

2009年9月30日インドネシア・パダン沖の地震被害に関する現地調査報告（速報）

JST-JICA 国際プロジェクト（地球規模課題対応国際科学技術協力事業、インドネシアにおける地震火山の総合防災策）は、2009年スマトラ島パダン沖の地震による被災状況の把握、被災地域の復旧に関する協力を行うための緊急調査を実施した。以下に、その概要を速報するものである。

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/indonesia/>

1. 災害の概要
2. 建物・土木構造物被害状況
3. インドネシア・パダン市での防災の取組と津波避難予定ビル施設の状況

メンバー：

今村文彦（東北大学） 是澤優・池田誠（アジア防災センター）、後藤洋三（東大地震研）、遠藤清美（JICA）

日程：

- 10月14日 PADANG 市現地入り（GA164） 17:25 着
- 10月15日 PADANG 市中心地（建物被害、津波避難ビル、沿岸津波影響）
- 10月16日 PADAN 市中心地（橋被害、中華街）、パリアマン県
- 10月17日 パリアマン県地滑り被害地域

主な調整内容：

- 市内被災状況、復旧・復興状況、予防対策の現状と課題
- 住民・関係機関へのヒアリング

1. 災害の概要

是澤優・池田誠（アジア防災センター）

（1）地震の概要

スマトラ島沖では、オーストラリアプレートがユーラシアプレートに下に沈み込んでおり、2004年北スマトラ・アチェ沖の地震（M9.1）をはじめ、2005年北スマトラ・ニマス島付近の地震（M8.6）、2007年の南スマトラの地震（M8.5）などプレート境界型の活動が頻発している中で、パダン沖は地震の「空白域」として従前から懸念されていたところである。

今回のパダン沖の地震は、沈み込むプレートの内部で発生した地震であると見られており、今回の地震の震源は深く、津波の発生は確認されなかった。なお、パダン沖付近のプレート境界では、いずれプレート境界型の巨大地震が起きるだろうと指摘されている（平成21年10月16日朝日新聞掲載の佐竹教授のコメント）。

（地震の概要）

- 地震発生日時： 2009年9月30日 17時16分(現地時間)
- 震源： スマトラ島中部沖 (パダン市の西北西約45km)
深さ81km
- 地震の規模： M7.6 (M7.9に訂正したとの情報がある.)

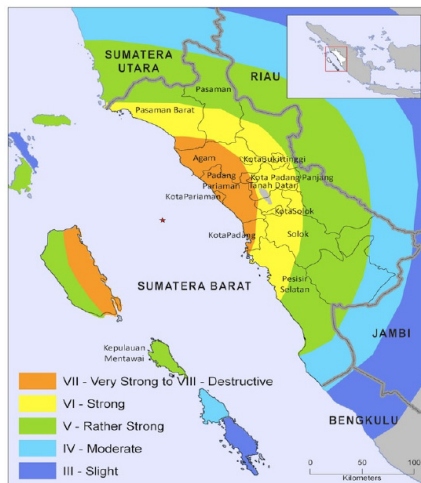


図-1.1 震度分布図 (改正メルカリ震度)

(出典)OCHA Indonesia Earthquake, Situation Report No.16 (20 Oct. 2009)

(2) 被害の概要

今回の地震の被害は、パダン市(人口約84万人)、パリアマン市(人口約7万人)、パダンパリアマン県(人口約38万人)、アガム県(人口約42万人)を中心にその周辺地域に広がっている(県と市は互いに独立した自治体)。ただし、地域別に被害の様相に大きな違いが見られる中で、特にパダン市は、西スマトラ州の州都であり、インドネシアで11番目に大きい地方経済の中心都市であるため、中高層の官公庁、業務商業等のビルが数多く存在するが、後述の通り、そのような近代的な建築物に多くの被害が見られるのが特徴である。

(被害の概要)

- 死者・行方不明者： 1,117人 (10月15日付インドネシア政府公表データ)
- 住宅被害

表-1.1 西スマトラ州における被害家屋一覧 (上位7県)

DISTRICT (7 worst affected)	TOTAL HOUSEHOLDS	DAMAGED HOUSES (severe and moderate)	% HOUSES DAMAGED
Padang Pariaman	86,690	83,463	96%
Kota Pariaman	17,124	10,252	60%
Kota Padang	178,970	76,045	42%
Agam	112,029	16,287	15%
Pasaman Barat	78,236	6,286	8%
Pesisir Selatan	112,387	7,583	7%
Pasaman	59,454	171	(below 1%)

(出典)OCHA Indonesia Earthquake, Situation Report No.16 (20 Oct. 2009)

(地域別の特徴)

○パダン市

市の中心部では中高層で比較的大規模な行政施設（官公庁、会議場等）、商業施設（ホテル、ショッピングアーケード、銀行等）の建物が全壊・半壊しているのが顕著である。ただし、これら被害は建物ごとに様相が異なっており、建物が連たんして倒壊しているといった状況ではなく、倒壊した建物があちらこちらで見られる状況（即ち、面的ではなく点的）であった。

他方、低層の商業施設や住宅等の被害については、市の一角にある中華街で2・3階の建物がまとまって被害を受けている状況が見られたことを除くと、その他地域では顕著な被害が見られなかった。

○パリアマン市

パダン市とは異なり、中高層の建物は多くない（多くの建物は平屋又は2階建）。市の中心部では、一部建物の破損（屋根・壁の陥落）が見られたが、量的には僅かであり、全体として地震の影響はあまり感じられなかった。なお、パリアマン市の郊外部では、沿道にまとまって低層住宅が倒壊している集落が散見された。

○パダンパリアマン県

上記のパダン市・パリアマン市とは被害の様相が大きく異なっており、山間部では、ほとんどの住宅が全壊している集落が数多く見られ、死者・行方不明者の数も多いとされている。それらに至る主要道路も被害を受けており、斜面崩壊等により通行が困難な箇所も複数見られた。さらに奥地では、土石流により集落全体が土砂に埋もれ、全住民が死亡・行方不明となっているところが複数存在している。OCHAのSituation Report等においても、陸上輸送が困難なため被害の確認や緊急支援が実施されていない集落も存在しているとのことである。これらの集落に至る沿道では、通行する車に段ボール箱等を差し出し、支援を求める数多くの子供（一部大人も混じっていた）が見られたとともに、住宅が倒壊した住民は茫然としており、ただ政府の支援を待つのみという姿が印象的であった。

(3) その他

○ 建物被害の調査

建物被害の検査は、発災後2週間を経た時点でも、まだ緒に就いたばかりの感がある。公共建築物は政府（公共事業省）が、一般の住宅(Community Houses)は大学が学生を雇って調査するとのことであった。後者を担当するアンダラス大学を訪ね、調査方法等を聴取したが、その方法は非常に簡素なものであり、制度的には確立しているとは程遠い状態である。また、被災した建物への立ち入り制限や除去はほとんど行われておらず、住民等が建物へ入り込んでいる姿が散見されたが、2次被害の発生の危険性が高い。また、資金等の提供や行政側の指導は不在であり、従前同様或いはそれ以下に脆弱な住宅を再建築する可能性が高い。

○ 将来の大地震への備え

パダン市内の中学校（SMP2）を訪問し、校長にヒアリングを行ったところ、今後プレート境界型の巨大地震が発生する可能性があることは知っていると言っていたが、その発生確率やその切迫性は全く認知しておらず、また、そのような可能性があるのであれば行政側（市）から然るべき方法で伝達されることが望ましいとのことであった。また、そのような巨大地震に対しては、個別の学校では対策を講ずることはできないので、行政に期待するとのことであった。

津波防災教育を促進するNPO団体KOGAMI（Komunitas Siaga Tsunami）が過去に年2回の防災トレーニングが行ったとのことである。今回の地震では、生徒達が避難地として指定されている市の中心部の競技場へ逃げ出したとのことであったが、多少パニック状態にもあったとのことである。仮に地震の揺れがさらに大きく、津波が発生することを想像すると、事前の対応が十分とは言えない状況にある。



図-1.2 パダン市内の中学校でのヒアリングの様子



図-1.3 校庭のテントでの授業の様子

2. 建物・土木構造物被害状況

後藤洋三（東京大学地震研究所 特任研究員）

(1) 地震の強度

Andaras 大学 Febrine 教授によれば本震の強震記録はないとのことである。

MapAction (<http://www.mapaction.org/deployments/mapdetail/1796.html>) が公開している震度分布と地滑り地点図の一部を切り抜き加筆して右に示す。根拠は明示されていないが距離減衰式から推定されたと思われる改正メルカリ震度が色分けで示されている。VIIIは気象庁震度階のIVの強め、VIIはIVの弱めに相当する。ただし、この推定には表層地盤の影響による増幅は加味されていないと思われる。被災状況から見ると、Padang 市内は気象庁震度でVに達していたと感じられた。

インドネシア政府関係の高官が上下動により押しつぶされた被害とコメントした報道が流されたそうであるが、これはよく起こる重力の影響を忘れた誤解である。特に上下動の影響と思われるような被害は見られなかった。

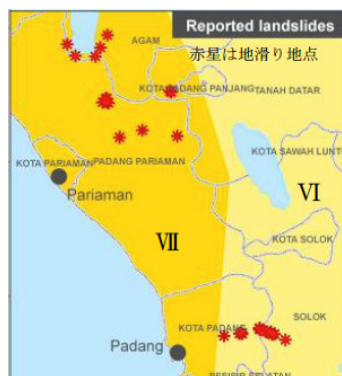


図-2.1 推定震度と地滑り発生エリア

(2) 液状化

Febrine 教授によれば Padang 市の海岸部では液状化が生じ、傾斜した建物もあるとのことであった。同市内中華街付近の河岸には小規模ながら液状化による憤砂の痕跡があり、住民から地震の直後に泥水が噴き出したと言う証言も得られたが、路面や護岸に目視で判断できるような被害はなかった。我々の調査した範囲では海岸に近い RC の学校建築の一つが目検討で 10cm 近く沈下していたが、液状化の影響かどうかは判断できなかった。

(3) 橋梁

Padang 市内の最も大きい PC 橋を調査したが、被害はなかった。ただし、湾曲した高盛り土となっている左岸側の取り付け道路の L 型擁壁が傾斜し、橋台すり付け部で 1 m に近い段差が発生して仮復旧されていた。この橋梁は市民が津波の際に山に避難する道路の一つとなつてと思われ、さらに大型船が着岸できる港から市の中心部に至る幹線道路の一つを支えている。より大きな地震動が作用して L 型擁壁が転倒すれば、しばらくは通行できなくなる事態が予想される。

その他、調査で通行した幹線道路の橋梁には被害がなく、取り付け部の埋め土に小規模な沈下があった程度である。



図-2.2 市内橋梁の被害

(4) その他の土木施設、ライフライン施設

港湾施設には、今村教授の視察によっても情報交換した他の調査団からの報告によっても、被害は認められなかった。通行した平野部の道路に被害はなかったが、山間部では地滑りの影響を受け仮復旧されていた箇所が多数あった。鉄道には一部で橋梁の被害や軌道の沈下があったようである。水道管路の一部に被害があったとのことであるが調査はできなかった。Padang 市内に関する限り水道、電力、通信などのライフラインの被害は限定的で我々の調査時点では復旧している様子であった。電話は輻輳により地震発生から 5 日間ほどつながりにくくなったとのことである。

(5) 建築物の被害

建物被害は Padang 市内の数階以上の大規模な RC フレーム建物、古いレンガ造建物、Padang-Pariaman 県山間部の小規模建物に区別して見る必要がある。

1) Padang 市内の大型 RC 建築物

数的な調査できなかったが、市内の大型建物（3F 以上）の半数は何らかの被害を受けている様に感じられた。それらの建物は行政関係の庁舎、ホテル、学校、大型商業施設などである。その大部分は RC の柱梁フレーム構造で、壁は外壁も含めてレンガ積みである。屋根の多くはこの地域に特徴的なとんがり帽子で庇の大

きい装飾屋根であるが、比較的細身の鉄骨に木材が張られた構造で軽そうであった。聞き取りによれば 1980 年代に建設された物が多いようである。

様々な被災程度の建物の状況を総合すると、被害は壁と外装材のクラックはげ落ちから始まり、壁や装飾などの非構造部材の離脱と落下、横揺れと恐らく過大な自重によるフレーム構造柱梁接合部の応力集中とクラック、接合部コンクリートの圧壊と脱落、柱断面縮小による主鉄筋の座屈と柱の圧壊、梁と床の沈下、柱頭部の剪断破壊による柱の離脱、部分的層崩壊、全体層崩壊と進行している。

鉄筋は一部を除いて丸鋼で、主筋は相当数入っているようであるが定着部にフックがなく、帯筋は極端に少ない。一方、柱梁接合部では主筋の貫通とか曲げ込みによる脱落防止の工夫がある程度されており、接合部が簡単に外れて柱梁がばらばらになるような粗悪な物はあまり見られない。ただし、接合部についても帯筋は極端に少なく、帯筋によってコンクリートを拘束してひび割れ後の耐力低下を押さえ、変形性能を増してフレーム全体の靱性を高める配慮は、被災建物に関する限り全く見られなかった。



図-2.3 柱断面縮小と自重による主鉄筋の座屈



図-2.4 接合部コンクリートの圧壊と脱落

今回の調査ではシュミットハンマーを持参し、原位置で被災建物のコンクリート強度を測定した。測定に当たってはコンクリート表面が露出していてクラックが少ない柱部材を選定し、原則として 12 回測定して最大と最小を除いた 10 回の平均値を測定値として採用し、定められた換算式で強度を算出した。一方、岡田・高井の提案による建物の Damage Index を被災状況の目視観察から定め、測定したコンクリート強度と比較した。図-2.5 がその結果である。

コンクリート強度の特に低い建物は崩壊し、強度の特に高い建物は被害を受けないという常識的な結果が見て取れるが、コンクリート強度が 25~45MPa の範囲の被災程度はばらついている。この範囲の被害は、コンクリートの品質によらず、鉄筋の配置、柱の配置と断面積、壁の配置、建物の形状、荷重等の構造設計要因と、コンクリートの品質以外の施工不良要因によっていると推定される。

被害を受けた Padang 市内の大型建物は 100 棟を下らないと思われ、それぞれの実際の構造と被災の状況を詳細に調査し分析しておくことは、今後の耐震設計の改善に役立つばかりでなく、次の大地震に備えた建物の補強方針の策定とそれを実行していく技術者の育成に大変役に立つ。既に取り壊しが始まっていることから、この調査は極めて急を要する。

また、調査した範囲でコンクリートの強度が特に低い建物は 2 例のみであった。一つは民間の商業施設であり、他の一つは州立図書館である。州立図書館は RC の 4 階建てであったか、既に解体され瓦礫撤去が始まっていたため詳細は不明である。これを除くと、コンクリートの強度をもって施工品質を評価する限り、一部で言われているような施工不良が公共建物の被害に結びついたという指摘は当たらない。

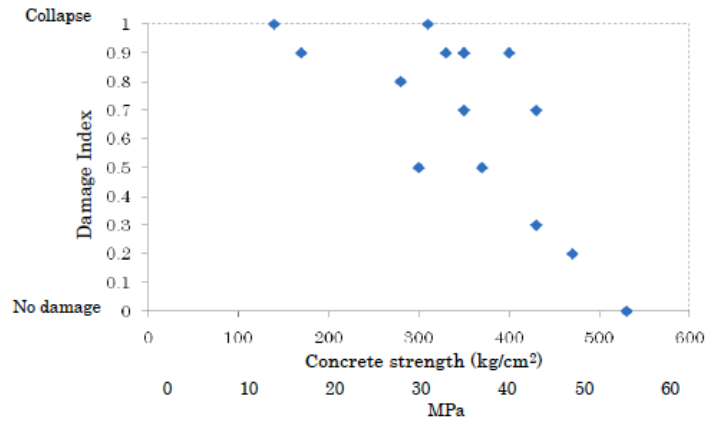


図-2.5 被災状況（目測）とコンクリート強度の比較

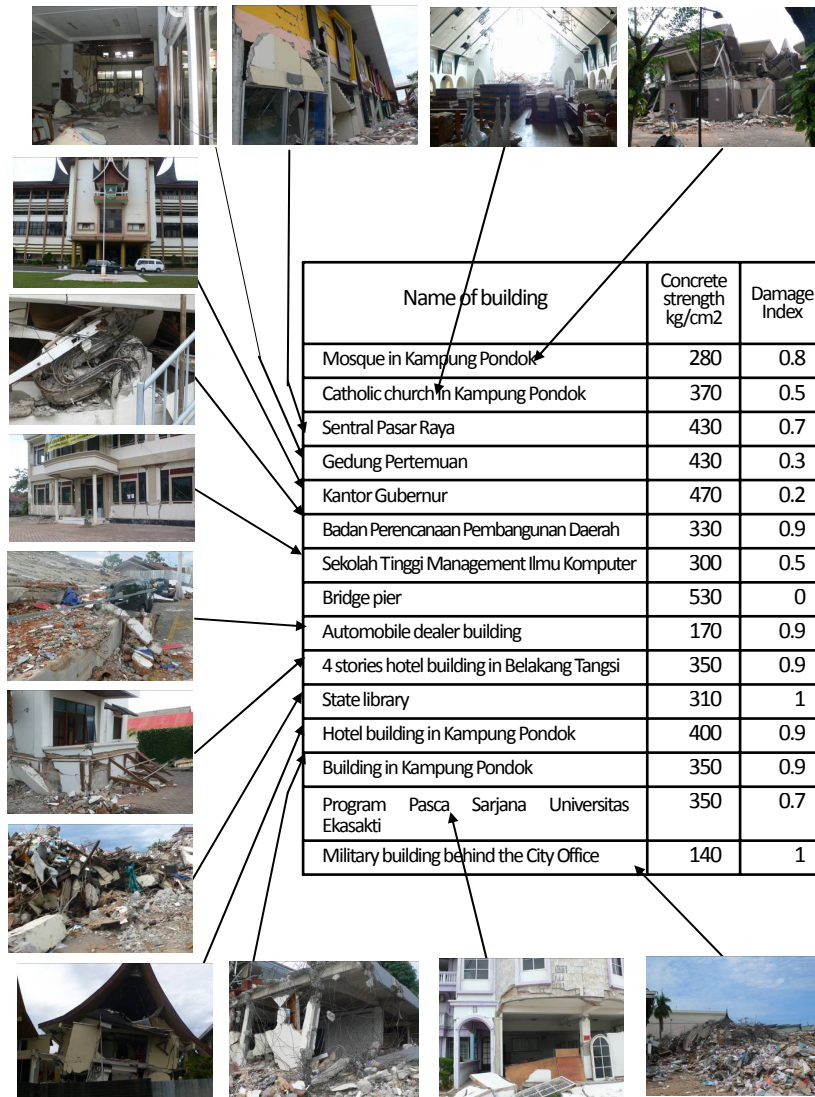


図-2.6 建物被害状況とコンクリート強度

2) Padang 市内の歴史的レンガ造建物

Padang 市街の南西部に位置する中華街は古いレンガ造の建物が多く、その大半が被災した。レンガの壁に木製の屋根を載せた構造で、2 階建てが大部分であるが、鉄筋による補強は見られなかった。これらの建物はオランダ時代の風情を残しており、それが失われるとすれば残念である。



図-2.7 歴史的レンガ造建物の被害

3) Padang-Pariaman 県の山村の被害

Padang 市から車で北に約 1 時間走った海岸沿いに人口が 8 万人程度の Pariaman 市がある。震源により近いが、この市内に大きな建物少なく、被害を受けた民家が散在する程度であった。しかし、Pariaman 市から内陸に約 1 時間ほど走るとほぼ全ての建物が被害を受けている山村が散在する。これらの山村では、Padang 市内や Pariaman 市内と比較して建築材料が明らかに脆弱である。我々が調査した Kudu 村と Alai 村は丘陵地帯の尾根にあり、地形効果による地震動の増幅が生じていた可能性があるが、主たる被害要因は材料と部材の強度不足であろう。



図-2.8 Pariaman 県の地図 (MapAction を切り取り加筆)



Kudu 村の民家の壁、手で崩せる



Alai 村の住宅、一階の柱が無筋のレンガ造

図-2.9 住宅の被害の様子

(6) 地滑りによる被害

Padang-pariaman 県の丘陵地帯はマサ土（風化花崗岩）と思われる粗粒の土で覆われており、地震の前日から雨が降っていたとのことで、地震の揺れにより滑った土砂が泥流となっていくつかの村落を襲っていた。最大の被害を受けた Tandikit 村とその周辺部だけで約 140 名の人が亡くなっている。近年、スマトラ島では山間部でも椰子の植林が広がっており、この植生の人工改変が山間部の地山の安定性に悪影響を与えていないか懸念される。



図-2.10 地滑りの様子（この泥流の下に、Tandikit 村が埋まっている。ヤシの根は浅い）

(7) 結び

- 1) Padang 市内の大型の建物については、今回の地震で発生したクラックに強度のあるグラウト材を注入しブロック壁を RC のせん断耐力壁に置き換えるなどの補強を効果的に行う必要がある。そのためには、被災建物が取り壊されたり外装のみが補修されたりする前に、実在の構造の状況と被災の状況を詳細に調査し、被災のメカニズムを分析することが喫緊の課題である。
- 2) Padang 市内の中華街に見られるレンガ造の歴史的建物の耐震補強や、山村で再建される建物に、本プロジェクトで開発されている安価な補強方法の適用が検討されるべきである。
- 3) 丘陵地帯や山間部では地滑りが広い範囲で発生しているので、その状況から植生の影響も含めた地滑りの主要危険要因を同定する調査を急ぎ進め、この地域の地滑りハザードマップを作成して対策に結びつけるべきである。

4) 被災を免れた Padang 市内のプロテスタント系の教会で、海外からの支援によって調達した米や食用油を小分けにして支援物資として配る準備が行われていた。近辺のイスラム系の青年達も参加して共同で作業をする様子には胸を打たれたが、山村部では箱を持った子供達が道ばたに並んで通行する車に支援金をせがむ援助漬けの影響が広がっており、複雑な思いであった。

謝辞 シュミットハンマーの貸与と地質に付き示唆いただいた(株)大林組技術研究所に深謝する。

参考文献 岡田成幸, 高井伸雄; 地震被害調査のための建物分類と破壊パターン, 日本建築学会構造系論文集第 524 号 65-72, 19

3. インドネシア・パダン市での防災の取組と津波避難予定ビル施設の状況

今村文彦 (東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター)

(1) はじめに

地震・津波常襲地域であるインドネシアの中での、スマトラ島沖では、非常に高頻度で地震と津波が発生している。2004 年スマトラ沖地震以降、M8 クラスの地震が相次ぎ発生し、現在、スマトラ島中央部パダン市沖に地震の空白域が残されていた。そこでは、高い発生確率で M8.6 以上の地震およびそれに伴う津波の発生が懸念され、パダン市を中心に防災のための活動が始まっている。地元の Andalas 大学や NGO 団体 KOGAMI などが地域と協力しながら、ハザードマップ作成や避難訓練、防災教育が展開されていた。

(2) 地震空白域の指摘

その中で、2007 年 9 月に空白域南側 (Bengkulu 沖) で、M8.4 および M7.9 の地震が発生し、4m を超える津波が沿岸に襲来している。パダン市内では、自動車シュールームなどの建物被害はあったが、地滑りや津波による被害は報告されていない。他の地域では、浸水する場所もあったが、強い揺れの後、自主的避難行動が実施され、津波による犠牲者はゼロであった (オメールら, 土木学会, 2008)。

パダン沖での地震・津波の発生可能性が益々高まる中、地域での Tsunami Official Map 作成のための国際会議や広域な予想浸水域ないでの避難緊急ビル指定の動きが活発化した。我が国においては、2009 年度より JST-JICA プロジェクト (地球規模課題対応国際科学技術協力事業) が始まり、地震・津波、火山などの自然災害に対する総合防災対策を文理融合された学際的なチームが事業を実施している。その中の 1 つのモデル地区がパダンである。

表-3.1 2004 年スマトラ沖地震以降のパダン市での取組

2004/12/26	スマトラ沖地震・津波	インドネシアで 17 万以上の犠牲者
2005/12 月	パダンでの内陸地震	避難パニック
2005 年頃から	防災啓発. 教育の始まり	空白域での地震や津波に対する備え Andalas 大学や NGO 団体 KOGAMI など
2007/9 月/12 日	スマトラ南地震津波	津波被害者ゼロ, 建物被害 3 棟ほど

2008/8月/26日	WS Tsunami Official Map	シナリオ, データの共有化, 国際協力
2009/8月/10日	JST-JICA プロジェクト始まる 津波本のインドネシア版	
2009/9月/30日	パダンでの直下地震	
2009/10/14	インド洋各国での同時津波避難 訓練	

(3) 2009年9月の地震

こうした中で、2009年9月30日現地時間で5時過ぎに、パダン沖でM7.6の地震が発生した。震源はスマトラ島パダン西北西50kmの海底で、深さは87kmであり、地震空白域で想定される地震よりも沿岸側で、規模が小さく、震源も深いものであった。そのため、パダン市およびパリアマン地区で、下から突き上げるような揺れによる強震により、建物、住宅、地滑りによる被害が多発した。市内中心部では、建物の倒壊と炎上報告されていて、複数のホテルが倒壊し、交通・通信手段が麻痺し、倒壊した建物のため、延焼が起こり、地震によって市内90万人の住民はパニックに陥り道路へ殺到したとされたと報告された。AFP通信によると、高層ビルも地震の影響によって倒壊し、水道管が破壊され街路に流れ出しているとされている。また、2棟以上の病院、複数の学校施設が倒壊し、道路、橋なども損壊し、交通が遮断されたようである。

(4) 現地調査報告

10月14日から2日にわたって、現場調査（ヒアリング、現地踏査、写真撮影）を実施し、ここでは、主に2点について報告する。

1) 地震発生直後からの災害情報と住民等の対応

市内の住民、学校の教員（校長）、防災担当者などに、ヒアリングし、以下のような状況を得た。当日、夕方5時過ぎ、突然、下から突き上げる縦揺れから始まり、横揺れも含んだ強震が2分程度続いた。3階建て以上の建物が倒壊したが、瞬間的に破壊したわけではなく、徐々に揺れながら倒壊したため、建物外に避難することも可能であった。地震発生後5分程度で、地震情報と津波に関する注意がBMGK（インドネシア気象庁）から流される（主にラジオ）。10分後には、PTWC（環太平洋津波警報センター）から津波注意に関する情報が出ている。ただし、この情報が住民まで伝達したという情報はない。次に、20分後には、津波の発生可能性はないと発表（震源が深い）された。ただし、市内では、車での移動・避難が多く、各地で、渋滞が報告された。

表-3.2 地震発生直後からの災害情報と住民等の動き

時間帯	項目	災害情報と住民行動
17:16:09	地震発生	縦揺れ、縦揺れと横揺れ 2分程度強震が続く
	揺れや被害	建物崩壊、地滑り、液状化、火災、避難時のパニックなどが報告
5分後	地震・津波情報 0.84S -99.65E M=7.6, H=71 km	パダン付近で地震発生したこと津波の発生の可能性があることが発表された（おもにラジオから）
10分後	地震・津波情報	PTWCから津波注意報（インドネシア、インド、タ

	0.9 S , 99.9 EA M7.7	イ, マレーシア) 発表 1時間25分後にキャンセル
	津波避難行動	各地で津波からの避難の行動が見られた. 主な道路で車による渋滞が発生した.
20-30分後	地震・津波情報	津波の発生可能性はないと発表(震源が深いため)

2) 津波避難ビル指定予定での建物被害状況

パダン市は平野であるためにここでの予想津波浸水域は広く、沿岸から浸水域に出るためには、4km以上の距離を移動しなければならない(horizontal evacuation). 地震発生から津波来襲までの避難余裕時間は30-40分程度と予想されているために、浸水域外に出ることは困難となる。そこで、平野部での人工構造物や建物であっても、津波浸水より高い場所が確保できれば利用しようという(vertical evacuation)検討がなされた。インドネシア・海洋水産省などの協力により市内158箇所の既存ビルに対して、避難ビルとしての利用が可能か(耐震性, 収容人数, アクセスなど)を検討していた。その中で、主要な建物10箇所を対象に、地震による影響を調べた。10箇所は、ホテル(2)、交流ホール(1)、大学(2)、ショッピングセンター(4)、役所(1)の内訳である。建物被害の程度について専門的な見地で検証したわけではないが、建物へアクセスは確保できるか? 住民が建物の中に安全に入ることが出来るか? 階段などを通じて高層階に移動できるか? の3点に着目して評価した。その結果、5箇所で避難することは困難であり、残りは今回の地震後でも利用可能であろうと判断した。

なお、津波に関しては、パダン港で最大振幅50cm程度が観測されたが、沿岸部、河口部での津波痕跡は確認されず、津波についての目撃や被害も報告されていない。小規模ながら、津波が観測されたと言うことで、今回の地震メカニズムを議論する際に、参考になると思われる。

(5) 最後に

今回の調査で指摘したい点を以下に挙げる：

- * パダン沖には、地震の空白域が以前として残っており、今回の復旧・復興は、次の予防として取り組まなければならない。しかも、緊急性が求められている。
- * 空白域での地震では、津波の浸水が予測されたため、津波避難ビルの指定は必要である。この時、指定ビルの耐震チェックは不可欠である。
- * 被災後の建物診断・被害判定の制度が必要(今回は、Andalas大の学生など急遽作られたチームが実施予定)
- * 防災の啓発・教育の発展(現在、NGO KOGAMIなどが展開している津波避難などを中心とした活動はあったが、耐震や防災技術全般が少ない)
- * 防災情報の内容と伝達の充実(緊急地震速報、津波警報などの住民への確実な伝達は不可欠)



写真-1 パダン市内でのヒアリングの様子（中学校で）



津波避難ビル候補の1つ（倒壊は免れたが、津波避難としての機能は有していない）



津波避難ビル候補の1つ（1階のフローアは完全に押しつぶされているが、完全崩壊でなく、人が歩ける程度の空間はあった）