

建築物(住宅・居住者)の被害の概要

Housing Damage and Loss

北後 明彦¹⁾

HOKUGO Akihiko

概要：地震発生から、約2ヶ月後に、建築物(住宅・居住者)の被害と住宅再建・生活再建の動きについて調査を行った。ここではそのうち被害状況について報告する。住宅の被害が集中した地域は、地震直後に発表された震源の位置から考えるとなぜその地域に集中したか要因が明らかではないが、地震から数日後に筑波大学から発表された震源と断層面上の滑り分布の範囲を見ると、その範囲の直上付近(断層面に沿って延長約50km、幅約15kmの範囲)に被害が集中し、断層面に近いほど家屋の倒壊率が高いことがわかった。これらの被害の大半は、農村部の集落で発生している。これらの集落では、無補強あるいは不十分な補強レンガ造の建物に被害が集中している。これらの住宅において、死者約5,700人、負傷者約38,000人が発生しているが、起床中、逃げだそうとして屋内の出入り口付近で多くの死者が発生している。屋外に出てもその付近で周辺の壁や塀の倒壊により死亡に至った例も多い。なお、無補強あるいは不十分な補強レンガ造の建物は、約50年前から建設されたものが多い。以前からの竹を用いた住宅は貧困を象徴するとの考え方から、建設費用が十分でない場合でも無理にレンガ造とする傾向があり、その結果、耐震性が確保されない建物が多数あって、今回の大きな被害につながっている。約50年前より前に発生した同様の規模の地震では、今回ほどの大きな被害は発生していない。

キーワード：住宅、居住者、震源、農村部、集落、倒壊、死傷者、無補強レンガ造、竹

1. 調査日程と調査方法

地震発生(2006年5月27日)から約2ヶ月後の2006年7月20日~27日、建築物の被害と住宅再建・生活再建の動きの調査のため、ガジヤマダ大学のイカプトラ氏、シダ氏、及び、ジョグジャカルタ大学のレトナ氏から被害状況等についての説明を受けるとともに、図1に示す10の集落において被災現場を視察するとともに住民にヒアリングを実施した。また、4つの集落においては目視による倒壊状況調査を実施した。

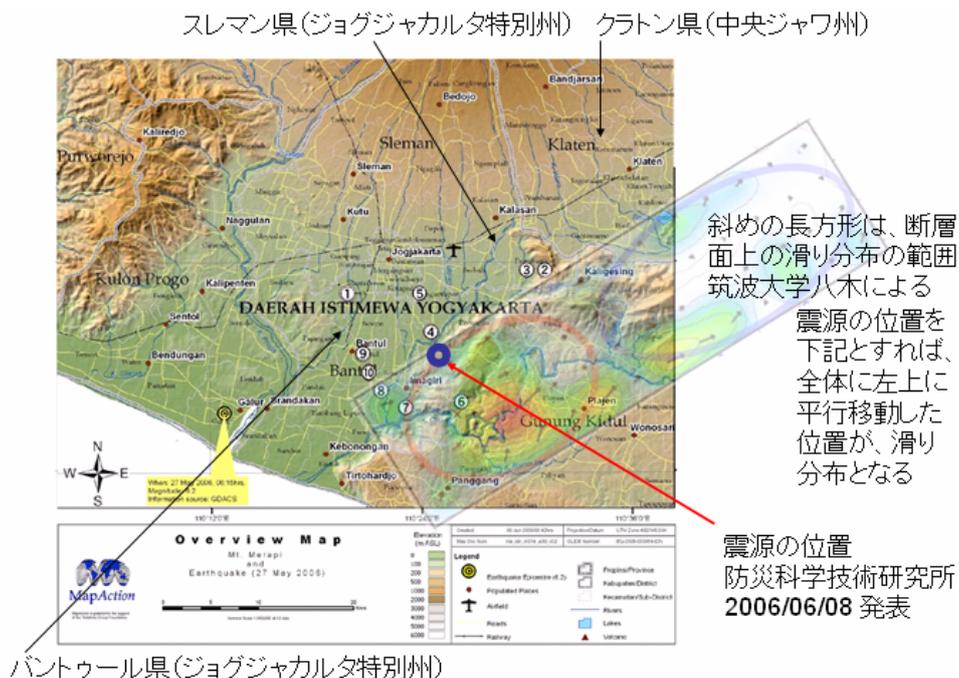


図1 調査を行った農村部の集落(図中の ~)及び震源¹⁾・滑り範囲²⁾の位置

2. 2006年5月27日の地震による住宅被害及び死傷者発生状況

インドネシア政府が発表しているデータによると、住宅の被害は表1に示すように、倒壊が約7万5千戸、中程度の被害約11万6千戸、軽度の被害約16万7千戸であった。この表の出典の国際機関とインドネシア政府の合同レポートによれば、中程度の被害のあった戸数の半分以上を再建が必要と見て、再建が必要な戸数が約15万6千戸、補修が必要な戸数が約20万戸あるとしている。

また、死傷者は、表2に示すように全体で死者5,716人、負傷者37,927人であった。死者の分布は、図2に示すように断層にそった範囲で発生数が多い。

倒壊家屋75,315戸において死者が発生したと仮定すると、死者が5,716人であるので倒壊家屋約13戸に1人の割合で死者が発生していることになる。阪神・淡路大震災では、同様の仮定をすると、全壊93,757棟で関連死を除く死者(火災による死者も含まれる)が5,502人なので全壊家屋17棟で死者1人の割合である。

表1 ジャワ島中部地震による住宅被害の状況³⁾

Districts	Housing Stock 2003	Totally Destroyed	Heavily Damaged	Lightly Damaged	Totally Destroyed Adjusted	Damaged Adjusted	% Housing Stock Destroyed	% Housing Stock Damaged
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]
Bantul	181,991	26,045	29,582	24,262	46,753	33,137	25.69	18.21
Klaten	280,513	27,270	55,112	84,283	65,849	100,817	23.47	35.94
Gn. Kidul	158,570	11,323	5,355	16,360	15,071	17,967	9.50	11.33
Sleman	196,965	4,719	14,403	29,910	14,801	34,231	7.51	17.38
Yogya	78,079	1,948	4,119	2,355	4,831	3,591	6.19	4.60
Kln. Progo	87,940	3,485	4,726	7,999	6,793	9,417	7.72	10.71
Sukoharjo	214,463	46	1,627	-	1,185	488	0.55	0.23
Wonogiri	261,044	15	11	67	23	70	0.01	0.03
Boyolali	219,537	276	626	637	715	825	0.33	0.38
Magelang	260,391	179	456	592	499	729	0.19	0.28
Purworejo	177,882	9	193	702	144	760	0.08	0.43
Totals	2,117,375	75,315	116,211	167,168	156,662	202,031	7.40%	9.54%

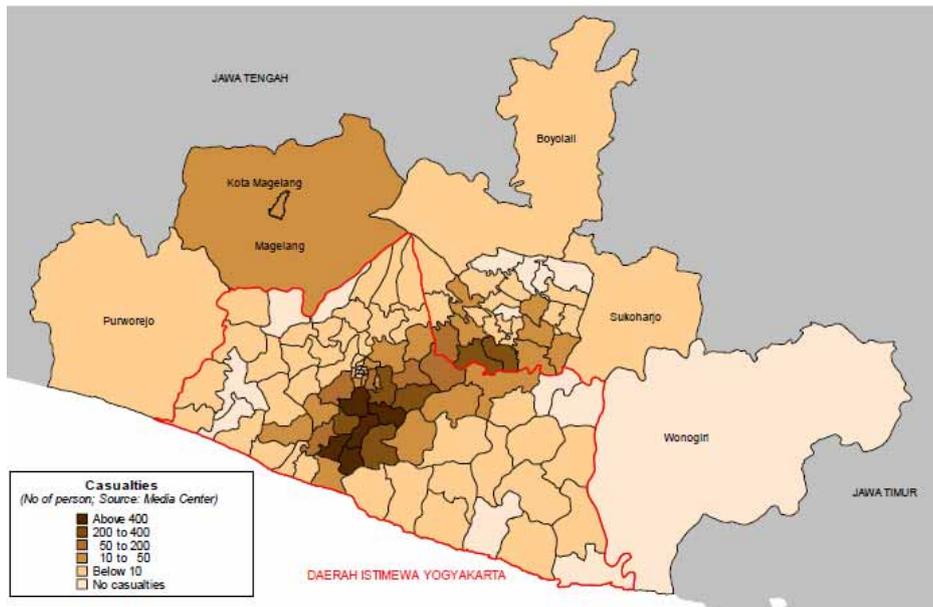
Notes [1] Source: National Census Data (Podes 2003)
 [2] [3] [4] Media Center Report Yogyakarta, June 7, 2006
 [5] Assumes 70% of heavily damaged units will need to be demolished and rebuilt.
 [6] Assumes 30% of heavily damaged units can be rehabilitated and/or repaired.
 [7] Is the ratio of column [5] to [1].
 [8] Is the ratio of [6] to [1].

表2 ジャワ島中部地震による死傷者発生状況³⁾

Table 2: Death Toll and Number of Injured of the Yogyakarta-Central Java Earthquake

Province and District	Death Toll	Number Injured
Yogyakarta	4,659	19,401
Bantul	4,121	12,026
Sleman	240	3,792
Yogyakarta City	195	318
Kulonprogo	22	2,179
Gunung Kidul	81	1,086
Central Java	1,057	18,526
Klaten	1,041	18,127
Magelang	10	24
Boyolali	4	300
Sukoharjo	1	67
Wonogiri	-	4
Purworejo	1	4
Total	5,716	37,927

Source: Yogyakarta Media Center, June 7, 2006



Source: Based on June 7, 2006 Figures

図2 ジャワ島中部地震による死者発生地域分布(郡別)³⁾

住民へのヒアリングによると、起床中、逃げだそうとして屋内の出入り口付近で多くの死者が発生しており、また、屋外に出てもその付近で周辺の壁や塀の倒壊により死亡に至った例も多いとのことである。

3. 震源からの距離別・構造別に見た住宅の被災率

図3に示す位置にある4つの集落において、住宅の被害程度の調査を目視で行った。各集落では一定のエリア(30戸程度)を設定し、その範囲内で調査を実施した。その結果、震源に近いほど大破の率が高いが、無補強組積造(レンガ造)は、震源から離れても被害の程度が大きく、一方、RC造や補強組積造の場合は、距離による被害の低減率が大きいことがわかった。

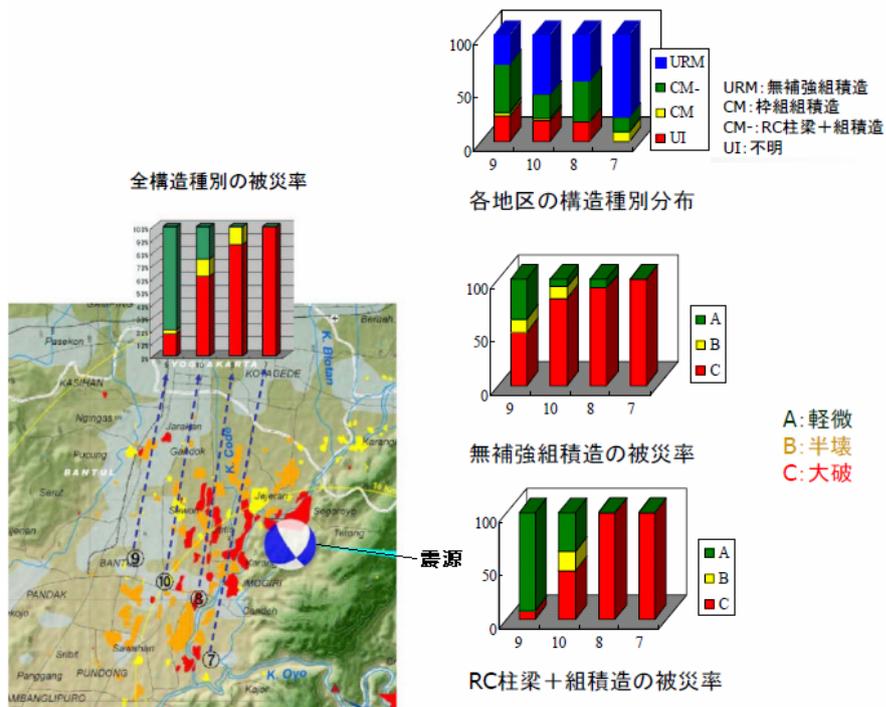


図3 調査した4集落における調査地区の被災率(難波尚作成)

4. 調査した各集落での被災状況

以下に、調査した集落における住宅の被災状況を示す。～ の位置は、図1に示す。 のコタクデ以外は農村にある集落である。

バンツール(Bantul)県カシハン(Kasihyan)郡のカソングン(Kasongan)村

<2006年7月21日16:30～17:30に訪問、案内・説明：イカプトラ、レトナ 村民にヒアリング>

a) 村の概要

陶芸の村。世帯数は、約2900戸。ガジャマダ大学が支援して、耐震化のコミュニティ・トレーニングに取り組みつつ、コア住宅による段階的再建が行われつつあった。

b) 被災状況

集落の中で、半壊、全壊の建物がそれぞれ数割程度で、一部損壊のしっかりした建物もあった。

スレマン(Sleman)県ブランバナン(Prambanan)郡のンレペン(Nglepen)村

<2006年7月22日11:30～12:30に訪問、案内・説明：レトナ 村民にヒアリング>

a) 村の概要

平野部の端部から始まる斜面にある村で地震後、大規模な地滑りが発生した。関連するRT(隣組)は2つで、合計の世帯数は約70戸。

b) 被災状況

地震後、1分以内に発生した地滑りで2つのRTで家屋が30棟以上、全壊となった。地震発生当時起きていたので(インドネシアでは、一般的な起床時刻は午前5時頃、地震発生は午前5時54分)、地震直後に家の外に逃げ出すと、1分もしないうちに地滑りが発生した。そのため死傷者は発生していない。土地は最大で約15m程度、移動している。

スレマン(Sleman)県ブランバナン(Prambanan)郡のクレロ(Klero)村

<2006年7月22日12:45～13:30に訪問、案内・説明：レトナ 村民にヒアリング>

a) 村の概要

4RTで構成される1RWの村で合計120世帯。スレマン郡のモデルハウスが1棟、建設されている。

b) 被災状況

全壊7割、半壊2割、一部損壊1割弱(目測による)。死傷者は発生していない。

バンツール(Bantul)県プレレット(Pleret)郡のクダトン(Keedaton)村訪問

<2006年7月22日15:50～17:30に訪問、案内・説明：レトナ 村民にヒアリング>



図4 バンツール県プレレット郡のクダトン村周辺の衛星写真(2006 Google Maps より、地震前)

a) 村の概要

レンガ用の土の地層の上にある村。148戸 700人（2つのRT）。

b) 被災状況

全壊 9割、半壊 1割弱（目測による）。死者 10人、重傷者 100人（現在も入院している。）

コタゲデ(Kotagede) ジョグジャカルタの古都

<2006年7月23日 10:30～17:30に訪問 説明 シダ>

a) コタゲデについて

16世紀からの街で、銀製品の発展とともに富を得た人々を中心に、各時代の特色のある建築物からなる街区を形成してきた。40年程前からは、銀産業等の衰退とともに特色のある建物を維持していく地域の力が失われていた。ジョグジャカルタ市の南東にあるが、行政区はジョグジャカルタ市とバンツール県バンゲントパン郡に分かれる。

街区の特色は、ジャラン・ルグナ（調和の道）と呼ばれる私有地の中に地域の人が通行できる細街路が張り巡らされ、ジャワ島特有の聖なる空間のある建物を中心とする各世帯の建物群が隣接して配置されている。

b) 被災状況

コタゲデの歴史的街区では、全壊 1割、半壊 2割、一部損壊 2割程度（目測による）。歴史的に重要な建物の被害としては、150棟中、88棟に被害が生じている。



図5 コタゲデ周辺の衛星写真(2006 Google Mapsより、地震前)

バンツール(Bantul)県デリンゴ(Dlingo)郡マンガナン(Magunan)村スコラメ(Sukorame)地区

<2006年7月26日 11:00～12:00及び18:30～21:00に訪問 小学校長及びNICCO担当者にヒアリング>

a) 地区の概要

イモギリから約7km、山の中に入った集落、247世帯。

b) 被災状況

全半壊 1割以下（目測による）。死者は発生していない。竹造の家が多く、竹造ではほとんど被害を生じていない。

一方、この地域では、診療所・幼稚園・小学校などの公共建築物に被害が集中している。これらの公共施設は住民自らが設計、建設を行うので、予算を下げるために細い鉄筋を使うなど材料を節約したり、手抜き工事となりやすいことが原因とみなされている。

スコラメの小学校では、6教室のうち、4教室の被害が大きく再建の必要がある。残りの2教室は、補修の予定である。



図6 バンツール県デリングゴ郡マンガナン村スコラメ地区小学校周辺の衛星写真(2006 Google Maps より、地震前)

バンツール(Bantul)県イモギリ(Imogiri)郡のスリハルジョ村(Desa Sriharjo)
 < 2006年7月26日 14:15 ~ 14:55 に訪問 案内：レトナ 村の代表者にヒアリング >



図7 イモギリ郡スリハルジョ村周辺の衛星写真(2006 Google Maps より、地震前)

a) 村の概要

13の地区(Pedukuhan) 62のRTからなる。2,407戸 8,887人。

築50年くらいのレンガ造は、無補強であり、約25年前から、補強された形式が用いられ始めたが一般的ではなかった。約15年前から、全体的にRC造の柱・梁で補強した形式が一般的になった。補強されているものであっても鉄筋が約8mmと細く(柱には、これが4本入っている) 施工も不十分なものが多い。一部街区21戸についての調査では、77%が無補強のレンガ造であった。

b) 被災状況

全壊10割弱、半壊1割弱(目測による)。一部街区(21戸)についての実測によると、倒壊91%、大破9%。提供を受けたこの村の被害集計表によると、全壊1239戸(52%)、半壊558戸(23%)、一部損壊514戸(21%)、被害なし96戸(4%)。死者86人発生。地震が発生して、人々は家の中から外に出ようとした。外への出口付近(屋内側)で死亡した人が多い。また、外に出たところで、隣とのフェンスなどとの間で、フェンスが崩れたり、屋根瓦が落ちてきて死傷が発生している。

バンツール(Bantul)県ジェティス(Jetis)郡のチャンデン(Canden)村プレンプタン(Plenbutan)地区
< 2006年7月26日 15:15~16:00 訪問 案内：レトナ >



図8 バンツール県ジェティス郡チャンデン村プレンプタン地区の広場周辺(2006 Google Maps より、地震前)

a) 地区の概要

150 戸 (3 つの RT)、一部街区 28 戸についての調査では、28%が無補強のレンガ造であった。

b) 被災状況

全壊 9 割、半壊 1 割弱 (目測による。一部街区 28 戸についての実測では、倒壊 75%、大破 11%、小破 14%)。死者 4 人。死者は、家の中において、レンガの壁が倒れてきて発生している (家の中で洗濯中の人 1 名、孫に食事を与えていた人 1 名、お祈り中の人 2 名。すべて 50 歳以上であった)。

バンツール(Bantul)県バンツール(Bantul)郡トリレンゴ(Trirenggo)村のボゴラン(Bogoran)地区
< 2006年7月26日 16:10~16:50 訪問 案内：ブドヨ 区長にヒアリング >

a) 地区の概要

297 戸 1238 人 (5 つの RT)

一部街区 29 戸についての調査では、43%が無補強のレンガ造であった。

b) 被災状況

全壊 1 割、半壊 2 割、一部損傷 7 割 (目測による。一部街区 29 戸についての実測では、倒壊 7%、大破 10%、中破 3%、小破 14%、軽微 66%)。提供を受けたこの村の被害集計表によると、全壊 37 戸(12%)、半壊 206 戸(69%)、一部損壊 61 戸(20%)。

死者 4 人。

バンツール(Bantul)県ジェティス(Jetis)郡バクラン(Bakuran)村のバクランウェタ(Bakuran Wetah)地区
< 2006年7月26日 17:10~17:40 訪問 案内：ブドヨ 区長にヒアリング >

a) 地区の概要

242 戸 854 人 (4 つの RT) 水田地帯にあり、住民は農民。一部街区 48 戸についての調査では、54%が無補強のレンガ造であった。

b) 被災状況

242 戸中、全壊 161 戸(67%)、半壊 72 戸(30%)、一部損壊 9 戸(4%)。一部街区 48 戸についての実測では、倒壊 19%、大破 42%、中破 13%、小破 0%、軽微 25%)。死者 6 人、負傷者 20 人。ヒアリングした世帯では、息子がベッドメーカー中に負傷し、現在、ソロ市の病院で入院している (ジョグジャカルタの病院は人でいっぱいのため)。この家は無補強のレンガ造 (一部、外部に壁を支えるフレームが入っている。13 年前に大工に頼んで建設したもの) であるが、外壁は倒壊していない。負傷は、内部のレンガ壁の倒壊で発生している。世帯主は、息子を抱えて水田の方向に避難した。

5. これまでの地震発生記録と被害発生状況の比較

現地発行の新聞（コンパス紙）等によれば、これまでジョグジャカルタ周辺で、表3に示すように地震が発生している。

表3 これまでにジョグジャカルタ周辺において発生した地震の記録

発生年	被害の程度	地震の規模または震度
1549年	ブランバナン寺院倒壊	不明
1867年	家屋倒壊 372 棟 死者 5 人	8-9 MMI (震度 6 弱-)
1943年	家屋倒壊 2,800 棟 死者 213 人	8MMI (震度 6 弱)
1981年	7 階建ての建物にひび	5,6 SR
2006年	建物倒壊 75,000 棟、死者 5,700 人	震度 6 弱?

(MMI:改正メルカリ震度)

無補強あるいは不十分な補強レンガ造の建物は、約 50 年前から建設されたものが多く、過去の地震では、まだレンガ造の普及が広範囲になされてなく、竹や木を用いた建物が大半で、死傷者数が少なかったと考えられる。今回の調査でも、竹造家屋での被災率は低かった。

レンガ造が普及したのは、竹を用いた家屋は貧困層と見られるため、資金が不足しても無理をしてレンガ造とするようになり、不十分なレンガ造が多く作られるようになったとのことである。政府の貧困についての統計では、竹造家屋居住者を貧困層としていることが背景にある。なお、周辺では、レンガ用の土が豊富であることや、夏の暑い気候にレンガ造が適合しているということも、レンガ造が普及した原因といえる。

レンガ造が地震に弱いこと、及び、この地域が地震多発地帯であることが認識されずに無補強あるいは補強の程度が十分でないレンガ造（レンガ造に入れるべき RC 造のフレームを全て省略、あるいは、一部を省略）が建設されてきたことが、今回の大規模な被害につながってしまったといえる。

6. まとめ

調査の結果、あきらかとなったことは、以下の通りである。

- (1) 震源と断層面上の滑り分布の範囲の直上付近(断層面に沿って延長約 50 km、幅約 15 km の範囲)に被害が集中し、断層面に近いほど家屋の倒壊率が高い。
- (2) 被害の大半は、農村部の集落で発生している。
- (3) これらの集落では、無補強あるいは不十分な補強レンガ造の建物に被害が集中している。
- (4) これらの集落における住宅で、死者約 5,700 人、負傷者約 38,000 人が発生しているが、起床中、逃げだそうとして屋内の出入り口付近で多くの死者が発生している。屋外に出てもその付近で周辺の壁や塀の倒壊により死亡に至った例も多い。
- (5) 無補強あるいは不十分な補強レンガ造の建物は、約 50 年前から建設されたものが多い。以前からの竹を用いた住宅は貧困を象徴するとの考え方から、建設費用が十分でない場合でも無理にレンガ造とする傾向があり、その結果、耐震性が確保されない建物が多数あって、今回の大きな被害につながっている。
- (6) 約 50 年前より前に発生した同様の規模の地震では、今回ほどの大きな被害は発生していない。

引用文献

- 1) 筑波大学八木勇治研究室のホームページ
- 2) 防災科学技術研究所のホームページ
- 3) A joint report of BAPPENAS, the Provincial and Local Governments of D.I.Yogyakarta, the Provincial and Local Governments of Central Java, and international partners, June 2006
<http://www.reliefweb.int/library/documents/2006/adb-idn-15jun.pdf>

筆者： 1) 北後明彦、都市安全研究センター、助教授