

2. 被害の特徴 — 顕在化した加害要因と抑制要因 —

名古屋工業大学 岡田成幸

本稿では同地震による被害、特に住家被害と人的被害に焦点を当て、その特徴を述べると共に、他の地震（地域）との比較において加害要因と抑制要因について考察を加え、要因の普遍性の議論と共にこの地震から得るべき人的被害軽減のための教訓を整理する。

■基本資料

解析に用いた住家被害と人的被害に関する資料は以下のとおりである。

- 1) 消防庁発表（第70報）の市町村別被害一覧（表1参照）
- 2) 小千谷市における被災世帯聞き取り合同調査（名工大、北大、信州大、長岡造形大、秋田県立大）



図1

- 3) 小千谷市全世帯アンケート調査（名工大、東濃地震科学研究所・他）

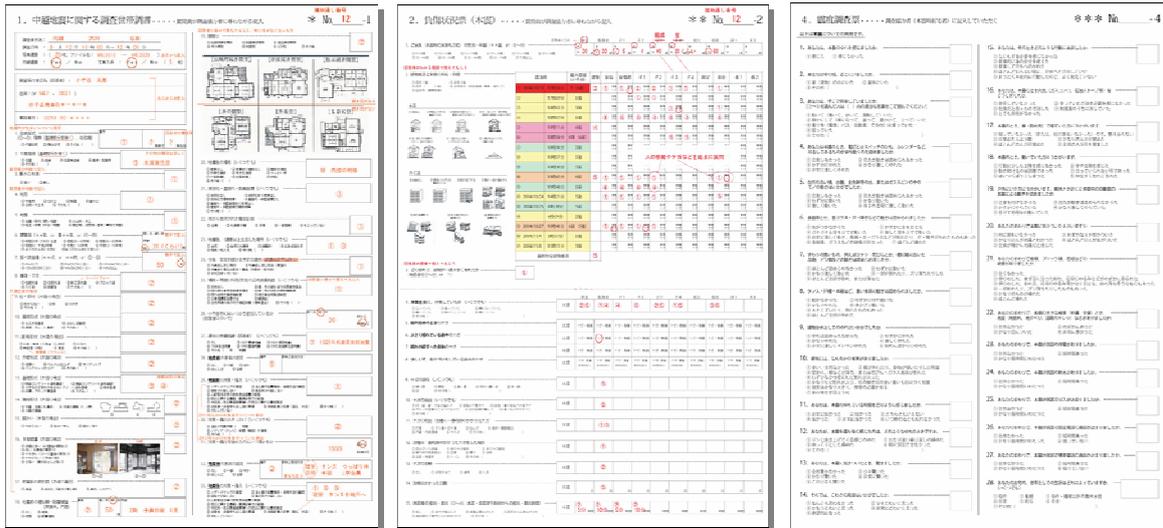


図2

（建物被害票）

（負傷・行動票）

（アンケート震度票）

表 1

平成16年(2004年)新潟県中越地震10月23日17時56分頃の地震:消防庁第70報(2006年2月1日17時00分発表)

県	市町村名	現在名	計測震度	K-NET平滑震度	人的被害			住家被害		
			(気象庁発表)	(本研究算定)	死者 (人)	重傷 (人)	軽傷 (人)	全壊 (棟)	半壊 (棟)	一部破損 (棟)
新潟県	小千谷市		6強	6.7	17	120	665	622	2,749	7,521
	川口町		7	6.4	6	38	24	606	490	297
	山古志村	長岡市	6強	6.2	4	12	13	339	296	112
	小国町	長岡市	6強	6.2	1	1	23	125	642	1,175
	越路町	長岡市	6弱	5.8	1	5	88	152	824	2,624
	長岡市	長岡市	6弱	5.5	11	260	1,848	927	5,865	42,546
	中之島町	長岡市	5強	5.0		5	13		26	2,573
	三島町	長岡市	6弱	4.9		2	6	3	25	1,664
	十日町市	十日町市	6弱	6.1	8	55	502	100	1,019	11,075
	川西町	十日町市	6弱	5.6	1	14	11	5	87	1,559
	中里村	十日町市	6弱	5.4		1	8		9	659
	松代町	十日町市	5強	5.2			1		3	350
	松之山町	十日町市	5強	5.2				2		90
	堀之内町	魚沼市	6弱	5.8	1	10	138	56	259	1,387
	小出町	魚沼市	5強	5.5	1	5	69	1	19	874
	広神村	魚沼市	6弱	5.3	1	3	45	12	76	1,080
	守門村	魚沼市	6弱	5.3		2	19	6	33	575
	入広瀬村	魚沼市	6弱	5.2		1	2		5	119
	湯之谷村	魚沼市	5弱	5.1	2	1	21			289
	栃尾市	長岡市	6弱	5.6	1	14	78	45	300	5,687
	加茂市		5弱	5.5		1	3		4	127
	見附市		5強	5.4	2	49	465	52	523	9,342
	大和町	南魚沼市	5強	5.4	1	5	1	4	3	817
	六日町	南魚沼市	5強	5.2		1	14	3	1	846
	高柳町	柏崎市	5弱	5.3					3	268
	柏崎市	柏崎市	5弱	4.9		12	53	27	293	4,586
	西山町	柏崎市	5弱	4.7		1	6	11	34	658
	下田村	三条市		5.2						19
	上越市	上越市	5弱	5.2			1			10
	柿崎町	上越市	5弱	5.1						2
	頸城村	上越市	5弱	5.1						
	吉川町	上越市	5弱	5.0						
	安塚町	上越市	5強	4.9						8
	浦川原村	上越市	5弱	4.9			1			
	三和村	上越市	5弱	4.8						4
	牧村	上越市	5弱	4.0						1
	塩沢町		5強	5.1		4	1			707
	津南町		5強	5.0		3	10		1	233
	栄町	三条市	5弱	4.9		3			8	517
	三条市	三条市	5弱	4.8			8			300
	刈羽村		6弱	4.8		3	5	67	124	786
	与板町		5強	4.7			4		6	986
	燕市		5弱	4.7			1	2		54
	湯沢町			4.5	1		1			
	吉田町		5弱	4.5						2
	巻町		5弱	4.5			1			
	小須戸町	新潟市		4.4						1
	新潟市	新潟市		4.1			4			
	新津市	新潟市		3.9			1			
	亀田町	新潟市		3.9			1			
横越町	新潟市		3.8			1				
和島村	長岡市	5強	4.4		2	1			300	
出雲崎町		5強	4.4		1			7	100	
弥彦村		5弱	4.4							
分水町		5弱	4.4			2	8	24	87	
妙高高原町	妙高市		4.3			1				
寺泊町			4.1			1		14	586	
新潟県計					59	635	4,160	3,175	13,772	103,603
福島県計										1
群馬県計							6			1,055
埼玉県計							1			
長野県計						1	2			7
総計					59	636	4,169	3,175	13,772	104,666

■要因の整理

地震について襲う側からの要因を、時の条件と揺れの条件から以下に整理する。

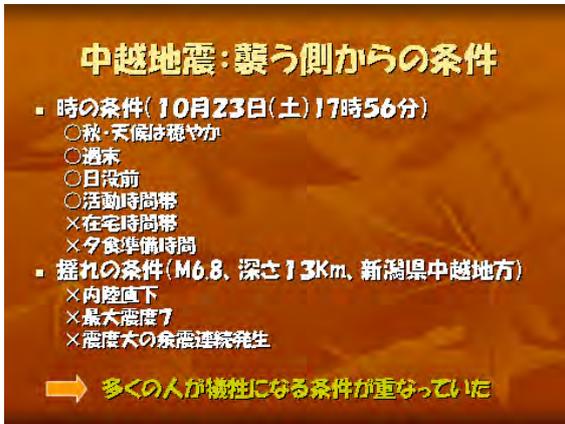


図 3

揺れに関する条件（震度分布と被害分布）

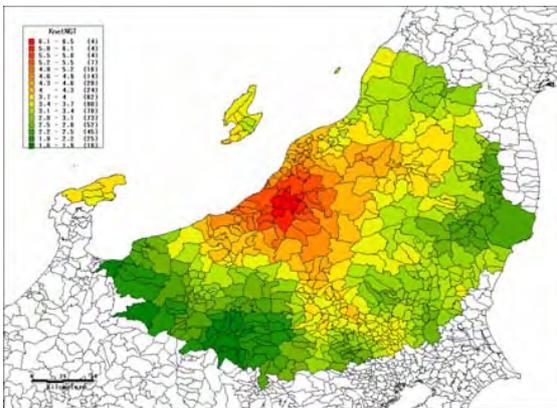


図 4

余震の連続発生

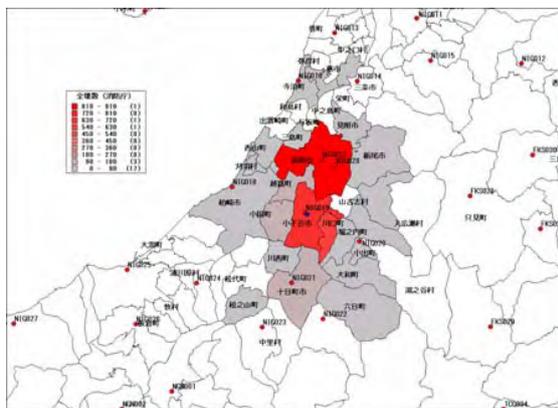


図 5

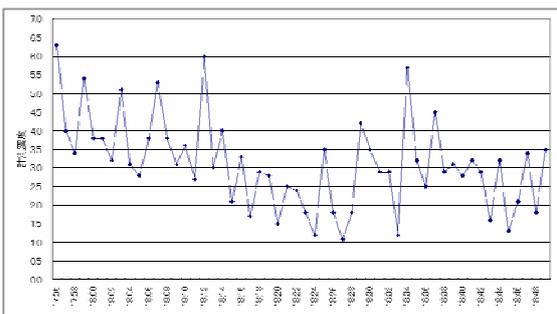


図 6

中越地方について襲われる側からの要因を、住家構造安全性と計画安全性から整理する。



図 7



図 8

■住家被害の特徴

地震動強さ（震度）に対する住家被害率は以下の傾向にある。

中越地方の被害率≒日本平均の被害率>北海道の被害率≒鳥取県の被害率

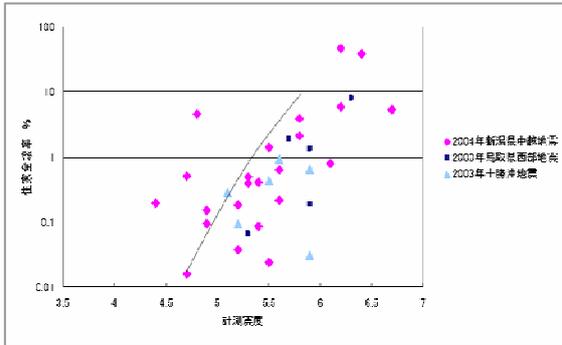


図 9

被害の傾向は図 8 に示した地域別の住家耐震性（耐震評点、構法の地域性）と調和的である。



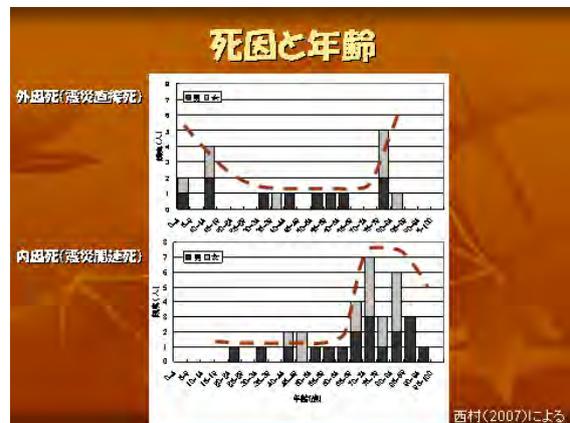
図 10

■人的被害の特徴

死者は多かったが、その多くは関連死であった。建物倒壊に伴う直接死は 10 名に留まる。



図 11



西村(2007)による

図 12

しかし、建物被害に対する負傷者の割合は他地域（北海道）に比べて低かった。

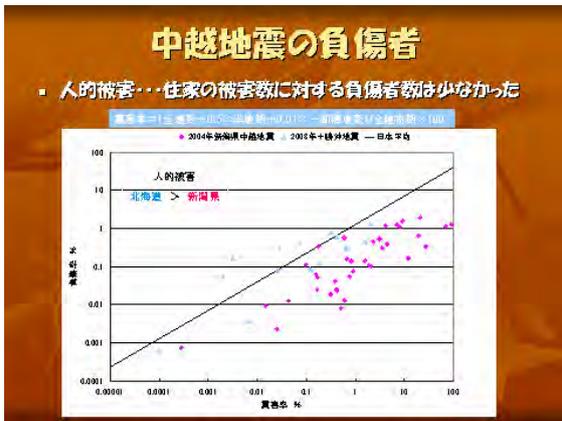


図 13

この理由は、図 8 に示す人的被災ポテンシャル（持ち家具数/延べ床面積）から説明される。

北海道の人的被災ポテンシャル > 中越地方の人的被災ポテンシャル

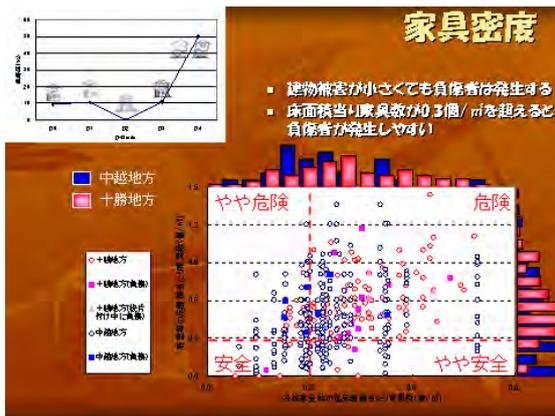


図 14

負傷した時間帯は殆どが本震の揺れている最中。

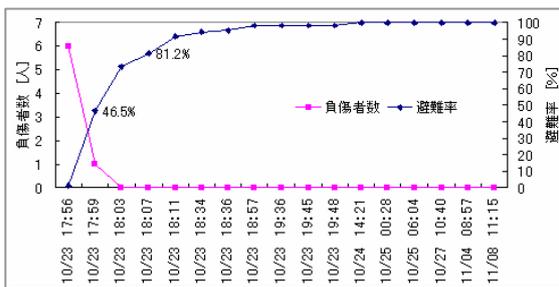


図 15

十勝沖地震（北海道）における地震後の負傷時間帯の存在と際立った違いを見せている。

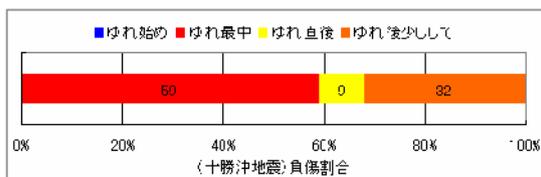


図 16

余震発生時の機敏な退避行動。

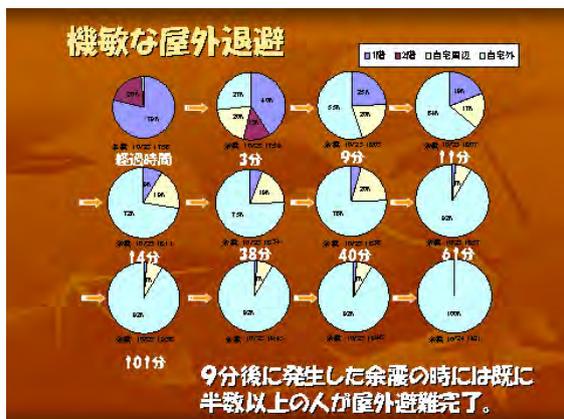


図 17

退避行動をサポートした中越地方独特の中廊下型平面計画。居間中心型（北海道）との比較。

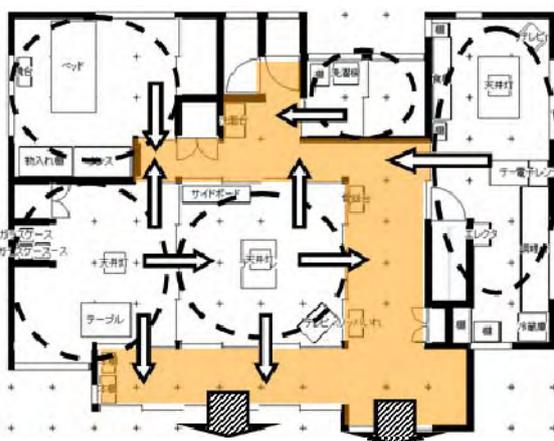


図 18

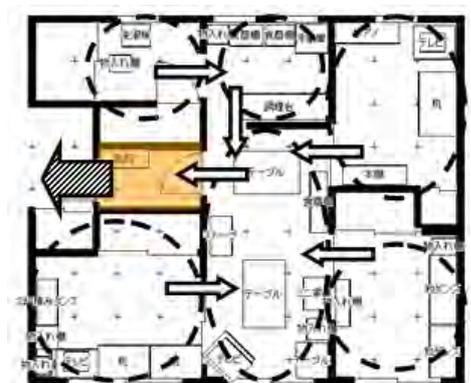


図 19

床面積の広さ、避難経路としての中廊下の優位性が認められる。

■被害の特徴とそこから学ぶべき教訓

建物被害の特徴と教訓

建物被害の特徴と教訓

- 震度に対する被害数は既往地震に比較し平均的。
- 最近の住家は耐震的であるが、古くて耐震性の劣る住家がかなり残っていた。
- 全壊住家の殆どは本震でやられた。
- 全壊または余震で被害進行する住家は、古くて耐震診断値が低かった。
- 耐震性の劣る住家は、本震で被害が小さくても余震でやられる可能性が高いので、地震終息宣言まで避難(あるいは耐震補強)すべきである。

図 20

死者に関する特徴と教訓

死者発生の特徴

- 死者数は既往地震に比較し多かったが、関連死が多かったためである。
- 関連死の多くは、既往症を抱えた人または高齢者。
- 建物倒壊に伴う直接死は、既往地震と比較し平均的。
- 建物全壊(D5以上の倒壊)が本震により発生したことに関連し、倒壊による死者も本震による。

➡ 層崩壊(D5以上)を避ける耐震補強をしても死者を防ぐには限界がある。

➡ 地震後住めなくなる環境(D3以上、室内崩壊)が死者を生む。

図 21

負傷者に関する教訓

負傷発生の特徴と教訓

- 中越地震では建物被害の割りに人的被害が少なかった。
- 床面積当り家具数 = 0.3個 / m²が負傷発生を左右する大凡の閾値である。(室内収容)
- ゆれ最中の家具支持や火気始末等、無理な行動が負傷につながっている。(人間行動)
- 中越地方は床面積が広いが、相対的に床面積当り家具数が小さい。(被災ポテンシャル)
- 居室と直結する広い廊下が避難経路として有効に機能し、地震直後の負傷発生を抑制した。(間取り)
- 地震直後に負傷しなくても、余震で建物破壊が進行し負傷するケースがみられる。(老朽家屋の耐震補強・改修必要)

図 22

■ その他の条件

家族構成が負傷を誘発する事例もある (十勝沖地震：北海道)。

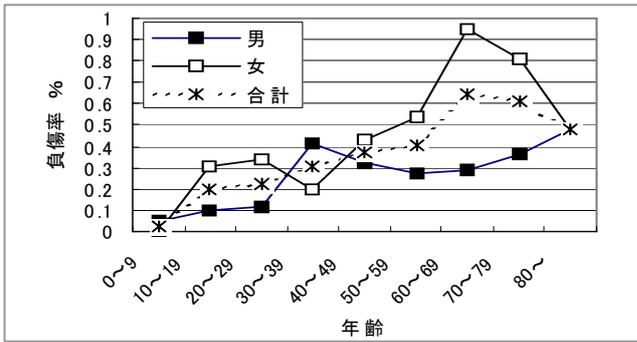


図 23

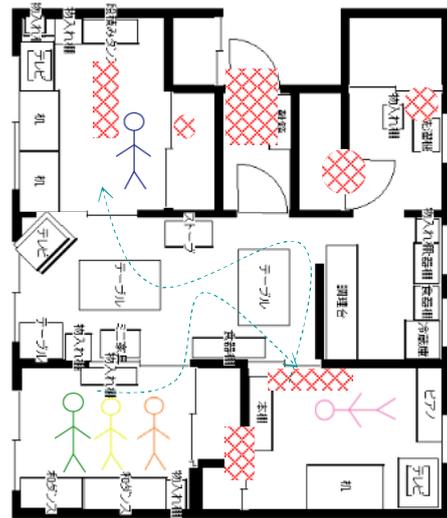


図 24

	父			母			子		
	初期微動	主要動	直後	初期微動	主要動	直後	初期微動	主要動	直後
100	静止	静止	移動	弱者介護	弱者介護	移動	静止	静止	移動
75			状況確認			状況確認+情報収集			
			着替え			避難路確保			
			移動	静止	静止	移動			静止
			ポ一っと その他行動			着替え+火気始末			着替え
50			情報収集			状況確認			睡眠
	弱者介護	弱者介護	移動	避難	静止	状況確認			
25			着替え			着替え			
			情報収集	移動	移動	情報収集			
0	家具支持	家具支持	状況確認	家具支持	家具支持	移動	避難	静止	移動
	家具支持+弱者介護	家具支持+弱者介護	状況確認			後片付け		移動	
	弱者介護+小行動	静止	状況確認	移動+弱者介護	移動+弱者介護	その他行動		避難	移動+その他行動
	小行動	静止	状況確認	移動+弱者介護	静止			静止	着替え
	移動	静止+その他行動	火気始末	小行動	静止	状況確認		移動	移動
							小行動	静止	情報収集

図 25

■安全規範の考え方

○揺れている最中の行為

家具転倒領域率 [家具転倒面積/(延べ床面積-家具専有面積)] と負傷確率の普遍的関係

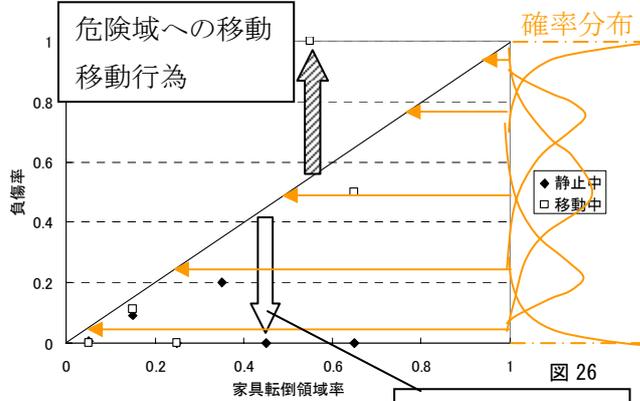


図 26

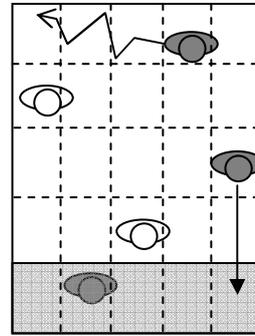


図 27

静止状態での負傷確率=転倒領域率

家具密度と家具転倒領域率の普遍的関係

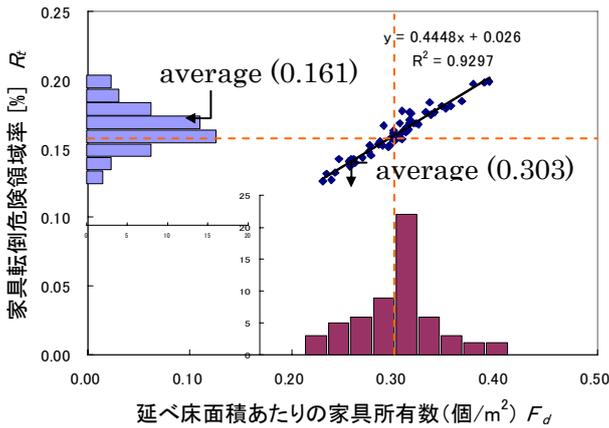


図 28

負傷者頭在化の家具密度 (危険家具密度)

家具密度と非転倒面積の関係

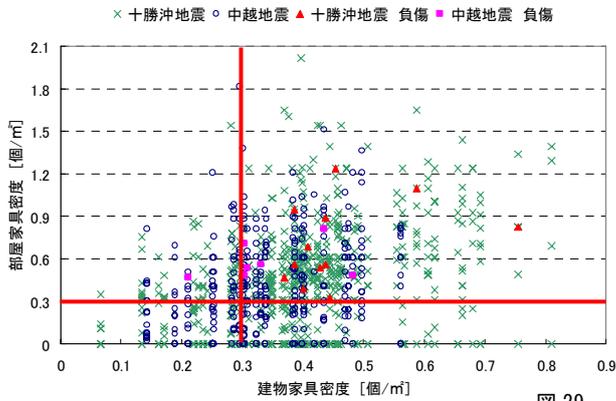


図 29

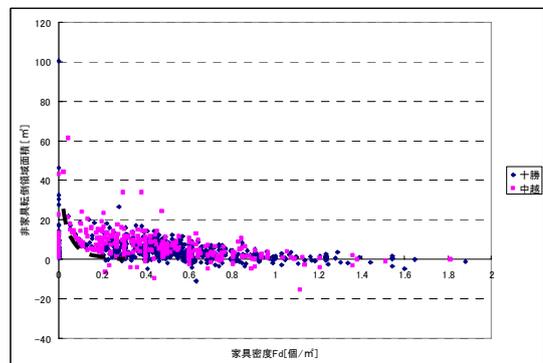


図 30

○事前対策

家具密度 0.3 個/m² 以下への低減

6. 木造家屋の悉皆調査（柏崎市の一地区）による家屋被害の分析

（岡田成幸）

6.1 調査目的と調査地域

建物の悉皆調査とは、あるエリア内の建物の被害状態に関する全数調査をいう。目的は大きく二つあげることが出来る。被害の全体像を量的に捉えることであり、これにより被害量を過去の被害や地域差、すなわち災害インパクトあるいは建物の耐震性能の違いから議論することが可能となる。二つめは地域内被害分布の量的把握であり、地域のハザード情報や地質・地形等のレーンバ情報とのオーバラップにより当該地域の脆弱エリア同定に活用出来る。

7月23日～8月4日にかけて、日本建築学会北陸支部・東海支部・関東支部を主体とする約60名の協力者の下、柏崎市の被災中心地（東本町1・2・3丁目、西本町1・2丁目、中央町、諏訪町、四谷1丁目、西港町、栄町、新花町、荒浜1丁目）、および刈羽村と旧西山町について、約2,800棟の外観目視調査を行った。

6.2 調査結果の概要

(1) 被害分布

調査建物被害分布と地形分類との関係（PPT18）を示す。層崩壊した建物は砂丘と低地との境界付近で特に顕著である。建物周辺に液状化痕を含む地盤変状ありと判定された地域分布も建物との被害分布及び砂丘との境界線との位置相関は高く、地形による被害増幅が認められる。

(2) 被害率

構造別に見た被害割合（PPT11）をみると木造の全壊率（D4以上の発生率）は15.2%である。柏崎市役所で計測された計測震度は6.3（震度6強）であり、仮に調査地区の震度代表値とし既往の震度—木造建物被害率関数より算定すると16.3%の全壊率を得、木造に関してはこれまで同様の被害を被ったことが分かる。木造の破壊パターンから計算される死者数も8.14人と評価され、柏崎市の建物倒壊に伴う死者数9人を説明する。一方、非木造建物（S造やRC造）の被害は比較的少なく、それぞれの全壊率は2.2%、1.9%であり、層崩壊は発生していない。

(3) 建物属性別破壊パターン

建物属性別破壊パターンの頻度分布（PPT14,15）をみると、築年数の古いもの程、また店舗併用住宅など地上階がsoft-storyなものほどDamage Levelの大きな深刻な被害発生割合が高い。一方、古くても屋根に軽量の金属を採用した建物は層崩壊に至っていない。

6.3 まとめと私見

被災中心地域の悉皆調査の実施と、そのマクロ的粗解析を通じて、主として今回の被害の大きさについて量的考察を試みた。その結果、建物の被害率・人的被害発生率に既往地震との差はなく、また、被害の主原因も従来から指摘されているように建物の老朽化・重量屋根・地上階の大きな開口部にあるようである。すなわち、建物1階部分の耐震性が十分に確保されていないことによる。

建物被害と人的被害の両面において、既往地震と同じ程度の被害を出してしまったことに、我々はおもって敏感になるべきであろう。研究的には被害の原因は、今後の詳細調査解析により、より精緻化されることが期待される。しかし、建物が潰れ、尊い人命が失われた主要因は、これまで我々が得てきた知識で大略説明が可能であるし、また提示してきた対策法でその大部分は解決が可能であろう。問題は、それが対策実施につながっていかない行政的手法に問題の多くが内在しているように思われる。

2007年新潟県中越沖地震



岡田成幸
名古屋工業大学

建物悉皆調査の概要

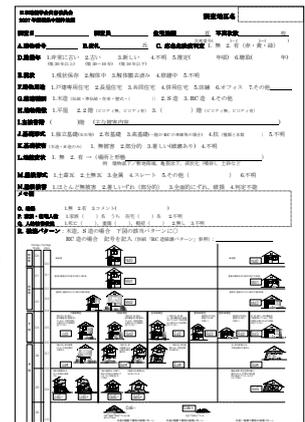
悉皆調査WG長:名古屋工業大学 岡田成幸
 調査期間:2007年7月23日~8月4日(約2週間)
 調査機関:日本建築学会災害委員会
 北陸支部(新潟大学, 信州大学, 金沢大学,
 小山高専, 富山支所)
 東海支部(名古屋大学, 名古屋工業大学,
 豊田高専, 三重大学)
 関東支部, 京都大学防災研究所
 調査人数:約60名
 調査地域:柏崎市(東本町1,2,3, 西本町1,2, 中央町, 諏訪町,
 四谷1, 西港町, 栄町, 新花町, 荒浜など),
 刈羽村(刈羽), 旧西山町
 調査棟数:2,800棟

悉皆調査の目的

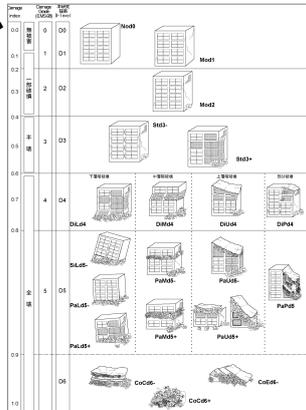
- 1. 当地震の被害全体量の把握**
 → 被害量を過去の地震や地域と比較することにより、当地震の災害インパクトの大きさや当該地域の建物耐震性について議論することが出来る。
- 2. 当該地域における被害分布の把握**
 → 当該地域の脆弱エリアを同定し、地域防災情報として活用出来る。

悉皆調査内容

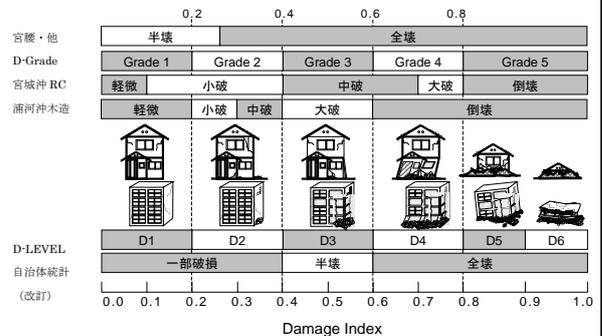
建築年
 建物用途
 構造種別(木造, S造, RC造)
 建物階数
 主被害階
 基礎形式
 基礎被害(3段階)
 地盤変状(有無, 場所と形態)
 屋根形式
 屋根被害(3段階)
 建物破壊パターン
 (岡田・高井, 1999)

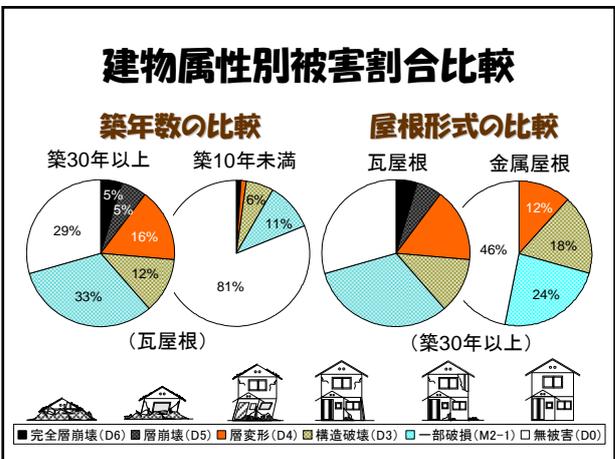
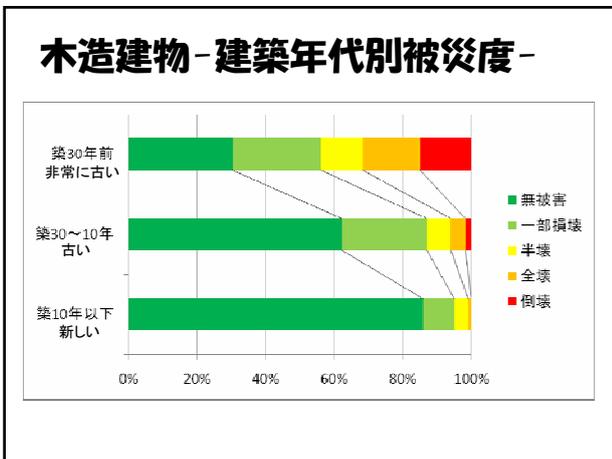
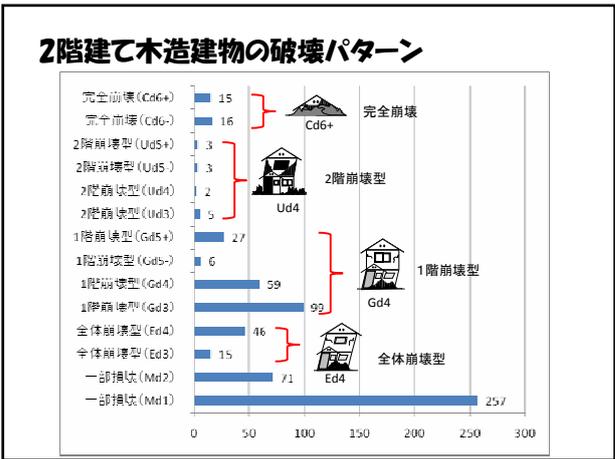
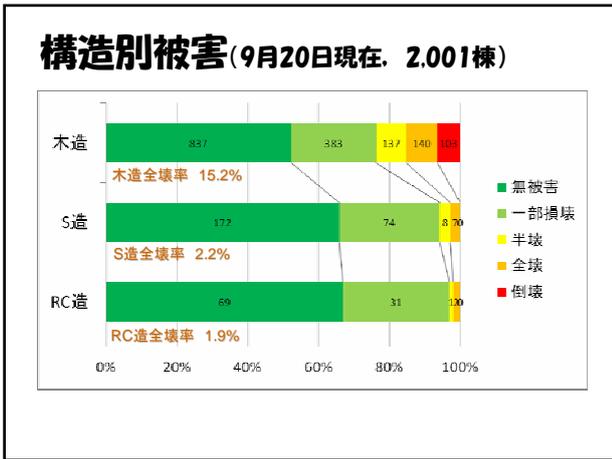
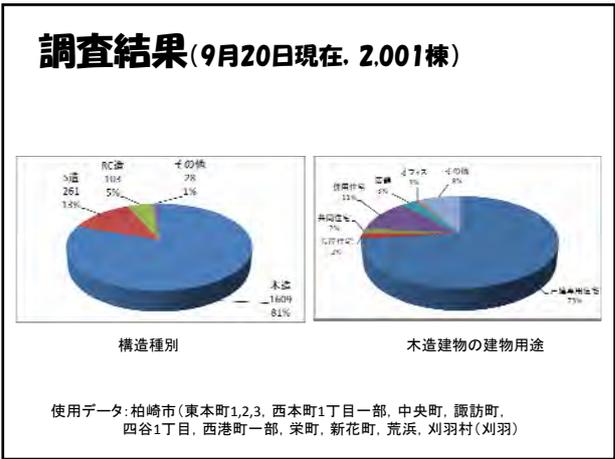


RCの破壊パターン

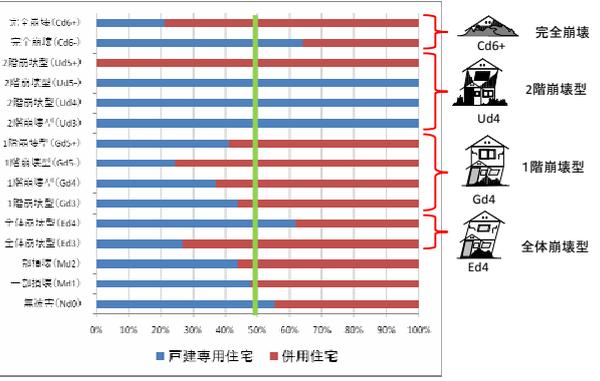


破壊パターンと被害尺度の関係

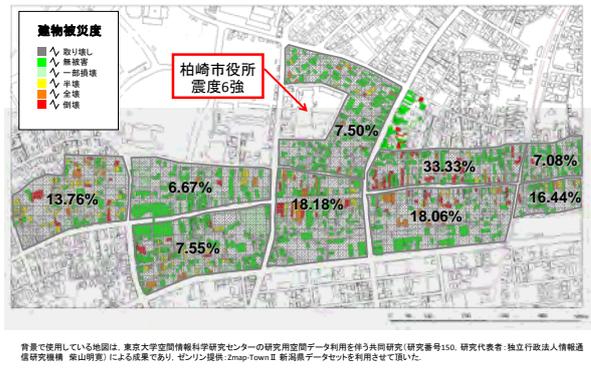




戸建住宅と店舗併用住宅の被害発生割合比較



柏崎市役所周辺の被害分布

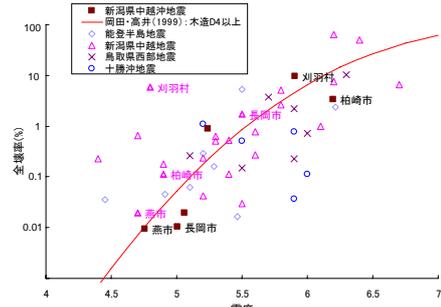


被害分布と地形分類との比較



参考資料: 国土地理院 平成19年(2007年)新潟県中越沖地震 災害状況図
<http://www1.gsi.go.jp/geowww/H19-niigata/index.html>

他の地震との比較



悉皆調査のまとめ(暫定)

- 木造建物の被害率・建物倒壊に伴う死者発生率は、震度との関係で見ると既往地震同様の大きな被害であった。
- 木造被害を大きくした原因として、建物老朽化・重量屋根の使用・地上階の壁量の少なさが指摘できる。
- 柏崎市では砂丘と平野との境界部分で大きな被害が多数発生している。

私見

過去の経験に学んだこと:

- 関連死は報告されていない。避難者数は中越沖地震の数分の1と少なかったことにもよるが、避難所の医療ケアは格段に進んだ。

過去の経験に学んでいないこと:

- 古くて屋根が重く耐震強度の低い住宅が倒壊し、高齢者が死亡した。阪神淡路大震災から10年を経過してもなお同じことの繰り返しである。
- 当該地域は3年前にも大きな被害に見舞われたが、格段には耐震化対策は進んでいない。
- 耐震改修に積極性を期待しにくい高齢者世帯にも耐震評点を一律に1.0以上を求める耐震改修促進法を含む制度設計の見直しが必要かも知れない。