである。被災者のうち280万人が家をなくしてテントなどが必要となっている。今回の地震被災地はパキスタンでも非常に急峻な山岳地帯であり、地震によって引き起こされた地すべりによって道路が閉塞されたことにより被害が拡大して複雑化している。多くの被災者は山岳地帯に点々と居住して農業を営んでいるため、被災者への支援物資の運搬は非常に困難である。地震による被害が軽微な地域でも、生活物資が輸送できない等の問題が発生している。従って、ヘリコプターやロバや馬、人力などを用いて懸命の支援物資の配布が行われている。

ムザファラバードでの聞き取り(2005年11月11日現在)によると、ジールム道路はチャコティまで土砂の除去が終了し、それに続く実効管理ライン(Line of Control : LOC)まであと3キロを残しほぼ開通している。また、ニーラム道路は地すべりが続いていること、被害が大きかったことなどの理由により、未だに多くの箇所が閉塞された状態が続

⁶ Pakistan 2005 Earthquake, Preliminary Damage and Needs Assessment, Asian Development Bank and World Bank, Islamabad, Pakistan November 12, 2005

いている。パキスタン政府によると、被災者が必要としているテントなどの配布は順調に行われているものの、全員にいきわたっていない。また、被災地ではこれから冬となり雪が降るため、現在のテントではなく冬用のテントが必要であるとされている。また、パキスタン政府は山岳地帯に居住している被災者に対して冬の間だけでも平地のキャンプ地で過ごすように説得している。

(2) 人的な被害

パキスタン国軍によると、11月2日現在のパキスタン地震の犠牲者数は以下のとおりである。

死亡者数：73,276人

負傷者数：69,260人

また、インド側の情報ではインド国の犠牲者は1,306人である。

ユニセフによると、今回の地震で犠牲となった子供の数は、17,000名に達し、全体の死亡者数の4分の1程度を占めている。地震が起こった時間が土曜日の午前だったため学校の授業中だったこと、学校建物の品質が悪く地震に対して弱かったため被害が拡大したと考えられる。

今回の地震の犠牲者は2003年12月に起こったバム市での死亡者数43,000人を上回り、2004年12月のインドネシアスマトラ島沖津波の230,000人に次ぐ人的被害となった。

(3) 都市の被災状況

被災地域の都市は、NWFPではマンセラ、アボタバード、バトグラムなどがあり、AJKではムザファラバード、バーグ、ラワラコット、などが挙げられる。NWFP内の都市の地震被害は限定的であるものの、多くの政府関連建物が倒壊或いは損壊している。AJK内のバーグ及びラワラコットについては道路が斜面崩壊で閉塞されていたため実際に確認することは出来なかったが、多くの建物が倒壊している、とされている。

今回の地震で最も被害を受けたAJKの州都であるムザファラバードは、人口約200,000人と想定されている。ムザファラバードは北東から流入するニーラム川と南東から流入するジーラム川が合流する地点に発達した都市である。都市はこれらの川により分断されており、主要な人口の集積はニーラム川とジーラム川に囲まれた扇状地に発達している。

今回の地震により、都市の南側の被害は軽微であるが震源に近い北側に大きな被害がでている。公共建物の倒壊、斜面崩壊、道路の崩壊、上水施設の被害などがそれである。特に公共建物の被害は甚大で主な政府機関、学校、病院などに倒壊あるいは損壊などの被害が出ている。また、市内には家を失った被災者がテント村を作り避難生活を送って

いる。

(4) 建物の被災状況

表 2.2.2 は、AJK および NWFP 政府発表による住宅被害を取りまとめたものである。AJK 被災 3 県では全体の 73 % に相当する約 18 万戸、NWFP の被災 5 県では 17 万戸の住宅が倒壊ないしは半壊の被害が生じた。

被災地域の平均的な住居は 40 m² 程度の広さに 6~7 人家族で暮らしている。家屋の構造は、Katcha と呼ばれる泥土を塗り込んだ石積み構造の簡易な住居、または、Pucca と呼ばれる石積み壁にモルタルを塗り込んだ住居が多い。これらの構造は、耐震性がほとんど考慮されていない作りであるため、地震による甚大な被害が生じた要因となっている。

被害を受けた建物は 40 万棟余りあり、被害は特に AJK の 3 つのディストリクトで集中している。AJK では全体の 84 % の建物が損傷を受けている。特にバークディストリクトでは全体の 92 % が被害を受けている。NWFP ではバトグラムディストリクトの住宅の 84 % が被害を受けている。これら建物被害は主に一般の住宅被害である。これはパキスタン国の住宅が地震に対して非常に脆弱であったためである。また、政府建物も地震に対して非常に弱く被害率も大きい。

表 2.2.2 建物の被害状況

ディストリクト	都市化率	全棟数	倒壊	損壊	被害建物	被害率 %
AJK Affected Districts						
Muzaffarabad	12	123,679	69,943	28,278	98,221	79
Bagh	5	59,623	33,806	21,208	55,014	92
Poonch	11	61,678	12,823	38,882	51,705	84
AJK Total	10	244,979	116,572	88,368	204,940	84
NWFP Affected Districts						
Shangla	0	67,003	15,661	10,821	26,482	40
Mansehra	14	203,109	31,323	43,282	74,605	37
Kohistan	0	74,087	4,350	18,395	22,745	31
Abbottabad	19	153,819	6,961	27,051	34,012	22
Batagram	0	44,585	28,712	8,656	37,369	84
NWFP Total	11	542,604	87,007	108,205	195,212	36
AJK + NWFP	10	787,583	203,579	196,574	400,153	51

出所：Pakistan 2005 Earthquake, Preliminary Damage and Needs Assessment, Asia Development Bank and World Bank, Islamabad, November 12, 2005

(5) 学校の被災状況

表 2.2.3、は、AJK および NWFP 政府発表による学校施設の被害状況である。

AJK の被災 3 県では、3,845 校の内 95 % を超える 3,680 校が被害を受け、被害を受けた学校の中で、約 85 % は校舎が全壊している。一方、NWFP の被災 5 県では、総数の 46 % に被害を受け、その 50 % の校舎が全壊している。被害を受けた校舎の多くは、練り

石積み構造が多く、地震力に対して脆弱な構造であったことが、甚大な被害を生じさせたさ要因でもある。「パ」政府は、学校用の仮設テントを被災地に配して学校を再開させている。

学校インフラの被害だけでなく、人的被害も甚大である。「パ」政府の発表では、18,095 人の児童・生徒、853 人の教職員が今回の地震によって死亡したことが伝えられている。「パ」国の地震による死者 73,276 人(2005 年 11 月 2 日発表)の内、約 1/4 が学校における被害者であることから、被害の深刻さを示している。

学校施設の被害だけではなくパキスタン政府の予測によると、18,095 人の生徒と 853 人の先生が犠牲となっており、多くの先生や学校職員及び生徒が地震による精神的な問題を抱えていると言われている。今後の教育システムの復興には、建物の再建だけではなく教員の確保や教員や生徒の精神面のケアが必要になる。また、当分の間教室が使用できないため仮設教室の確保が大きな問題となると考えられる。

表 2.2.3 学校建物の被災状況

AJK								
ディストリクト	地方部			都市部			合計	総計
	男子	女子	合計	男子	女子	私立		
a. 倒壊								
MZD & Neelum	735	521	1,256	14	25	224	263	1,519
Bagh	388	312	700	3	4	105	112	812
Poonch	237	280	517	11	12	115	138	655
Total	1,360	1,113	2,473	28	41	444	513	2,986
b. 損壊								
MZD & Neelum	104	73	177	2	3	5	10	187
Bagh	45	37	82	-	1	2	3	85
Poonch	109	129	239	5	6	18	29	268
合計	258	239	498	7	10	25	42	540

NWFP								
ディストリクト	地方部			都市部			合計	総計
	男子	女子	合計	男子	女子	私立		
A. 倒壊								
Abbottabad	133	76	209	7	3	76	86	295
Batagram	157	63	220	-	1	47	48	268
Kohistan	103	17	120	-	1	33	34	154
Mansehra	459	262	721	12	10	196	214	935
Shangla	119	45	163	-1	0	42	43	206
Total	970	463	1,433	20	15	169	425	1,858
b. 損壊								
Abbottabad	332	190	522	18	8	188	214	736
Batagram	105	42	147	-	1	32	33	180
Kohistan	215	35	250	-	1	69	70	320
Mansehra	306	175	481	8	7	128	143	624
Shangla	142	54	196	1	-	50	31	247
Total	1,100	496	1,596	27	17	467	511	2,107

出所 : Pakistan 2005 Earthquake, Preliminary Damage and Needs Assessment, Asia Development Bank and World Bank, Islamabad, November 12, 2005

(6) 医療施設の被災状況

地震被災前の AJK は乳児死亡率、予防注射接種率、出産前診断率など数値において、比較的「パ」国内でも高い水準であった。一方、NWFP の被災 5 県の医療普及率は、全国および州の数値と比較しても低い水準であった。

地震による保健医療セクターに及ぼした被害数は 574 施設であった。AJK および NWFP の被災 8 県の中で、ムザファラバード県中央病院、バトグラム県中央病院など 5 箇所の県中央病院が全壊し、農村診療所・地域診療所・市診療所等の全一次医療施設の内、75 % の施設で全壊、または損壊の被害を受けており、地域医療システムが停止した状況にある。

バトグラム県中央病院では、敷地内テントによる仮設病院を設営し、被災者への医療サービスを実施し、同様に、「パ」国軍医師、各国・NGO の医療支援機関等も被災地に仮設医療施設を設営し、医療支援を実施している。

このような医療施設の被害により、被災地の保健医療システムは一時ほとんど機能していなかった。現在はテントや仮設建物を使用して医療活動を行っている。また、赤十字や赤新月社や援助団体などにより医療分野の支援が続けられている。

また、被災者の心のケアや障害者に対する支援はほとんど行われておらず今後の課題である。

表 2.2.4 医療施設の被災状況

	保健施設数			
	倒壊		損壊	
	都市部	地方部	都市部	地方部
NWFP				
Mansehra	3	32	1	18
Abbottabad	1	10	1	25
Batagram	2	33	-	5
Kohistan	-	-	-	22
Shangla	2	11	1	18
Others	-	-	3	-
NWFP の合計	8	86	6	88
AJK				
Muzaffarbad	12	90	8	-
Bagh	6	48	-	9
Poonch	5	200	1	7
AJK の合計	23	338	9	16
総計	31	424	15	104

出所: Pakistan 2005 Earthquake, Preliminary Damage and Needs Assessment, Asia Development Bank and World Bank, Islamabad, November 12, 2005

表 2.2.5 保健システム別の被災状況

医療施設のタイプ	全壊数	損壊数
3次医療病院	-	1
2次医療病院- ディストリクト、テシルの首都や民間病院	16	13
1次医療病院 (RHCs, BHU、や MCH センター)	203	68
その他の医療施設 (診療所, 緊急医療ポスト etc)	219	34
保健所	17	3
合計	454	119
車両/モータサイクルの被害	21/6	-

出所: Pakistan 2005 Earthquake, Preliminary Damage and Needs Assessment, Asia Development Bank and World Bank, Islamabad, November 12, 2005

(7) 政府建物の被害状況

政府建物も多くの被害を受けている。政府建物の正確な被害数は現在のところ不明であるが、最も被害が大きかった NWFP のディストリクトでは 65 % の建物が被害を受けている。政府施設の被害は建物のみならず、政府車両、通信施設、事務用品などに及び政府の記録や資料なども紛失している。

この様に、政府建物被害が非常に大きいことが、今回の地震の特徴でもある。政府建物は災害時に緊急対応の拠点となるべき施設であるが、災害時に多くが倒壊してしまったため政府の機能復帰が遅れている。

(8) 上水道セクター

[AJK の被害]

ムザファラバード、バーク、ラワラコットの 3 都市の中心部では、23,000 世帯の中で 80 % に相当する 16,000 世帯が AJK 政府衛生局の運営する浄水施設より給水サービスを受けている。浄水施設の地震被害により、現在、62 % 程度にまで給水能力が低下している。

被災 3 県の農村部では、全体の 65 % に相当する 152,000 世帯が給水サービスを受けている。給水世帯の中で、11,400 世帯の水道が全面的に停止し、64,600 世帯に部分的に停止している。地方政府が管轄する 3,147 給水区 (1 給水区 : 約 100 世帯) のうち、234 給水区の給水システムが全壊し、1,343 給水区に部分的な損傷が生じた。

AJK 農村部では、山間部の湧水・表流水を水源として、重力落下式の送水する方式である。一方、都市部においては、河川水を水源としてポンプにより汲み上げて送水する方式である。農村部においては、湧水・表流水の取水施設、送水管の損傷被害が多く、都市部においては浄水場の取水施設の被害が甚大であった。被害額は、約 509 百万ルピーと推定されている。

[NWFP の被害]

2002 年に実施したパキスタン総合家計調査(Pakistan Integrated Household Survey: PHIS)

によると震災前の NWFP の上水道普及率は、都市部においては 80 %、農村部では 60 % であった。水源の 85 % は山間部の湧水・表流水を重力落下式の送水する方式であり、残りの 15 % が地下水の汲み上げ方式による給水である。

上水道への地震被害は、NWFP 被災 5 県の給水人口(500,000 世帯)の内、50 % の 250,000 世帯に影響を及ぼしており、77,500 世帯では、水道の部分的停止、または完全停止状態に陥った。州上水道局が管轄する 763 給水区(1 給水区：約 300 世帯)、および、県農村局が管轄する 3,323 給水区 (1 給水区：約 20 世帯)における給水システムに損傷が生じた。

山間部の湧水や表流水の取水施設の損傷の被害が最も多く、配水池、配水管、地下水汲み上げ施設等に損傷、斜面崩壊に伴う送水管の破断などの被害が生じている。被害額は、約 482 百万ルピーと推定されている。

(9) 電力セクター

カシミール電力局(Electricity Department of Azad Kashmir : AJKED)が AJK 内の配電を管轄している。AJK 南部地域はイスラマバード電力公社 (Islamabad Electricity Supply Company : IESCO)より、北部地域はペシャワール電力公社 (Peshawar Electricity Supply Company : PESCO)より送電され、AJKED は 11 kV および 0.44 kV の配電網の建設・運営を実施している。震災前の AJKED は合計 363,000 (一般住民世帯：323,000、商業施設：38,000、工場：1,800) の顧客に電力サービスを提供していた。一方、NWFP の被災 5 県においては、PESCO が送電、配電から料金徴収までの電力サービスを提供している。

被災地域では、表 2.2.6 に示す通り、二次送電施設および配電施設が主な電力セクターにおける被害であり、一部の小水力発電施設の損傷も生じ、被害総額は 642 M Rp. と見積もられている。IESCO および PESCO の 132 kV 送電線は、地震後数日で復旧作業が完了した。被害の多い配電網は、各管轄機関により復旧工事が刻々と進行している。

表 2.2.6 各電力機関発表による被害概要

電力機関	被害額 (百万ルピー)	被害概要
AJKED	222.5	- 家屋分配設備を含む配電施設の損傷 (173 M Rp.) - 小水力発電施設の損傷 (50 M Rp.)
IESCO	35.0	二次送電施設の損傷、及び、管理施設・設備機器の損傷
PESCO	333.6	- 広範囲にわたる二次送電施設 (234 M Rp.)の損傷 - 配電網 (100 M Rp.)の損傷
SHYDO	24.3	4 箇所の小水力発電所の土木施設の損傷
WAPDA	26.4	Allai Khawar 水力発電所へのアクセス道路の損傷
合計：	641.8	

注) SHYDO : Sarhad Hydro Development Organization,
WAPDA: Water and Power Development Authority

(10) 道路セクター

AJK および NWFP の被災地は山間部に位置していることより、同地域の道路は谷沿いに山を切土して発達している。道路被害の多くは、地形的な要因により以下の5つの被害タイプに分類される。①大規模な斜面崩壊による道路全体の滑り、②斜面崩壊土砂の路面上への堆積、③落石、④道路盛土の滑りに起因する舗装方面の亀裂、⑤斜面崩壊の危険性の高い山側の不安定な斜面。

AJK の被災3県では、公共事業局(Public Works Department : PWD)が管理する道路の全延長の45%に相当する1,146 km に被害が生じ、農村振興局 (Local Government & Rural Department : LGRD)の管轄道路は全体の44%の1,220 km に被害が生じた。地域の幹線でもあるジールム道路(ムザファラバードーチャコティ(Chakothi): 57 km)、ニールム道路(ムザファラバードーチャリアーナ(Chiliana) : 60 km)の被害が著しい。

AJK の被災3県では、全延長の23%に相当する1,471 km に被害が生じた。特に、マンセラ県のシンキヤーリー(Sinkari)ージャボリ(Jabori)地域周辺の州道、バトグラム県のアライ溪谷周辺の州道の被害が著しい。

National Highway Authority (NHA)の管轄する国道のなかで、N-15、N-35、N-75 の3路線に被害が発生している。特に、N-15 ではバラコット橋の損傷を始め、バラコットーマラカンディ(Malakandi)間の約30 km 区間において、壊滅的な被害が生じている。

表 2.2.7 NHA、AJK、NWFP の道路被災状況

AJK 管轄道路

道路管理者 :		PWD			LGRD	合計
		主要幹線	舗装道路	碎石道路		
道路規格 :						
Muzaffarabad & Neelum	全延長 (km)	156	748	323	978	2,205
	被災延長 (km)	83	397	171	587	1,237
Poonch	全延長 (km)	167	523	12	983	1,685
	被災延長 (km)	65	204	5	393	667
Bagh	全延長 (km)	154	446	16	799	1,415
	被災延長 (km)	55	161	6	240	461
合計	全延長 (km)	477	1,717	251	2,760	5,305
	被災延長 (km)	203	761	182	1,220	2,366

注) PWD : Public Works Department, LGRD : Local Government & Rural Department
出典) Public Works Department, Azad Govt. of the State of J&K

NWFP 管轄道路

道路管理者 :		FHA		W&S / DC		MC		合計
道路規格 :		一次 幹線	二次 道路	舗装 道路	砕石 道路	舗装 道路	砕石 道路	
Abbottabad	全延長 (km)	58	230	560	949	123	21	1,940
	被災延長 (km)	7	29	70	118	15	3	241
Battagram	全延長 (km)	103	108	72	15	0	0	299
	被災延長 (km)	65	68	45	9	0	0	187
Kohistan	全延長 (km)	27	127	161	317	0	0	632
	被災延長 (km)	9	40	51	100	0	0	200
Mansehra	全延長 (km)	253	347	333	2,229	29	21	3,212
	被災延長 (km)	46	63	61	407	5	4	587
Shangla	全延長 (km)	107	93	213	0	0	0	414
	被災延長 (km)	66	58	132	0	0	0	256
合計	全延長 (km)	549	905	1,340	3,510	152	42	6,498
	被災延長 (km)	193	257	359	635	21	6	1,471

注) FHA : Frontier Highway Authority, W&S : District Works & Services Department,
DC : District Council, MC : Municipality Council

出典) Works & Services Department, NWFP

NHA 管轄道路

路線	N-35	N-15	N-75	合計
区間	Mansehra ~ Thakot	Mansehra ~ Naran	Kohala ~ Muzaffarabad	
全延長 (km)	141	93	40	274
被災延長 (km)	80	98	16	195

出典 : National Highway Authority

2-2-3 一般住宅 (Non-Engineered Houses)

被災地域の一般住宅 (Non-Engineered Houses)に使われている主な建物は、以下のように分類される。

- a1) 低品質 RC(鉄筋コンクリート)フレームにコンクリートブロックやレンガ、石などを積み上げた壁構造
- a2) 石積み(用いる石のサイズや形、積み方、目地の材料によってバリエーションがあるが)の組積造
- a3) アドベ(日干しレンガ、サイズにはバリエーションがある)の組積造
- a4) レンガの組積造
- a5) コンクリートブロックの組積造
- a6) 上記の a2)から a5)を組み合わせた組積造

屋根の形態は、a1)では低品質 RC のスラブ屋根が多いが、a2)~a5)では次の2種類のタイ

プが支配的である。ひとつは組積造の壁に木造の梁を渡してその上に柴や小枝を置いて、その上に石やアドベを載せ、さらにその上に土を盛って表面を平らにして、最終的に暑さ 20～50 cm の屋根とするもの。もうひとつは、木製の屋根のフレームを組んで、その上を金属板（波トタン）で葺くもの、である。

死傷者を発生させるような甚大な被害について、その被害状況を被災形態とメカニズムに分けて分析すると以下ようになる。

被災形態：

- b1) 屋根が平面的に地面につくまで完全に崩壊している事例。（ヘリコプターで上空から見ると、RC スラブや木製フレーム（波トタン葺き）の屋根がそのまま真下に落下し、壁が四方に散らばっているものもある。）
- b2) 片側の壁が壊れて屋根が外れて落下しているもの
- b3) 組積造の壁と壁のつなぎ目に大きな亀裂が発生して、壁が倒れたり、一部が欠損したりしているもの
- b4) 組積造の壁と基礎部分の連結箇所が大きく破損し、その影響が壁の上部に及んで全体の被害に至っているもの
- b5) 周辺地盤や立地地盤の崩壊に伴って建物が地盤と一緒に崩壊したもの

被災メカニズム：

- c1) RC フレームのジョイント（柱と梁の連結部）の強度不足によるフレーム自体の崩壊が誘発した被害
- c2) RC フレームと組積壁とのつながりが弱くて、この部分に大きなクラックが入り、それが全体の崩壊を誘発し被害
- c3) 組積造の壁と壁の連結力の弱さを原因として、壁と壁の連結部に大きな亀裂が発生することで一方、あるいは両方の壁が倒れたり、一部分が欠損したりしているもの
- c4) 組積造の壁と基礎部分の連結力の弱さを原因として、まずこの部分に大きな亀裂が発生し、その影響が壁の上部に及んで破壊しているもの
- c5) 周辺地盤や立地地盤の崩壊・変状を原因とした建物被害

被災地域の一般住宅 (Non-Engineered Houses)の被災状況は上記のとおりであるが、b5)とc5)のケースを除いて被害の発生する主たる原因は組積造壁（RC フレームを含む）の極端な耐震性不足による。具体的には、組積壁がほとんど引っ張り強度を有していないことに起因している。ゆえに、壁の構成部材（壁を構成しているブロックやレンガ、アドベや石）が簡単に面外（壁の内部から壁の外に）に落下し、急激に支持力を失う。何らかの方法で組積造壁を一体化し、壁内の構成部材の面外への落下を阻止することが耐震性を向上させる上での