

3.1.4.2 軸組木造住宅の耐震診断・補強の実践化システムに関する研究

目 次

(1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 5ヵ年の年次実施計画
- (e) 平成16年度業務目的

(2) 平成16年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法と成果
 - 1) 安全・安心で長持ちする木造住宅の要請と課題
 - 2) 2004年中越地震における家屋被害と人的被害の実態調査
 - 3) 震災木造建築物の被災度評価の信頼性向上と事前対策の促進
- (c) 結論ならびに今後の課題
- (d) 引用文献
- (e) 成果の論文発表・口頭発表等
- (f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成17年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目 軸組木造住宅の耐震診断・補強の実践化システムに関する研究

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名	メールアドレス
山口大学理工学研究科	助教授	村上ひとみ	hitomim@yamaguchi-u.ac.jp
		小嶋伸仁	nob-kojima@vanilla.ocn.ne.jp
大阪市立大学	助手	中村 仁	nakamura@urban.eng.osaka-cu.ac.jp
広島国際大学	助教授	橋本清勇	seiyu@it.hirokoku-u.ac.jp
小笠原・林建築研究室	主宰	小笠原昌敏	
木四郎建築設計室	主宰	奥田辰雄	
山口大学理工学研究科	大学院生	佐藤昌志	
山口大学工学部	学生	波多野雅之	

(c) 業務の目的

良質な材料と施工による伝統的な軸組木造住宅は築 100 年を超えて利用されており、環境保全に役立つなど有用な構法であるが、耐震診断評価法や耐震補強法は開発途上であり、大都市大震災軽減化プロジェクトⅡ-4 の中でも鋭意研究が進められている。そこで、本研究では、構造工学研究グループと緊密な連携をとりながら、軸組木造住宅の耐震診断・耐震補強を促進するための実践的な支援システムとして、住宅の持ち主、住まい手、設計者等が、耐震診断の方法、耐震補強の工法、補強による効果を理解しやすい文書、電子的マニュアルやハンドブックを開発することを目的とする。

(d) 5 カ年の年次実施計画

1) 平成 14 年度：

伝統的建造物群保存地区である萩市浜崎地区の軸組木造住宅群を対象に地震安全性評価のための現地調査を実施した。すまいのカルテ調査を 23 棟について実施し、居住者の災害危険意識や住宅各部位の損傷劣化傾向を示した。構造詳細調査を実施した 5 棟について限界耐力評価法による耐震性能評価を行い、梁間方向より桁行方向の壁量が少なく変形が大きいなど、構造特性と問題点を明らかにした。

2) 平成 15 年度：

初年度に萩市浜崎地区で実施した耐震性能評価の分析を進め、耐震性能が低い傾向を示す 1 階桁行方向に対して、木造軸組住宅の変形性能を活かした耐震補強方法を提案し、試算を行った。また、「すまいのカルテ」点検法を簡略化して改善をはかり、試行点検調査により効果を確かめた。次に大都市圏に位置して戦前木造住宅の密集する大阪市野田地区を対象として住宅の実測調査を実施し、典型的戸建て住宅と長屋建て住宅について耐震性能評価を行い、耐震補強法について検討した。

3) 平成 16 年度：

実在住宅への耐震診断事例や実地震での被災事例を調査収集し、すまいのカルテの点検

による劣化度の相対評価手法を検討する。2004年新潟県中越地震の発生に際して、現地被害調査により人的被害と住家被害の関係を明らかにし、また、木造建物の各種被害判定基準を比較して、その客観化に向けた提案をまとめる。

4) 平成17年度：

地域特性を考慮の上、実在住宅への耐震診断・補強実施事例をデータベース化する。すまいのカルテにおける劣化度の相対評価手法を検討し、維持管理支援を目的とした情報ツールに発展させる。耐震診断・補強事例のデータベースに基づき、補強支援情報を分類し理解を促進する可視化ツールを開発する。

5) 平成18年度：

耐震性能評価と耐震補強法の実践化支援マニュアル・ハンドブック試用版を作成し、住まい手など住民、建築技術者、自治体職員等による評価を行い、実用化にむけて改善をはかる。それをホームページに公開するとともに、地域で配布し啓発をはかる。

(e) 平成16年度業務目的

実在住宅への耐震診断事例や実地震での被災事例を調査収集する。2004年新潟県中越地震の発生に際して、現地被害調査により人的被害と住家被害の関係を明らかにし、また、木造建物の各種被害判定基準を比較して、その客観化に向けた提案をまとめる。すまいのカルテの問題点を整理し、点検による劣化度の相対評価手法を検討する。

(2) 平成16年度の成果

(a) 業務の要約

本研究グループは都市防災や建築構法の研究者、軸組木造の設計者、施工者、リスクマネジメントと地震保険制度のコンサルタント等、住まいの安全に関わる多様な専門技術者や研究者から成り、研究会や木造密集市街地現地視察等を通じて、安全・安心で長持ちする住宅作りの現状と課題について討議を行ってきた。

また、2004年新潟県中越地震の住家被害と人的被害の関係について現地調査を基に分析し、人的被害の原因・分布や閉じ込め救助の状況を明らかにした。人的被害軽減のために木造住宅の耐震補強を促進し、また家具等の室内被害を防止する安全対策が重要であることを示した。

さらに、震災木造建物の被災度判定基準について、応急危険度判定、被災度区分判定、災害の被害認定、地震保険の損害認定を比較し、事前対策促進のために、被災度評価の信頼性向上が強く要請されることを明らかにした。

(b) 業務の実施方法と成果

1) 安心・安全で長持ちする木造住宅の要請と課題

a) はじめに

日本建築学会近畿支部に設置された木造部会の中で、WG 3は「安心・安全で長持ちする家造り」をテーマとして調査研究の情報交換と討議をすすめてきた。委員は、伝統的軸組を含む木造の設計者、施工者、リスクマネジメントや損害保険のコンサルタント、防災や都市計画の研究者など、10名余の多彩な分野のメンバーから成る。WG 1が軸組木造に関わる実験解析を追究し、WG 2が構造設計手法と耐震補強策を討議するなか、WG 3では、安全な住まいを作り、補強を促進するための計画面、住まい手のニーズ、住まいを巡る法律・社会制度・市場の動きを検討している。また、WG3はWG2の構造設計者、研究者の協力を得て、本研究プロジェクト（事前対策、耐震補強の促進）に関する標記課題の研究を進めている。阪神・淡路大震災から10年を経て、地震の危険度も高く切迫する日本では、安全で長持ちする住まいへの要請が一層強まっており、それらのニーズにいかに対応していくか、住まいの安全性を担保するしくみ、そのための支援策は何が改善され、何が不足しているのかを考えてみたい。

b) 社会の要請： 安全安心で長持ちする住まい

日本の住宅の寿命は平均30年弱と報告されており、欧米諸国に比べて非常に短い(図1)。建設廃棄物が環境に及ぼす影響も重大であり、2005年2月に京都議定書が発効した今、CO2削減のためにも質の高い住宅を建設し、健全に維持保全し、長く受け継いでいく仕組みが強く求められる。人生85年の高齢化の時代に30年の住宅寿命では短すぎて、退職後に家の建て替えまでが大きな経済負担になる。また若い世代が雇用や転職の機会を求めるためには、既存住宅の価値を正しく評価して売買し、必要に応じて補強するのが合理的であり、不当に高い住宅取得のリスクを負わないために必須のこととなる。

住宅・土地統計調査によれば、日本の住宅ストックのうち、空き家が12%にも達しており、さらに増えることが懸念される(図2)。空き家は中心市街地の空洞化と密接に関係し、また郊外住宅団地でも高齢化と空き家の増加が防災・防犯上の重大な問題になっている。このような既存住宅を適切に性能評価し中古市場で売買し、必要な改修・補強を施して住宅として再生することが、地震時の住宅安全性を高め、持続可能なまちづくりを進める上で非常に重要である。

1998年住宅・土地統計調査から 空き家数と空き家率

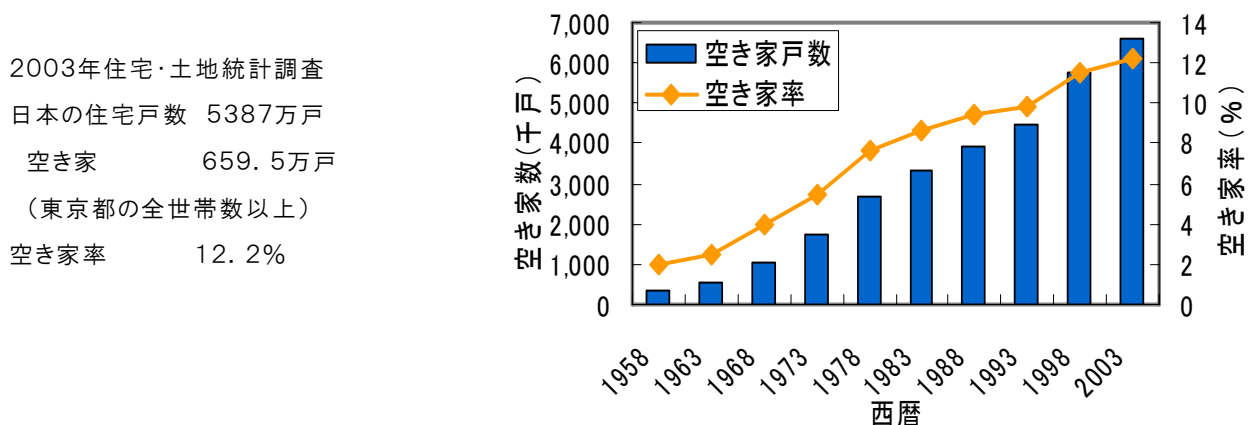


図2 住宅・土地統計調査（全国）からみる空き家数と空き家率

建築時期別住宅数（建設省住宅局住宅政策課、2000）

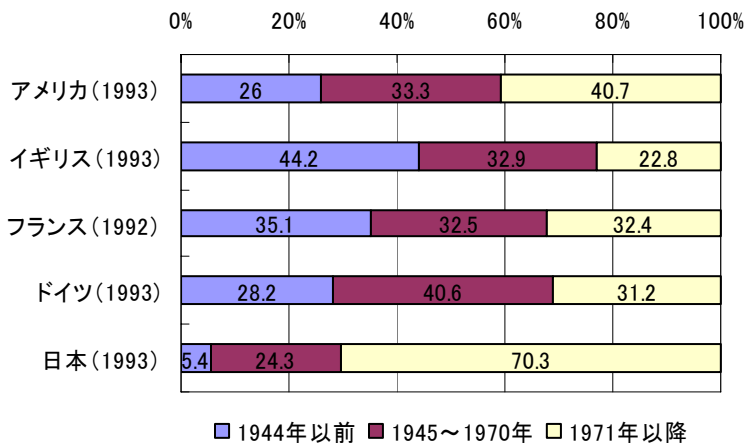
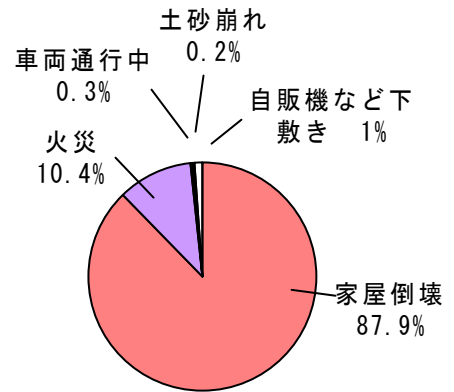


図1 建築時期別住宅数、欧米諸国と日本の比較



兵庫県警による死因調べ、死者5479人
1995年阪神・淡路大震災
(読売新聞1995年4月8日)

図3 阪神・淡路大震災の死因

このような環境の時代、持続可能で安全な木造住宅の供給と維持保全システムを取り戻すために、以下の2つの方策が有効である。

- i) 伝統的軸組木造住宅の良さを再評価し地震安全性を高める： 軸組木造住宅は地元の木材資源を有効活用して森林の保全に役立つこと、100年以上の寿命を持ち土壁や瓦など自然材料を使うため、環境負荷が小さいなど、その価値が再評価されてきている。耐震性能の評価については、鈴木・他による研究成果が多数発表されており、進捗著しい。
- ii) 既存住宅の補強促進と中古住宅市場の活性化： 兵庫県南部地震で構造物等の倒壊が直接原因の死亡者5,500人のうち、多数が木造住宅の倒壊によるものであったにも拘わらず、住宅建物の耐震補強は大きく遅れてきた(図3)。迫りくる東海地震、東南海地震、南海地震の脅威と、都市直下型の地震危険度を考えるとき、人的被害の防止と、人々の暮らしと経済への壊滅的被害を防ぐためには、在来木造を含めて木造住宅の耐震診断・補強の促進が喫緊の課題である。補強機会としては、現在の住まい手や所有者による補強に加えて、既存住宅の現存価値と耐震性を適切に評価し、市場を活性化することにより、必要な補強を加えて、再生する仕組みが重要である。

c) 安全で長持ちする住宅を支える仕組み、改善点と今後の課題

- i) 住宅建設時の検査と情報開示： 建築基準法の1998年改正により中間検査が導入されたことは、耐震性と耐久性担保の大きな前進である。堺市のように積極的な制度活用する地域では、安全性が高まった。一方、木造3階や分譲住宅のみに対象を限り、注文住宅を対象としない、時限的な運用にとどまるなどの特定行政庁が多い点では改善を要する。
- ii) 耐震診断と補強の促進： 2004年、日本建築防災協会は木造住宅の耐震診断手法を改定し、それに伴い、市民や住まい手が利用する簡易耐震診断法は壁率を算定しないより簡便な方式に変わった。一方、耐震診断の高精度化、簡易化に関する研究が、「大都市大震災軽減化プロジェクト」を中心に、進められている。耐震診断・補強への補助制度が静岡県、横浜市、兵庫県などで実施されてきたが、診断は受けても補強へ進む世帯は少ないという実態がある。施主(住まい手)はわかりやすい補強の効果を求めており、生活環境改善の

住み心地やユーティリティ改善リノベーションの中に、構造補強を組み込み、調和させる工夫が有効であろう。浅利・他(2004)は、補強により固定資産税を上げるのではなく、密集市街地の安全に寄与する意味で税を減免すること、また補強費用の所得控除などが耐震補強を受ける経済的メリットとしてインセンティブになることを指摘した¹⁾。

iii) 住まいの維持・保全： 定期的な住まいの健全度点検を実施し、維持・保全の記録を残すこと、これを建築士や工務店に提示して情報共有や適切な補修・補強資料とすることを目的に、筆者らは「住まいのカルテ」を開発してきた²⁾。長持ちする住まいを達成し、必要に応じて適正な価格で住宅を売買するためには、建設時の設計・施工・検査情報に加え、このような点検記録が有用である。

iv) 防災まちづくりと耐震補強の支援策： 本研究プロジェクトの2002年度研究では、伝統的建造物群保存地区である萩市浜崎地区において、築100年を超える軸組木造住宅について耐震性、地震安全性に関する現地調査を実施し、その結果を地元住民組織や居住者、自治体職員等に伝えてきた³⁾。また、戦前からの軸組木造住宅が集積する密集市街地である大阪市野田地区においても、戸建住宅や長屋住宅の耐震診断精密調査と性能評価を実施している⁴⁾。性能評価の結果や耐震補強策について、地域のまちづくり活動を利用して住民や地元の建築技術者等の利害関係者（ステークホルダー）の会合を持ち、なるべく判りやすい説明を工夫している。安全・安心のまちづくりの中で、地震時の安全に向けて、一歩ずつ対策を進めるためには、こうした働きかけが有効であろう。

v) 地震保険・JAの建物更正共済： それぞれ加入率は世帯数の約15%であり、併せて日本の総世帯の30%加入と推定される。地震保険は地震活動度により日本を4等地に区分しており、また住宅の建築時期と、住宅性能表示等による割引制度を設けて、耐震性を高めるインセンティブの役割を果たしている。一方、JA建物更正共済には、等区分のゾーニングも耐震性能による割引もなく、耐震補強など安全性を高める事前対策動機付けのインセンティブの要素が少ない。また、地震活動度の高い地域でも入りやすいが、大都市の大震災で破綻する恐れがないか、懸念される。

vi) 地震による住宅被害と復旧支援： 2000年鳥取県西部地震、2004年宮城県北部地震、2004年新潟県中越地震に際して鳥取県、宮城県、新潟県はそれぞれ住宅の補修と建て替えに対して被災者への再建支援金を支給してきた。国は被災者生活再建支援法の支給対象として、住宅補修や再建が私有財産にあたるとして認めず、耐久消費財等の再取得に限っているが、手続きの煩雑さとその不合理が批判されている。復旧支援策に当たっては、補修可能な住宅の解体を抑止し、補修・補強を支援するものが被災者の生活再建、環境影響、地域の再建上望ましい。また、復旧支援が、住民側の自助事前対策としての耐震補強や保険加入を阻害する恐れもあるので、慎重な検討が必要である。

d) おわりに

近づく大震災に対する被災リスクを軽減するためには、住まいのライフサイクルを考えた耐震診断・補強の促進が非常に重要である。安全で持続可能な住宅を実現するために、建築学会など関連学会や研究者としては、住まい手である市民や子供たちへの住宅安全教育や建築構造の重要性に関するわかりやすい情報提供の推進が重要である。一方、自治体や行政側も、耐震診断や補強を支援するインセンティブを工夫し、現状の危険度をわかり

やすく説明し、補強や安全まちづくりの選択肢とその効果について、個々の住民及びまちづくり協議会等に対して十分説明し、知恵をあわせて対策の促進を図る必要がある。

2) 2004 年中越地震における家屋被害と人的被害の実態調査

a) はじめに

2004 年新潟県中越地震 (M=6.8) は 10 月 23 日 (土) 17 時 56 分に発生し、新潟県小千谷市、川口町、山古志村、長岡市、十日町市とその周辺市町村に甚大な被害をもたらした。気象庁震度は震度 7 の川口町が最大で、震度 6 強が小千谷市、小国町、山古志村となっている。災害状況図 (図 4) により、震源の位置、土砂崩れ、道路被害等の分布状況がわかる。非常に強い余震が繰り返し発生したことも、この地震の特徴であり、最大余震は 10 月 23 日 18 時 34 分、M=6.5 であるが、このほかにも震度 6 強、6 弱、5 の揺れに何度も見舞われて、住宅等の被害を増大させるとともに、被災者の恐怖感も強く、被災地人口約 35 万人の地域で避難者が最大 10 万人に達した。

地震直前には台風 0423 号による大雨により、10 月 19 日 19 時から 21 日 10 時までの信濃川中流域の流域平均雨量は 125mm に達し、21 日 18 時には小千谷水位観測点で 47.90m に達し、危険水位の 47.14m を超えていた (信濃川洪水予報第 5 号)。このことも影響して、

地滑りや土砂崩れにより道路、河川、鉄道が激甚な被害を受けて交通が寸断されるとともに、斜面崩壊、よう壁の被災、液状化等により、物的被害も甚大であった。住家被害は全壊 2826 世帯、大規模半壊 1994 世帯、半壊 11083 世帯、人的被害は死者 46 人、重傷 631 人、軽傷 4162 人に達する (2005.04.19 新潟県報告)。

本稿では 2004 年 11 月 17 日～19 日の間、筆者が人的被害と住家被害の実態と消防の救急救助活動

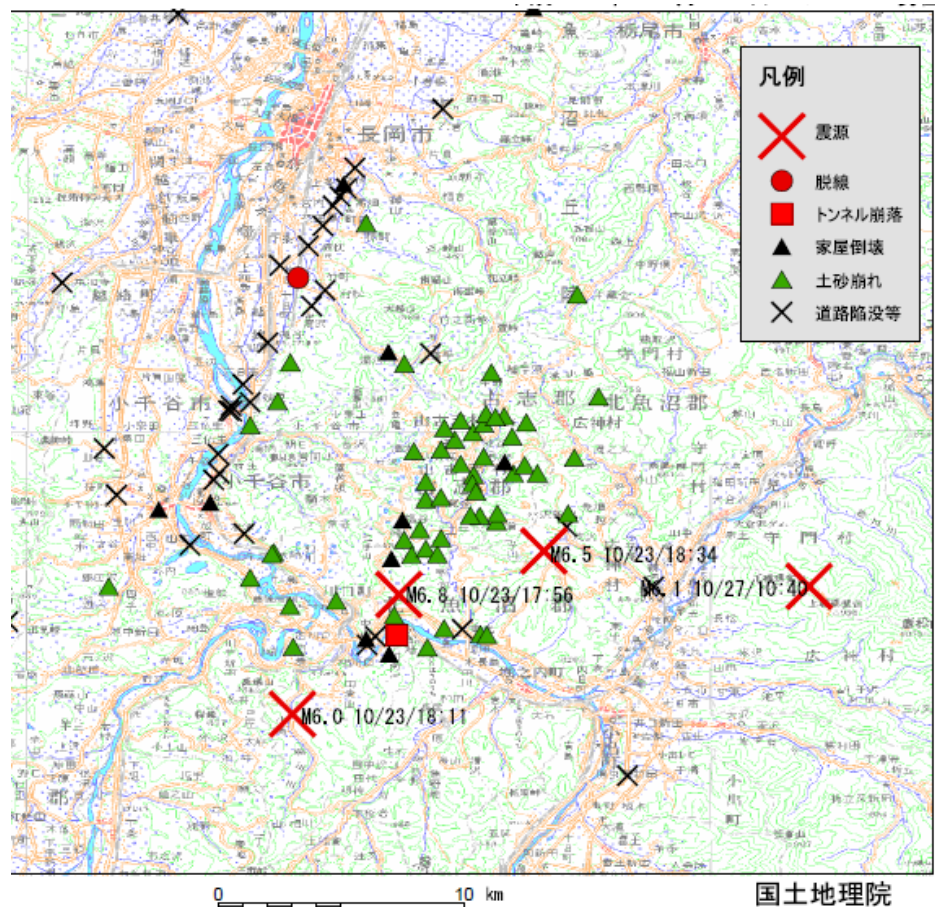


図 4 2004 年新潟県中越地震災害状況図
(平成 16 年 10 月 29 日現在、国土地理院 HP⁵⁾)

について現地調査した結果及び関連情報と消防機関から収集した結果を分析し、これまでの地震における人的被害の傾向と比較する。これにより、人命の安全という観点から、事前の住宅耐震補強策や室内安全対策の必要性と救急・救助活動の課題をまとめる。

b) 住家被害と震度の関係

新潟県の被害統計（2005年1月13日付第108報）をもとに市町村ごとの計測震度と住家被害率（全壊+大規模半壊+半壊）の関係（図5）をみると、当然ながら震度とともに住家被害率が大きくなるのがわかる。岡

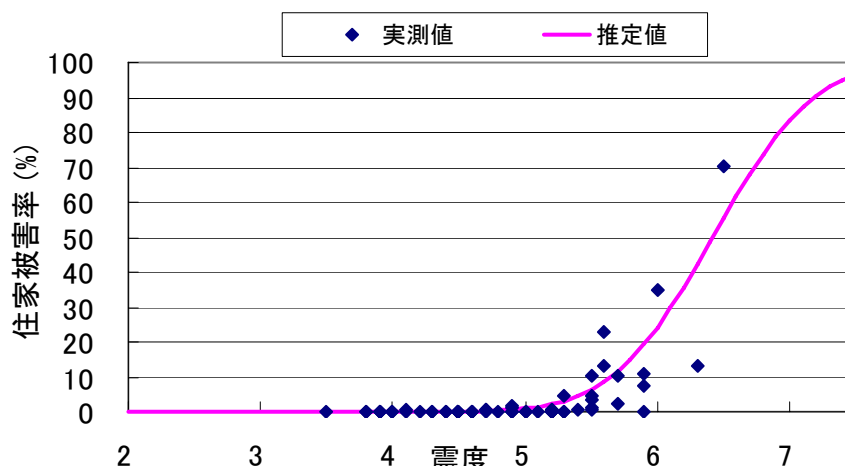


図5 市町村の計測震度と住家被害率(全壊+大規模半壊+半壊、2005.1.13日付)、推定値は岡田・高井(2004)の関数

田・高井による損傷度関数（損傷度 D3 以上）⁶⁾と、観測被害率は概ね適合していることがわかる。ここで大規模半壊とは、被災者生活再建支援法の2004年改正により導入された区分であり、新潟県中越地震で初めて被災区分が実際に適用された。

川口町大字地区別住家被害棟数（2005.01.07現在）

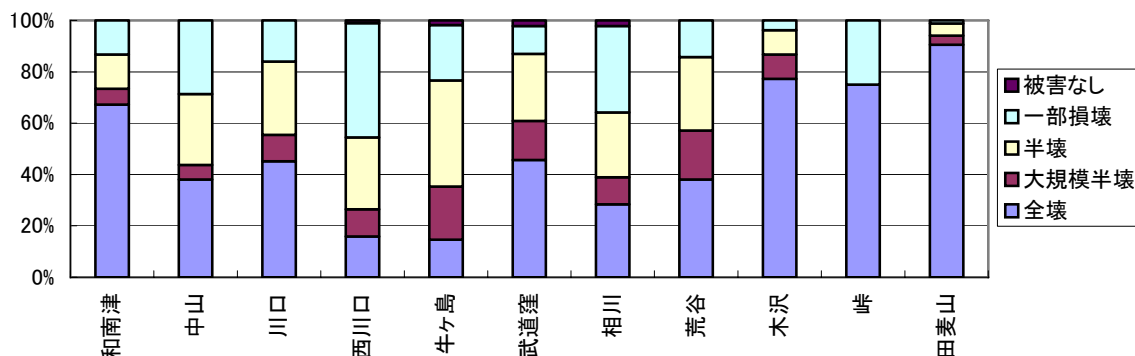


図6 川口町の地区別住家被害率

新潟県中越地方は日本有数の豪雪地域であり、伝統的軸組木造住宅は「せがい式（船外式）」とよばれ、多雨多雪から壁や軸組を守るため、軒の出を深くした2階建てが多かった。その後、多雪に対応して1階床を上げるため高基礎の木造、1階RC造車庫の上に2階の木造軸組を建てる構造形式が多く普及している。震度6弱の長岡市や十日町市中心部の地震被害は比較的軽度であり、家屋の倒壊・崩壊はほとんどみられない。震度6強の小千谷市についても市街地主要部において倒壊家屋は稀である。震度7の川口町の罹災証明による被害率分布を図6に示す。役場のある川口地区で1階が崩壊した店舗、飲食店等が目立ち、2階が傾く住宅も多い。川口町の田麦山地区、和南津地区などでは、全壊率が60%を超え、壊れ方も1階がつぶれたり2階がねじれたり、地滑りや盛土崩壊により倒壊する住宅などが多かった。

c) 人的被害

i) 死亡の原因、震度と死傷率

新潟県報告（2005.04.19 現在）にもとづき、この地震による死者 46 名の原因分布と年齢性別分布をみる（図 7）。家屋の倒壊 25%に対して、地震時の関連疾患が 35%、地震後の疲労等による疾患 25%となり、関連死の事例も多い。死者の年齢分布によれば、65 歳以上が 48%を占め、高齢者の割合が高い。なお、性別は男性 28 名、女性 18 名であった。例えば、2004 年 10 月 1 日現在推計人口（2000 年国勢調査人口をもとに推計）によれば、長岡圏域の老齢人口は 23.1%なので、死者の比は 2.1 倍高いことがわかる。

新潟県の被害報告（死者 40 人、負傷者 2861 人、2004 年 11 月 11 日付）に基づき、人口に対する死傷率を市町村の計測震度に対してプロットすると図 8 が得られる。死傷率（対数）は震度とほぼ正比例の関係にあり、震度 5 強を超えると死傷率が急激に増大する。最大は小千谷市：1.8%、山古志村：1.3%、十日町市：1.2%、川口町：1.0%となる。なお、2005 年 4 月 19 日付の死者数は、上記の 1.15 倍、負傷者数は上記の 1.68 倍となる。

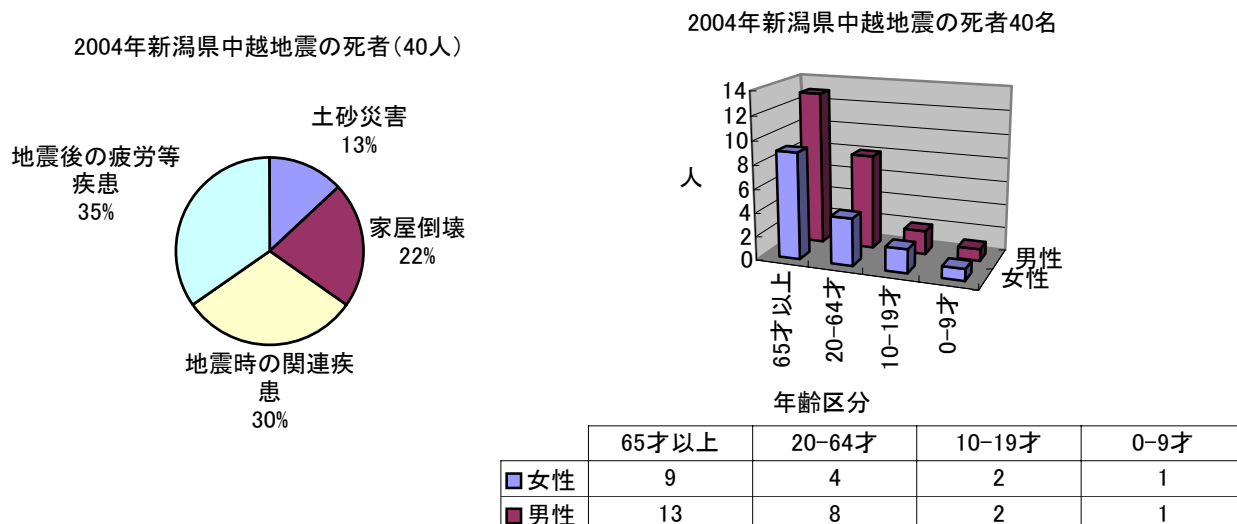


図 7 死者 46 名の原因分布と年齢性別分布

図 8 を 2000 年鳥取県西部地震、1993 年釧路沖地震等（図 9）と比べると回帰式は、2000 年鳥取県西部地震より 1993 年釧路沖地震や 1994 年北海道東方沖地震で高く、震度 6 に対する死傷率が前者の 0.1%に対して 1%と 10 倍近くなることが報告されている⁷⁾。新潟県中越地震は死傷率をみると 1993 年釧路沖地震よりやや低いが、明らかに鳥取県西部地震より高いことがわかる。釧路沖地震は 1 月 15 日の 20 時 06 分、北海道東方沖地震は 10 月 4 日の 22 時 23 分に発生し、共に北海道では暖房を要する季節の夜間に起こり直後に停電したことから、火傷や落下物等による負傷が増大した。鳥取県西部地震は 10 月 6 日（金）13 時 30 分の発生で、被災地域では火気の使用が少なく明るい時間帯のため、負傷率が軽減されたものと推定される。これらに比べて、新潟県中越地震の場合、在宅率が高い、夕暮れ時の地震で調理用火気使用率が高い、停電が負傷率を上げる、土砂災害による家屋倒壊や車の事故では死傷率が高くなったことが考えられる。

ii) 消防本部の管轄区域と被災・緊急活動状況

被災地域を管轄する主な消防本部は、長岡市消防本部、小千谷地域消防本部、十日町地域消防本部、魚沼市消防本部、魚沼消防本部の5つである。管轄区域の地図を図10に示す。現地調査では長岡、小千谷、十日町の3消防本部を訪ねて資料収集し、魚沼市、魚沼の消防本部には文書にて資料提供を依頼して協力を得た。地域の人口、消防職員数、被災状況、対応状況を表1に比較する。長岡市消防本部は人口も本部の規模も大きく、家屋被害が他地域に比べて中程度であり、対応は比較的落ち着いていたと思われる。

小千谷地域消防本部は小千谷市（震度6強）、川口町（震度7）、山古志村（震度6強）を管轄しており、いずれも被害が激甚であった。同地域消防本部では地震直後から消防無線が交信不可能な状態となり、川口署や山古志出張所、出動中の救急車や消防車との連絡がとれなくなった。一方、川口町は家屋の全壊、半壊が多数を占める状況で倒壊家屋も多数発生した上、崖崩れや道路・橋梁等の被害により外部との交通が遮断され、防災行政無線や消防無線などの通信もほとんど使えない状態であった。山古志村も報道されたように、地滑り・土砂災害により村が孤立し、外部との連絡が途絶え、ヘリコプターによる全村民の緊急避難を要するほどの激甚な被災状況となった。

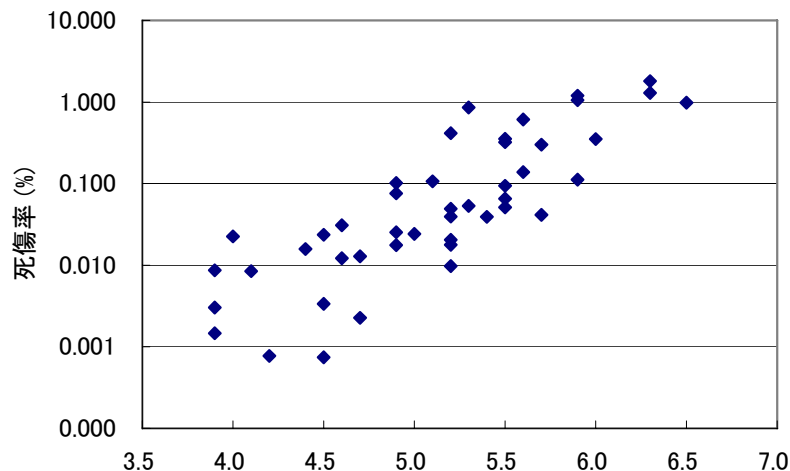


図8 計測震度と死傷率(%)

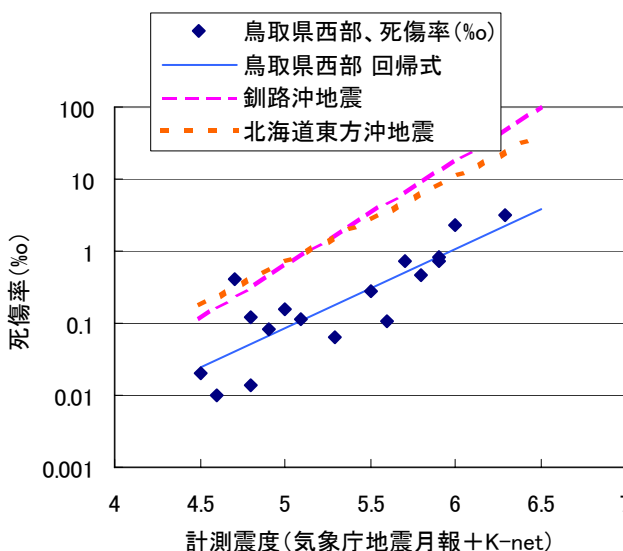


図9 計測震度と死傷率(千分率%0、対数軸)の関係、これまでの地震

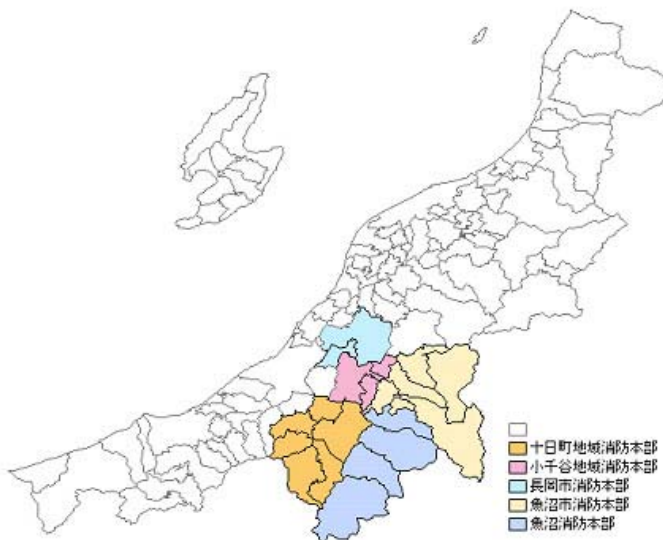


図10 消防本部の管轄区

表 1 被災地域を管轄する 5 消防本部の現況

消防本部	管轄区域	震度	消防職員数	死者数	負傷者数	火災件数	消防救助	搬送件数	消防職員	消防職員
長岡市消防本部	長岡市	5.5		6	615					
	越路町	5.6		0	88					
	計		195	6	703	6	10	101	3.61	0.52
小千谷地域消防本部	小千谷市	6.3		12	732					
	川口町	6.5		4	52					
	山古志村	6.3		2	26					
	計		70	18	810	2	17	488	11.57	6.97
十日町地域消防本部	十日町市	5.9		6	504					
	川西町	5.7		1	23					
	松代町	5.0		0	1					
	松之山町	5.0		0	0					
	津南町	5.1		0	13					
	中里村	5.9		0	7					
	計		113	7	548	1	13	435	4.85	3.85
魚沼市消防本部(※1)	小出町	5.2		1	51					
	堀之内町	5.9		1	100					
	湯之谷村	4.6		2	0					
	広神村	5.5		1	5					
	守門村	5.7		0	2					
	入広瀬村	5.5		0	1					
	計		66	5	159	0	2	203	2.41	3.08
魚沼消防本部(※2)	湯沢町	4.0		0	0					
	大和町	5.2		0	3					
	塩沢町	5.2		0	2					
	六日町	5.2		0	14					
計		95	0	19	0	1	33	0.20	0.35	
合 計			539	36	2239	9	43	1260		

注) 死者数、負傷者数は新潟県報告(2004.11.26付第67報)による

火災件数は独立行政法人消防研究所(2004.11.11)調査による

※1 2004年11月1日小出町、堀之内町、湯之谷村、広神村、守門村、入広瀬村が合併し魚沼市となり、魚沼市消防本部を

※2 2004年11月1日に六日町、大和町が合併し南魚沼市となり、南魚沼郡の湯沢町、塩沢町を加えて魚沼消防本部を設置

十日町消防本部は市内の被害は比較的中庸であったが、北の川口・長岡方面、北西の柏崎方面、東の六日町方面に向かう国道や県道がどれも通行止めになり、かろうじて南の長野県方面へ通じているだけとなり、救急搬送にも大きな迂回を強いられた。幸い火災が無く、大きな救助現場も無かったが、救急病院の建物が被災したことで、転送の需要、地震による負傷や疾病患者の搬送需要が増大し、搬送先が遠いことで困難が生じた。なお、十日町地域の行政機関、病院、福祉施設、学校、大型店舗、消防団等における地震時の被害と対応の具体的状況が地震体験談にまとめられている⁸⁾。

なお、消防研究所により、地震による火災発生件数が全域で9件と少なく、延焼にも至らず、消火活動は限定的な範囲で済んだことが報告されている⁹⁾。消防本部管轄区域の平均震度に対して、搬送件数と、負傷者数を消防職員数で割った比を緊急対応の繁忙度と考え、表1をもとに両者の関係をプロットする(図11)。震度が大きく被害も激しい小千谷地域消防本部の繁忙度が高く、十日町地域と魚沼市消防本部がこれに次ぐ。長岡市は消防本部の規模も大きく、比較的余裕があったと推定される。

川口町の震度7は停電と通信用非常用電源の不備のため、地震から1週間後10月30日に初めて判明し、初動体制が大幅に遅れたのは重大な反省点である¹⁰⁾。県内の消防応援隊の出発と長岡市等への到着は比較的早かったが、小千谷を超えて川口町方面や十日町方面へのアクセスが非常に難しかった。

新潟県中越地震の消防本部緊急対応

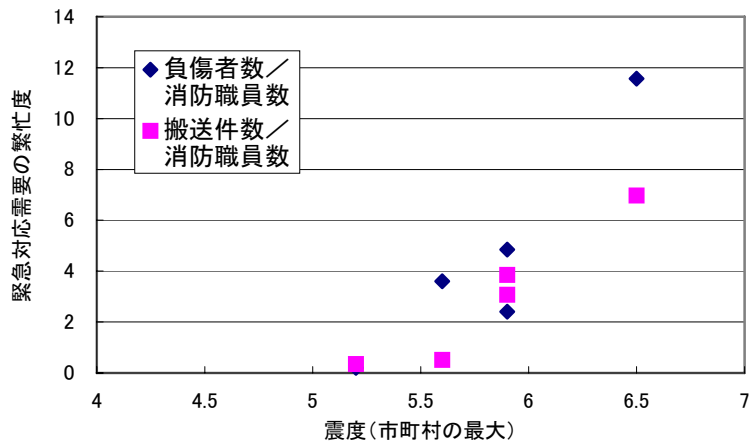
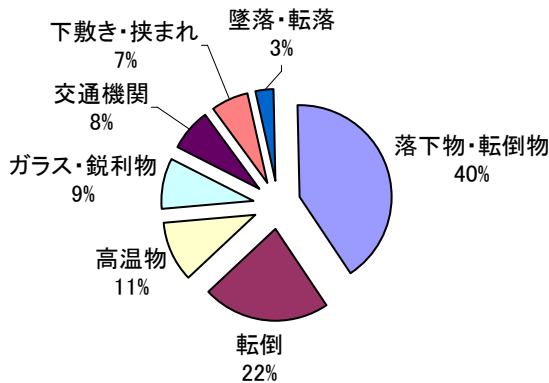


図 11 消防管轄区域の平均震度と緊急対応の繁忙度

iii) 人的被害の原因、他の地震と比較

長岡市消防本部の搬送患者(101名)について、負傷原因・年齢性別を図 12 に示す。落下物・転倒物による事案が 40%と最も多く、自身の転倒が 22%、高温物による火傷が 11%とこれに次ぐ。年齢性別分布をみると高齢者(65歳以上)の特に女性の割合が非常に高い。高齢者に女性の人口が多いこと、女性の方が調理中など台所にいる確率が高く負傷が増えたことがわかる。

2004年新潟県中越地震、負傷原因
(長岡市消防本部、搬送101人)



2004年新潟県中越地震救急搬送(長岡市消防本部)

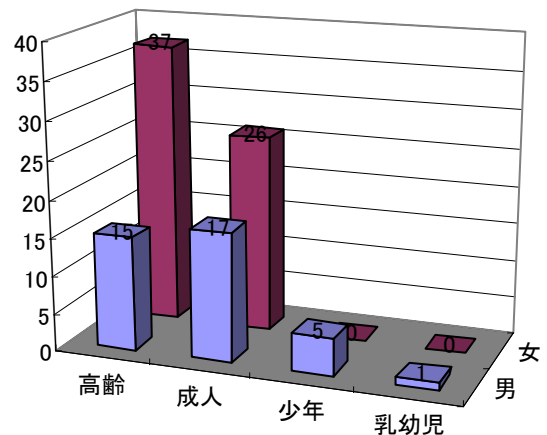


図 12 長岡市消防本部の搬送 101 件の原因分布と年齢性別分布

2000年鳥取県西部地震(10月6日(金)13時30分発生)、2001年芸予地震(3月24日(土)15時28分の救急搬送事案の原因分布を図 13 に示す。両者ともブロック塀等路上事故や避難途中の事故(自分が転倒)の割合が高い。鳥取では落石土砂崩れも目立ち、一方、芸予地震では店舗、工場等での負傷や、室内散乱・家具転倒が目立つ。地震時の負傷には地震発生の季節・時間や地域特性が表れているといえよう。鳥取では外にいた人が多く、芸予では店舗や室内での負傷が多い。上記の新潟県中越地震では夕方であり落下物・

転倒物など室内散乱の割合が高く、また火傷も多かった。

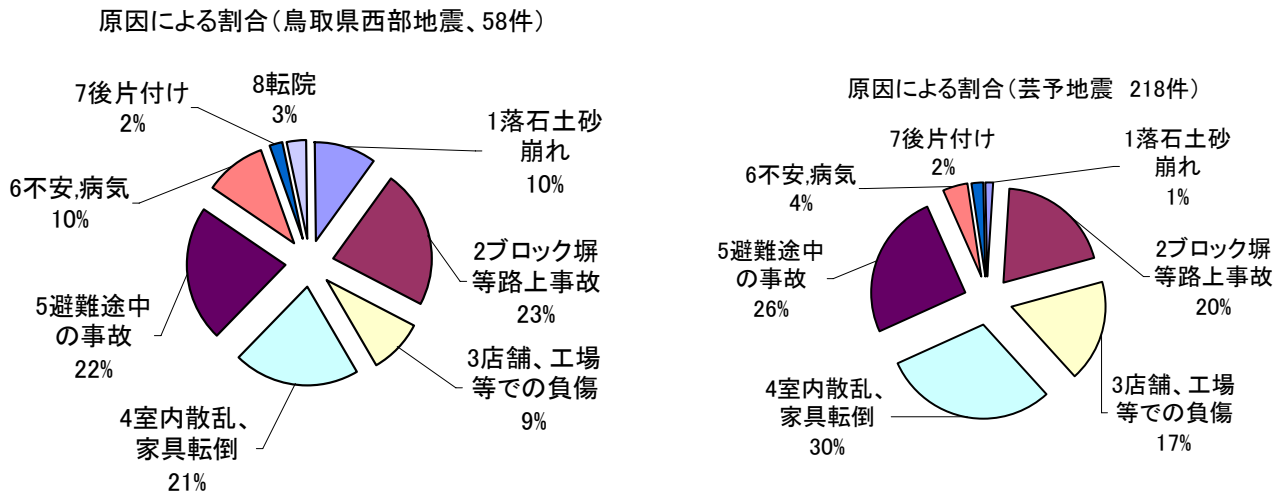


図 13 2000 年鳥取県西部、2001 年芸予地震の救急搬送負傷原因⁷⁾

iv) 救助活動

新潟県中越地震における 5 つの消防本部活動記録を基に閉じ込め発生状況をみると、閉じ込めとして次の 3 種類が確認できる。

- ① 家屋倒壊により閉じ込めが発生し、救助活動を要請した場合
- ② 地震発生時エレベータに乗りしており、エレベータによる閉じ込めが発生した場合
- ③ 家屋や車が土砂崩れなどで埋まってしまった場合

表 2 に各消防本部の救助出動件数と閉じ込め状況を示す。消防出動の救助事案と、通報から救助要請と見なせる事案を合わせたものを、ここでは閉じ込め件数と推定した。その中には上記の③のような土砂崩れによる閉じ込めも含まれているので、それを差し引いたものを家屋倒壊閉じ込め件数とした。右端カラムの(d)は家屋倒壊閉じ込めに遭った人の人数推定になる。長岡市消防本部、小千谷消防本部の管轄地域は地震発生で甚大な被害を受けており、家屋倒壊が原因で閉じ込めに遭った人は多数確認できた。魚沼消防本部、魚沼市消防本部は消防出動の事案や通報の記録から閉じ込めの事例は少数あったが、家屋倒壊が原因のケース人は確認できない。

表 2 各消防本部の救助出動事案と通報からの要救助件数

消防本部	消防の出動 事案(件) (a)	通報からの 要救助(件) (b)	閉じ込め件数 (a+b)	家屋倒壊閉 じ込め件数 (c)/(a+b)	家屋倒壊閉 じ込め人数 (d)/(c)
長岡市消防本部	10	-	10	6/10	4/6
小千谷地域消防本部	17	17	34	14/34	17/14
十日町地域消防本部	13	0	13	1/13	未確認
魚沼市消防本部	2	0	2	0/2	0/0
魚沼消防本部	1	-	1	0/1	0/0
合計	43	17	60	21/60	

d) おわりに

本研究では 2004 年新潟県中越地震の人的被害の発生状況と消防の緊急活動について現地調査と情報収集をもとに、被害と震度の関係、死傷の原因、救急・救助活動を分析した結果、次のことが明らかになった。

i) 震度に対する住家被害率（半壊以上）は震度 5 強以上で急増し、岡田・高井の被害関数式と調和的である。しかし住宅罹災証明の基準は地域や地震により変動する恐れがあり、被災者への公平な支援実施のために、また今後の被害予測と軽減のために、より確かな被災調査基準が必要である。

ii) 死亡の原因として、家屋の倒壊や土砂災害が 35%を占めるが、震災関連死の割合も高く、事前の耐震補強策とともに地震後の被災者生活と住宅の再建支援策の事前計画が重要である。

iii) 震度に対する死傷率は対数比例的に増大し、2000 年鳥取県西部地震よりも率が高く、1995 年釧路沖地震に近い。これは地震発生が土曜夕方で在宅率が高く、火気使用も目立つことの影響が考えられる。

iv) 消防搬送事案にみる負傷原因は、落下物・転倒物が最も多く、自身の転倒がこれに次ぐ。下敷き、挟まれなどは 7%と少ないが死亡や重傷危険性が高く、住宅の耐震補強や室内安全対策が重要である。負傷者に高齢者の割合が高く、介護やバリアフリーに併せて地震安全対策の支援が望まれる。

v) 小千谷消防本部では家屋倒壊が多発、道路・通信の途絶により非常に困難な状況に陥った。十日町消防本部は負傷者多発の上に救急病院が被災して患者の搬送を要し、一方幹線道路が三方途絶して迂回を強いられた。川口町の震度 7 は遅れて判明し、初動体制が大幅に遅れたのは重大な反省点である。県内の消防応援隊の出発と長岡市等への到着は比較的早かったが、被災激甚な地域への早期応援は困難であった。通信と交通の冗長性と信頼性向上が課題である。

vi) 閉じ込めとしては、エレベータ、土砂崩れに、家屋倒壊など、約 43 件の消防による救助活動があった。また、通報から要救助と推定される事案が 17 件あり、併せて 60 件となる。通信、交通が寸断され、消防人員や車両での活動に限りあることから、消防団や近隣住民による救助や搬送、安否確認も多数実施されたものと思われる。

謝辞： 中越地震の被害と対応について情報提供していただいた小千谷地域消防本部、長岡市消防本部、十日町地域消防本部、魚沼市消防本部、魚沼消防本部に感謝致します。本研究を進めるにあたり、山口大学工学部防災システム工学研究室の学生、吉久誠二君の協力を得たことを付記します。

3) 震災木造建築物の被災度評価の信頼性向上と事前対策の促進

a) はじめに

地震の被害を受けた建築物の早期被災状況の把握は、救助活動、救援・救護、二次災害防止、復旧等災害対応活動に大きな効果を与える。現在、震災時に一般的に実施されている緊急時の代表的な調査には、航空機による被災地域把握調査、災害対応のための被災状況調査、救援・救護等緊急指定施設の安全性確認調査、二次災害防止・救助活動のための応急危険度調査、市町村長が発行する罹災証明交付のための認定調査等がある。その他、恒久的な復旧・復興のための建築技術者・建築業者の調査、科学技術のための調査、また、損害保険の分野では、地震保険の迅速な保険金支払のための調査もある。緊急の被災状況の調査はスピードだけでなく、調査の正確性・公平性・統一性も要請される。また、これらの調査記録は被災建築物の補修・補強、防災対策等の貴重なデータとしての活用にも期待がある。

ところで、兵庫県南部地震では、各市町村の各被害評価・判定方法の取組み方の違いによるバラツキ、それによる住民の不公平感の問題等の発生の指摘もあった。被害程度の評価には役目により緊急な外観調査があり内部に立ち入った詳細な調査があるが基本的には被災建築物の被災程度の評価である。このたび、2004 新潟県中越地震調査の機会に、各被害調査の基準となっている「応急危険度判定基準」、「被災度区分判定基準」、「災害の被害認定基準」そして「地震保険損害査定基準」における震災木造建築物被災度評価の整合性を比較検討した。

b) 目的

地震で被災した建築物の被災程度の評価は、要請される目的により異なるが、各評価の判定は、それぞれに訓練された専門家により実施されることになっている。ところが、緊急時の調査・判定の全てに訓練された専門家がたずさわる訳ではない。調査・判定にバラツキが発生し、統一的判定に不安がでる。また、データの集約にも支障がでる。緊急時に運用されるこれらの基準を容易に理解してもらえらる工夫が要請される。一般にこのような基準は解かりにくい。各基準の横の関係の解かり難さに起因すると思われる。被災程度の判定・認定の内容は目的により異なるが、基本とするのは物理的（力学的）損傷程度である。そこで、現在運用されている各用途による判定・認定基準を物理的（力学的）損傷程度の尺度をキーに比較検討した。

c) わが国の被災程度調査基準

わが国では、地震災害が発生すると、被災状況の調査が緊急に実施される。震災後緊急に行われる被災建築物の調査には、公的な指示から以下のような調査がある。

i)被災地域把握調査

ii)災害対応のための被災状況調査

iii)緊急指定施設の安全性確認調査

iv)二次災害の防止、避難所の確保等のための被災建築物の応急危険度判定調査

v)被災建築物の復旧・復興のための被災度区分調査

vi) 災害救助法の適用、各種補助金・固定資産税減免申請等のための被害認定調査

その他、地震保険では保険金支払のための地震保険損害査定調査が緊急に実施される。ところで、被災時に実施される被災建築物の被害認定の基準は、それまで、関係各省庁のそれぞれの通達等によっていたが、各省庁の通達の判断基準に差異があり、行政上の混乱が生じていたことから、1968年(昭和43年)6月14日以降、内閣総理大臣官房審査室長通知「災害の被害認定基準の統一について」により統一が図られてきた。この通知の改正案「災害の被害認定基準」が2001年(平成13年)6月28日中央防災会議(内閣府)で了承され、2001年6月28日(府政防518号)付けで、内閣府政策統括官(防災担当)から警察庁警備局長、消防庁次長、厚生労働省社会・援護局長、中小企業庁次長、国土交通省住宅局長あて通知された。地震保険の分野でもこの基準に準じている。

d) 被害程度の調査

震災における主な被害調査には、前述のように被災地域把握調査、災害対応のための被災状況調査、緊急指定施設の安全性確認調査、応急危険度調査、被災度区分調査、災害の被害認定調査そして地震保険損害査定調査がある。これらの調査は、目的により実施時期が異なるはずであるが混乱している。

新潟県中越地震の被害情報を見ても図14のように地震発生から4日目までは情報の混乱が見られる。調査計画は余震の発生状況、緊急性、二次災害防止を十分考慮し、実施時期を決定する必要がある。対応順序を考えると、まず、救援・救護活動、損傷拡大防止・軽減等災害対策のキーとなる被災地域把握調査、被災状況調査そして緊急指定施設の安全性確認調査は最も緊急性が要請される調査である。つぎに緊急性が要請されるが人的被害拡大防止対策のための応急危険度判定調査である。これらの調査は余震による再調査も要請されることから二次災害防止も十分考慮しなければならない。その後、罹災証明交付認定のための調査、被災建築物の復旧・復興のための調査等を余震の状況を判断して実施することになるであろう。

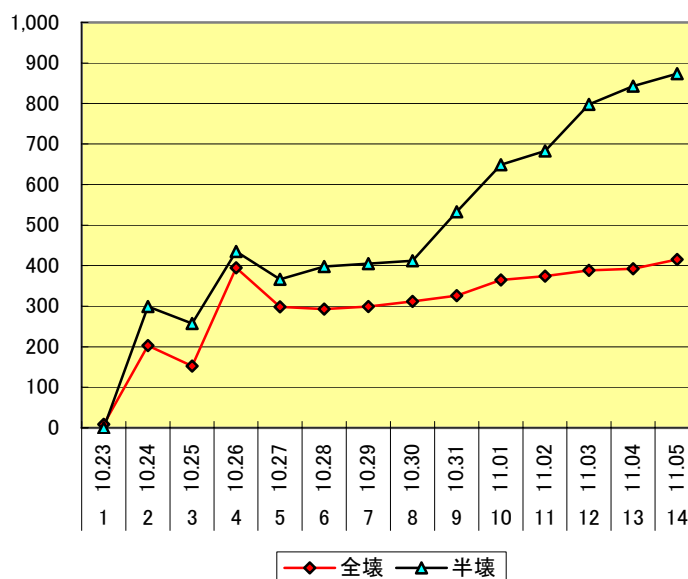


図14 震災における住宅の被害情報(新潟県中越地震住宅全壊・半壊棟数:新潟県報道資料から作成)

i) 発生日～2日 被災地域把握調査

災害対応のための被災状況調査

緊急指定施設安全性確認調査

(救援・救護、被災者の避難所施設等緊急指定施設の安全性確認調査)

ii) 2日～7日 応急危険度調査(二次災害防止のため建築物等の危険性調査)

iii) 7日～2週間 災害の被害認定、被災度区分調査

(罹災証明交付認定調査、被災建築物の損傷拡大防止・軽減のための調査)

iv) 2週間～1ヶ月 詳細な被災度調査 (被災建築物の復旧・復興計画策定のための調査)

e) 比較する判定基準の概要

震災時の調査には被災地域把握調査、災害対応のための被災状況調査、緊急指定施設の安全性確認調査、応急危険度調査、被災度区分調査、災害の被害認定調査そして地震保険損害査定調査等があるが各調査の基本的調査目的は被災建築物の被災程度の評価である。評価の役目により緊急な外観調査が要請され、内部に立ち入った詳細な調査が要請されるのである。「応急危険度判定基準」、「被災度区分判定基準」、「災害の被害認定基準」そして「地震保険損害査定基準」の4つの基準を比較した。

i) 「応急危険度判定基準」

余震等による建築物の倒壊や落下物などから二次災害を防止するため地震により損傷を受けた建築物等の安全性を緊急に判定し危険な建築物等への出入、接近の禁止等を警告する基準であり、人的被害の拡大防止に大きな影響を与える。判定は、被災市町村災害対策本部の要請により応急危険度判定士が行うものである。後述する「被災度区分判定基準」と平行して研究・開発されたものである。なお、応急危険度判定作業の実施、指揮、監督は災害発生時に設置される災害対策本部により行われ、その判定結果についても一般に災害対策本部が責任を負うようになっている。

ii) 「被災度区分判定基準」

地震により損傷を受けた建築物が修理により恒久的に継続使用が可能かどうか、また、どの程度の修理が必要か等、構造的視点から建築物を判定するもので、建築物の所有者の依頼により実施される。この基準は、被災建築物の復旧・復興そして科学技術のため1981年(昭和56年)から5ヶ年間にわたって行われた建設省総合技術開発プロジェクト「被災建造物の復旧技術の開発」のひとつとして研究開発されたものである。調査は、木造建築の専門技術者により実施され、被災建築物の補修・補強に大きな影響を与える。

iii) 「災害の被害認定基準」

国が指定する基準である。関係各省庁の災害対応のための被害状況報告の基準であり、市町村が発行する罹災証明交付認定のための基準である。被害状況報告の調査とは、関係各省庁の災害対応のための被害状況報告であり、復旧・復興対策に大きな影響を与える。罹災証明交付のための調査とは、被災者から市町村に提出された「罹災届」に基づき、被災した建物の損傷の度合いを資産価値的な視点から調査し、「罹災証明」として認定するために行われる。各種補助金、固定資産税減免等申請用使用する証書で、被災したことを証明する。被災者の申請により市町村職員が行い、地震等災害の罹災証明交付の認定は市町村の長が行う。被災者の経済支援等に大きな影響を与える。

iv) 「地震保険損害査定基準」

地震保険の保険金支払の認定を目的に開発された査定基準で、1968年(昭和43年)に開発され、大蔵省関係当局の認可を得た。その後、1980年(昭和55年)に改定、認可を得た。現在は2003年(平成15年)の基準に準拠して運用されている。運用は各保険会社に委ねられているが、考え方の基本は1968年、1980年の基準に準じている。この基準の基本思想

は、震災時における国民一般の生活安定に資することにあり、震災時に広範囲の多量の契約物件の保険金支払認定の迅速性、公平性の要請から国の被害認定基準に基づいて公的機関から一般に発行される罹災に関する証明書類との対応が考慮され、国の被害認定基準への整合が図られている。契約物件の査定は、被保険者からの依頼により、保険会社の査定技術員または損害保険登録鑑定人が調査を実施する。

f) 応急危険度判定基準の要点

応急危険度判定とは、大きな地震の後に発生する余震、その他に起因する二次的な災害を防止するため、被災した建築物の倒壊の危険性、建築物の部分の崩落の危険性、落下物の危険性および地盤の崩壊等による人への危険性を調査し、その結果に基づいて当該建築物の出入の可否、使用の可否、接近の可否等についての判定を行うのが目的である。

危険度の判定は、構造躯体に関連する「被災度区分判定基準」の判定が重要であるが、「応急危険度判定」の目的は単に建築物の耐震性能の判定ではない。あくまでも危険性である。被災した建築物、構築物、設備機器、危険落下物等による危険性の判定である（表3）。調査は、被災市町村災害対策本部長の指示により実施される。判定作業は都道府県知事に認定された一級建築士、二級建築士、木造建築士等の応急危険度判定士の現地調査により実施される。

ところで、この応急危険度判定調査は、発災時、緊急に多数の調査員が要請されるため、未習熟の調査員も多くあり、調査にバラツキがあるのが現実である。全国に先駆けて応急危険度判定制度を確立し、調査の模擬訓練を実施している神奈川県の木造建築物の応急危険度判定調査・模擬訓練を例に行った判定精度の分析でも大きなバラツキが見られた。

1995 兵庫県南部地震の応急危険度判定調査では、全国に先駆けて制度化していた神奈川県、静岡県、東京都の協力、そして、その他全国からの支援により行われ、大きな成果をあげた。この調査から被害が広域に渡る大規模地震の発生時には、全国からの支援の重要性がクローズアップされ、全国的支援体制が効率的に活動されることになった。

応急危険度判定調査の要点をまとめると以下のようになる。

i)調査目的：余震等による二次的な災害を防止するため、被災した建築物の倒壊の危険性

表 3 応急危険度判定損傷状況ランク

調査 1.外観調査 2.内観調査も併せて実施

1 一見して危険として判定される。(該当する場合は○を付け危険と判定し調査を終了し総合判定へ)

1.建築物全体または一部の崩壊・落階	2.基礎の著しい破壊、上部構造との著しいずれ
3.建築物全体または一部の著しい傾斜	4.その他()

2 隣接建築物・周辺地盤等および構造躯体に関する危険度

	A ランク	B ランク	C ランク
①隣接建築物・周辺地盤の破壊による危険	1.危険無し	2.不明確	3.危険あり
②構造躯体の不同沈下	1.無しまたは軽微	2.著しい床、屋根の落ち込み、浮き上がり	3.小屋組の破壊、床全体の沈下
③基礎の被害	1.無被害	2.部分的	3.著しい(破壊あり)
④建築物1階の傾斜	1.1/60以下	2.1/60~1/20	3.1/20超
⑤壁の被害	1.軽微なひび割れ	2.大きな亀裂、剥落	3.落下の危険あり
⑥腐食・蟻害の有無	1.ほとんど無し	2.一部の断面欠損	3.著しい断面欠損
危険の判定	1.調査済全部Aタンク	2.要注意 Bランクが1以上ある場合	3.危険 Cランクが1以上ある場合

3 落下危険物・転倒危険物に関する危険度

	A ランク	B ランク	C ランク
①瓦	1.ほとんど無被害	2.著しいずれ	3.全面的にずれ、破損
②窓枠・窓ガラス	1.ほとんど無被害	2.歪み、ひび割れ	3.落下の危険あり
③外装材 湿式の場合	1.ほとんど無被害	2.部分的なひび割れ、隙間	3.顕著なひび割れ、剥離
④外装材 乾式の場合	1.目地の亀裂程度	2.板に隙間が見られる	3.顕著な目地ずれ、板破壊
⑤看板・機器類	1.傾斜無し	2.わずかな傾斜	3.落下の危険あり
⑥屋外階段	1.傾斜無し	2.わずかな傾斜	3.明瞭な傾斜
⑦その他()	1.安全	2.要注意	3.危険
危険の判定	1.調査済全部Aタンク	2.要注意 Bランクが1以上ある場合	3.危険 Cランクが1以上ある場合

総合判定 (調査の1で危険と判定された場合は危険、それ以外は調査2と3の大きい方の危険度で判定する。)

1. 調査済(緑) 2. 要注意(黄) 3. 危険(赤)

および落下物の危険性等を判定する。

ii)評価目的：人への危険性の有無の評価

iii)調査依頼：災害対策本部

iv)調査者：認定された応急危険度判定士（一級建築士、二級建築士、木造建築士等）

v)調査方法：主として目視（判定士2名1組で調査）

vi)調査事項

- ①一見して危険
- ②隣接建築物・周辺地盤等および構造躯体に関する危険度
- ③落下危険物・転倒危険物に関する危険度

vii)整合基準：被災度区分判定（被災建築物等の被災度区分判定基準および復旧技術指針）

viii)判定区分：「危険」「要注意」「調査済」の3区分

ix)判定方法：各調査より建築物全体の判定を行う。

- ①「危険」：調査項目のうち、Cランクが1つでもある場合。
- ②「要注意」：調査項目のうち、Cランクがなく、AおよびBランクのみの場合。
- ③「調査済」：調査項目の全てがAランクの場合。

g) 被災度区分判定基準の要点

被災建築物に立入り、詳細な被災程度の調査を行うもので、被災建築物の復旧技術として開発されたものである。現在運用されている各種評価基準の基準的存在となっている。被災度区分判定は、被災した建築物の損傷の程度および状況を調査し、被災度区分を行うことにより適切かつ速やかな復旧に資することを目的とする。調査は、建築物の所有者の要請により建築の専門技術者が実施する。被災度区分判定調査の要点をまとめると以下ようになる。

i) 調査目的：地震により損傷を受けた建物の復旧・復興方法策定のために損傷状況を把握する。

ii)評価目的：物理的損傷程度の評価

iii)調査依頼：建築物の所有者

vi)調査者：建築構造技術者

（二級建築士・木造建築士等）

v)調査方法：被災建築物への立入調査

（技術者2名1組で調査）

vi)調査事項：基礎、床組、軸組、軸組壁、仕上材、屋根の6主要構造部位

表4 損傷ランク

	I(軽微)	II(小破)	III(中破)	IV(大破)	V(破壊)
1.基礎	15%未満	15~30%	30~65%	65~85%	85%以上
2.床組	10%未満	10~30%	30~60%	60~85%	85%以上
3.軸組	10%未満	10~30%	30~60%	60~85%	85%以上
4.軸組壁	10%未満	10~30%	30~60%	60~85%	85%以上
5.仕上材	15%未満	15~40%	40~65%	65~85%	85%以上
6.屋根	15%未満	15~40%	40~65%	65~85%	85%以上

表5 各部位の損傷率算定式・主な有害損傷

基礎	損傷率算定式	$\text{損傷率} = \frac{\text{損傷基礎長さ}}{\text{外周基礎長さ}} \times 100 (\%)$
	主な有害損傷	幅0.3mm以上のひび割れ、破断、不陸、移動、転倒、流失、剥落等
床組	損傷率算定式	$\text{損傷率} = \frac{\text{損傷床の面積}}{\text{1階部分の床面積}} \times 100 (\%)$
	主な有害損傷	柱と土台、土台と基礎、束と束石のずれ・脱落、壁と床との隙間発生、大引及び根太等の仕口の破損、床の不陸（浮上がり、沈下）、床板の破損等
軸組	損傷率算定式	$\text{損傷率} = \frac{\text{1階損傷柱の本数}}{\text{1階柱の全数}} \times 100 (\%)$
	主な有害損傷	折損、上下端の割り裂け、柱・梁仕口のずれ、脱却、破損
軸組壁	損傷率算定式	$\text{損傷率} = \frac{\text{損傷軸組壁の長さ}}{\text{1階部分の軸組壁全長}} \times 100 (\%)$
	主な有害損傷	残留層間変形角が1/60以上、筋違損傷、ボード類のずれ、釘浮き、せん断変形、土塗壁の塗土剥落等
仕上材	損傷率算定式	$\text{損傷率} = \frac{\text{損傷壁面積}}{\text{全外壁面積}} \times 100 (\%)$
	主な有害損傷	仕上材の剥離、浮き、ひび割れ、ずれ及び脱落、釘の浮き
屋根	損傷率算定式	$\text{損傷率} = \frac{\text{損傷屋根面積}}{\text{最上階の全屋根面積}} \times 100 (\%)$
	主な有害損傷	瓦のずれ、破損、落下、不陸等

vii)整合基準：被災度区分判定

(被災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針)

viii)判定区分：「軽微」、「小破」、「中破」、「大破」、「破壊」の5区分

ix)判定方法

判定は基礎、床組、軸組、軸組壁、仕上材、屋根の6つの主要構造部位ごとの判定結果(軽微、小破、中破、大破、破壊の5ランク)に基づき建築物全体の判定を行う(表4, 5)。全部位の被災度の平均値をもって建築物全体の被災度とする。ただし、基礎、軸組、軸組壁のいずれか一つでも被災度がIV(大破)以上の場合は、その被災度を建築物全体とする。

h) 災害の被害認定基準の要点

災害の被害認定は国が指定する基準で、関係各省庁の災害対応のための被害状況報告、災害救助法の適用、各種補助金、固定資産税減免申請用等に使用する罹災証明交付認定のために市町村が行う。災害対応のための被害状況報告の調査は被災市町村の指示により実施される。また、罹災証明の交付認定調査は被災者の申請により実施される。

災害の被害認定調査の要点をまとめると以下のようになる。

i)調査目的：①緊急対応、復旧、復興のための被害状況の報告を行う。

②罹災証明交付の認定を行う。

ii)評価目的：資産価値の評価

iii)調査依頼：被害状況報告・・・関係省庁

罹災証明交付認定・・・被災建築物の所有者

iv)調査者：市町村職員

v)調査方法：被災建築物への立入調査(一般に技術職1名、事務職1名の2名1組で調査)

vi)調査事項：基礎、床組、軸組、軸組壁、仕上材、屋根の6つの主要構造部位

vii)整合基準：被災度区分判定(被災度区分判定に多くの部分が整合する。)

viii)判定区分：「全壊(全焼・全流失)」、「半壊(半焼)」の2区分

ix)判定方法

地震等による被害認定のための住家の被害調査は、原則として外観目視調査による第1次判定、第2次判定とする。被災者から申請があった場合には、再度外観目視調査および内部立入調査による第3次判定を実施する。災害対応のため被害状況報告の実際の調査は被災市町村で実施される。市町村の調査方法の例を神奈川県小田原市地域防災計画から表10に紹介する。

i) 地震保険の損害認定基準の要点

地震の被害はその頻度、損害程度等の統計量が把握しがたく、損害の規模が時に異常、巨大なものとなる可能性を持っていることから、填補すべき損害を把握しがたく、保険制度として採り上げ難い面があったが、社会的要請から国が関与し、担保範囲を制限する方法で創設された。この保険は実際の損害を補償する保険ではなく「被災者の生活の安定に寄与する」ことを目的としている。損害保険の支払保険金の額は被害を受けた建物の復旧に相当する程度に寄与できなければ社会的意味が少ないが、契約者の保険料負担ならびに国および保険会社の負担力には限界があることから保険金額を制限する方法が採用されて

いる。地震保険の特殊性から保険金支払方法が工夫されている。保険金支払の仕組みは、震災時における損害査定の大規模地震災害時の損害率に依る。保険金支払の方法を採ることは不可能にちかいかことから被害の大きさのランクに応じて保険金額の一定率を支払う方法が採られた。全損、半損、一部損の3つの認定基準がありこの認定基準に入らない限り保険金は支払われないことになる(表6)。また、広範囲に多量に発生する震災時の保険金支払認定作業は、迅速性、公平性の要請から大規模地震災害時における損害処理が有効である国の災害認定基準に整合が図られた損害認定方法に従って行われている(表7)。

地震保険の損害認定調査の要点をまとめると以下のようになる。

- i)調査目的：地震保険契約物件が被災した場合、契約物件の保険金支払ランクの認定を行う。
- ii)評価目的：再調達価格の評価
- iii)調査依頼：被災被保険者
- iv)調査者：保険会社査定技術員、損害保険登録鑑定人
- v)調査方法：被災建築物への立入調査
- vi)調査事項：軸組(柱)、基礎、屋根、外壁、地盤5つの主要構造部位
- vii)整合基準：被災度区分判定(被災度区分判定に多くの部分が整合する。)
- viii)判定区分：「全損」、「半損」、「一部損」の3区分
- ix)判定方法

地震保険の保険金は、一般の保険契約の場合と同様に約款に基づき支払われるのであるが、地震保険の目的が「被災者の生活の安定に寄与する」であり、特に震災時の支払の迅速、公平を期すため、国の災害認定基準に準拠した損害の程度評価に従って行われている。

主要構造部である基礎、軸組、外壁、屋根の物理的損傷割合を算出し、その損傷割合ランクごとに割りつけられた損害割合を算定し、その損害割合の合計を建築物全体の損害割合とする(表8)。その建築物全体の損害割合により保険金支払のための被害程度を認定する。基礎、軸組、外壁、屋根の損害割合の合計が、50%以上の場合は全損と認定する。20%以上50%未満の場合は半損、3%以上20%未満の場合は一部損と認定する。

表6 居住用建物損害ランクの認定と支払額

損害割合	認定	支払額
損害割合が50%の割合	全損	保険金額×100%(時価限度)
損害割合が20%以上50%未満の場合	半損	保険金額×50%(時価×50%が限度)
損害割合が3%以上20%未満の場合	一部損	保険金額×5%(時価×5%が限度)

表 7 地震保険の損害認定基

損害の程度	認定の基準		
	主要構造部 (軸組、基礎、屋根、 外壁等)の損害額	焼失または流失 した床面積	床上浸水
全 損	建物の時価の 50%以上	建物の延床面積の 70%以上	—————
半 損	建物の時価の 20%以上 50%未満	建物の延床面積の 20%以上 70%未満	—————
一部損	建物の時価の 3%以上 20%未満	—————	建物が床上浸水または地盤面 より 45 c mをこえる浸水を受 け損害が生じた場合で、当該 建物が全損・半損・一部損に 至らないとき

表 8 木造建物 在来軸組工法損害認定基準

被害の程度(物理的損傷割合)		損害割合(%)			物理的損傷割合の求め方	
		平家建	2階建	3階建		
主要 構造 部	軸 組	3%以下	7	8	8	$\frac{\text{損傷柱本数}}{\text{全柱本数}}$
		3%～40%	12～41	13～45	14～46	
		40%を超える場合	全損とする			
	基 礎	5%以下	3	2	3	$\frac{\text{損傷布コンクリート長さ}}{\text{外周布コンクリート長さ}}$
		5%～50%	5～11	4～11	5～12	
		50%を超える場合	全損とする			
	屋 根	10%以下	2	1	1	$\frac{\text{屋根の葺替え面積}}{\text{全屋根面積}}$
		10%～50%	4～8	2～4	1～3	
		50%を超える場合	10	5	3	
	外 壁	10%以下	2	2	2	$\frac{\text{損傷外壁面積}}{\text{全外壁面積}}$
		50%～70%	3～10	5～15	5～15	
		70%を超える場合	13	20	20	

(「地震保険ガイド」から作成)

j) 被災度評価の比較

「応急危険度判定基準」、「被災度区分判定基準」、「災害の被害認定基準」、「地震保険損害査定基準」の比較表を作成し、評価内容を比較した。

4 基準はそれぞれ異なる目的に使用されている。「応急危険度判定基準」は危険の有無の判定に使用され、「被災度区分判定基準」は物理的損傷率の判定に使用され、「災害の被害認定基準」は災害対応のための被害調査そして罹災証明交付認定のため資産価値的の被害認定に使用されている。そして「地震保険損害査定基準」は地震保険支払保険金の認定に使用されている。これら判定基準による判定グレードを物理的(工学的)損傷率を尺度に比

較した。

各基準の判定・認定は、目的が異なるので全てが物理的損傷率に比例しているのではない。目的により判定または認定結果が異なるのは道理である。

ところで、各調査の基本である物理的損傷率について4基準を比較すると、4基準とも「被災度区分判定基準」に多くの部分が整合していることが分かる。各基準が混乱しているように見られるのは、各判定または認定の横の関係が明確に説明されていないことに起因するものと考えられる。「応急危険度判定基準」は被災建築物の危険の有無、「被災度区分判定基準」は被災建築物の復旧・復興の指標、「災害の被災度認定基準」は行政の災害対応および罹災証明交付認定、そして「地震保険損害査定基準」は住宅地震保険金の支払認定（住宅の地震保険金の支払といっても住宅復旧のための費用ではない。地震保険の目的は「被災者の生活の安定に寄与する」ことを目的としている。）に適用される。このように、各判定または認定は独自の目的を持っている。それぞれの役目について明確な説明が求められる。以上4つの評価基準の要点をまとめると表9のようになる。

k) まとめ

現在一般的に運用されている震災木造建築物の被災度評価基準「応急危険度判定基準」、「被災度区分判定基準」、「災害の被災度認定基準」そして「地震保険損害査定基準」の基準を物理的損傷率で比較すると、おおむね整合している。各基準間の調査でバラツキが発生するのは基本尺度である物理的損傷率への確認不足に起因すると思われる。基本尺度である「被災度区分判定基準」の知識が不可欠である。

現実にはバラツキはどうしても発生する。各判定・認定は独自の目的を持っているが基本とする物理的（力学的）損傷程度の評価は同等である。被災評価のバラツキは見解の混乱である。住宅のすまい手、行政、建築業者の認識の違い、各調査担当者の認識の違いによると思われる。それぞれの知識の向上が求められる。それぞれの役目について明確な説明を準備することが求められる。また、評価の信頼性の獲得には各調査票の工夫、調査手法の工夫、調査員の習熟方法の工夫等バラツキを小さくする工夫、そして、的確な説明が求められる。

2004年新潟県中越地震では甚大な被害が発生した。安全の確保のための耐震性能の確保が被害調査からも指摘されている。古い基準で造られた既存建築物、新しい安全基準施行後の建築物であっても法律が要請する性能に達していない建築物、新しい建築物でも耐震性能が不足している建築物等が多く存在するのが現実である。災害発生時に大きな人的、経済的被害を発生させる。安全が不足する建築物の対応が早急に要請されるのである。ところが、対応を計画しようにも被災の実態解析の情報が普及していないのが現実である。住宅の構造形式は、気候、風土、地形、地盤等により異なり、使用される建築用材の供給形態により、また、地方特有の建築技術により異なる。各地方の住宅の安全性確保、効果的防災対策のためには多様な状況の被災実態解析の情報が不可欠である。

震災が発生すると応急危険度判定、被災度区分判定、災害の被害認定そして地震保険損害査定が実施される。その基本調査は物理的（力学的）損傷程度である。各調査に基づく実態解析情報の集約とその情報の公開・共有化が要請される。

表 9 震災木造建築物評価基準の要点

項目	応急危険度判定	被災度区分判定	災害の被害認定	地震保険の損害認定
(1)調査目的	余震等による二次的な災害を防止するため、被災した建築物の倒壊の危険性および落下物の危険性等を判定する。	地震により損傷を受けた建物の復旧方法の策定のために損傷状況を把握する。	①緊急対応、復旧、復興のための被害状況の報告を行う。 ②罹災証明交付の認定を行う。	地震保険契約物件が被災した場合、契約物件の保険金支払ランクの認定を行う。
(2)評価目的	人への危険性の有無の評価	物理的損傷程度の評価	資産価値の評価	再調達価格の評価
(3)調査依頼	災害対策本部	建築物の所有者	①被害状況報告:関係省庁 ②罹災証明交付認定:被災建築物の所有者	被災被保険者
(4)調査者	認定された応急危険度判定士 (一級建築士、二級建築士、木造建築士等)	建築構造技術者 (二級建築士・木造建築士等)	市町村職員	保険会社査定技術員 損害保険登録鑑定人
(5)調査方法	主として目視 (一般に技術者2名1組で調査)	被災建築物への立入り調査 (一般に技術者2名1組で調査)	被災建築物への立入り調査 (一般に技術職1名、事務職1名の2名1組で調査)	被災建築物への立入り調査
(6)調査事項	①一見して危険 ②隣接建築物・周辺地盤等および構造躯体に関する危険度 ③落下危険物・転倒危険物に関する危険度	基礎、床組、軸組、軸組壁、仕上材、屋根の6つの主要構造部位	①第1次判定:一見して住家全部が倒壊または住家の一部の階が全部崩壊している場合は全壊とする。 ②第2次判定:第1次判定で全壊とされなかった住家は、外観目視により部位別の損傷率と部位別構成比に基づき建築物全体の判定を行う。 基礎、床組、軸組、軸組壁、仕上材、屋根の6つの主要構造部位	軸組(柱)、基礎、屋根、外壁、地盤5つの主要構造部位
(7)整合基準	被災度区分判定 (被災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針)	●被災度区分判定 (被災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針)	被災度区分判定 (被災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針)	被災度区分判定 (被災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針)
(8)判定区分	危険、要注意、調査済の3区分	軽微、小破、中破、大破、破壊の5区分	全壊(全焼・全流失)、半壊(半焼)の2区分。 (一部破損は各自治体地域防災計画等で別途規定されている)	全損、半損、一部損の3区分
(9)判定方法	各調査項目の判定結果(A,B,Cの3ランク)に基づき建築物全体についての「危険」、「要注意」、「調査済」の判定を行う ①「危険」:調査項目のうち、Cランクが1つでもある場合 ②「要注意」:調査項目のうち、Cランクがなく、AおよびBランクのみの場合。 ③「調査済」:調査項目の全てがAランクの場合。	判定は基礎、床組、軸組、軸組壁、仕上材、屋根の6つの主要構造部位ごとの判定結果に基づき建築物全体の判定を行う。全部位の被災度の平均値をもって建築物全体の被災度とする。 ただし、基礎、軸組、軸組壁のいずれか一つでも被災度が大破以上の場合、その被災度を建築物全体の被災度とする。判定は基礎、床組、軸組、軸組壁、仕上材、屋根の6つの主要構造部位の被災調査により被災度のランク付けが行われる。	部位別損害割合(屋根の損傷率、柱(耐力壁)の損傷率、壁(外壁)の損傷率、基礎の損傷率)に基づき建築物全体の判定を行う。 建築物全体の損害割合は、指定の部位構成比の加重平均による。 ①「全壊」:損壊、焼失若しくは流失した部分の床面積がその住家の延床面積の70%以上(経済的住家の損害割合が50%以上) ②「半壊」:損壊部分がその住家の延床面積の20%以上70%未満(経済的住家の損害割合が20%以上50%未満) *「一部破損」の規定はない。一般的には全壊および半壊にいたらない程度の住家の破損で、補修を必要とする程度	主要構造部である基礎、軸組、外壁、屋根の物理的損傷割合を算出し、その損傷割合ランクごとに割れつけたれた損害割合を算定し、その損害割合の合計を建築物全体の損害割合とする。その建築物全体の損害割合により保険金支払のための被害程度を認定する。 ①「全損」:基礎、軸組、外壁、屋根の損害割合の合計が、50%以上 ②「半損」:基礎、軸組、外壁、屋根の損害割合の合計が、20%以上50%未満 ③「一部損」:3%以上20%未満

表 10 住家、非住家等被害調査表

No

整理番号	世帯主氏名	住所	区分	人的被害	世帯構成	住家被害										非住家被害							
						計	男	女	床上 浸水	床下 浸水	倒壊 流失	屋根・外壁等被害					被害 想定額	全壊	半壊	床上 浸水	床下 浸水	一部 被害	被害 想定額
												全部	3/4	1/2	1/4	一部							
		特・借(下欄) 所有者氏名		無・有				無・有 (床上 米)	無・有	無 倒・流	全部	3/4	1/2	1/4	一部	千円					千円		
		住所		無・有				無・有 (床上 米)	無・有	全部 3/4 1/2	瓦	野	天	瓦	野	天	瓦	野	天	瓦	野	天	
										1/4	外壁	全部	3/4	1/2	1/4	一部							
		特・借(下欄) 所有者氏名		無・有				無・有 (床上 米)	無・有	無 倒・流	全部	3/4	1/2	1/4	一部	千円					千円		
		住所		無・有				無・有 (床上 米)	無・有	全部 3/4 1/2	瓦	野	天	瓦	野	天	瓦	野	天	瓦	野	天	
										1/4	外壁	全部	3/4	1/2	1/4	一部							
		特・借(下欄) 所有者氏名		無・有				無・有 (床上 米)	無・有	無 倒・流	全部	3/4	1/2	1/4	一部	千円					千円		
		住所		無・有				無・有 (床上 米)	無・有	全部 3/4 1/2	瓦	野	天	瓦	野	天	瓦	野	天	瓦	野	天	
										1/4	外壁	全部	3/4	1/2	1/4	一部							
											その他												

(注) 太書きは、別紙被災者調査表を作成すること。

(小田原市地域防災計画から作成)

(c) 結論ならびに今後の課題

本研究では、研究会や密集市街地木造住宅視察等を通じて、安全・安心で長持ちする住宅作りの現状と課題について討議し、次のことを明らかにした。防災と環境の両面から、軸組木造住宅の価値再評価と既存住宅の耐震補強・流通促進策が求められ、そのために住宅建設時の検査体制、性能評価、住まいの維持管理記録、情報開示や防災まちづくりの中での補強支援が重要である。住まいのライフサイクルを通したリスクマネジメントを支える技術、社会制度、意識啓発が今後の課題といえよう。

2004年新潟県中越地震について、死傷率と震度の相関が高く、閉じ込めや人の死亡に土砂崩れを含む家屋倒壊が大きく影響すること、室内散乱による負傷者が多数発生し、高齢者の死亡・負傷割合が高いことを示し、住宅の耐震補強や家具室内安全策の重要性を示した。今後の課題として、住宅被害と室内被害の予測から閉じ込め確率や死傷危険度を予測する手法について検討することが挙げられる。

さらに、震災木造建物に対して実施される各種の被害判定結果が被災者に混乱を与えている現状に鑑み、応急危険度判定、被災度区分判定、災害の被害認定、地震保険の損害認定の目的、調査主体、判定方法を比較・検証した。発生した被害の原因や影響要因を分析し、今後の被害予測や事前対策・補強策の効果を測るために、被災度評価の信頼性向上が強く要請されることを明らかにした。

(d) 引用文献

- 1) 浅利隆文・他：既存木造住宅の耐震補強促進に資する不動産評価からの一考察－建物固定資産税の減免が及ぼす価値の増加を通して－、日本地震工学会大会 2004 梗概集、pp.74-75、2005.
- 2) 村上ひとみ、隅田浩司、小嶋伸仁、中村仁：萩市浜崎地区における軸組木造住宅の地震安全性調査(2)「すまいのカルテ」点検法改善の提案、日本建築学会学術講演梗概集（北海道）、2004.
- 3) 村上ひとみ（編）：木造住宅の耐震性能・耐震補強調査－萩市浜崎伝統的建造物群保存地区における調査報告－、日本建築学会近畿支部（木造部会）、148pp, 2003.
- 4) 中村仁・他：密集市街地における戦前木造住宅の耐震改修を手がかりとした住民主体のまちづくりの展望－大阪市福島区野田地区における密集市街地まちづくりの実践的研究(その1)－、日本建築学会学術講演梗概集（北海道）、2004.
- 5) 国土地理院(2004)：新潟県中越地震のページ
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/NIIGATAJISIN/jyoukyouzu/niigata1029-1500.html>
- 6) 岡田成幸、高井伸雄：木造建築物の損傷度関数の提案と地震防災への適用－地震動入力を確定的に扱う場合－、日本建築学会構造系論文集、No.582, pp.31-38、2004.
- 7) 村上ひとみ、伊藤英二、森伸一郎、重松尚久：震度と人的被害発生率の関係－2000年鳥取県西部地震と2001年芸予地震の特徴－、第11回日本地震工学シンポジウム論文集,2002, pp.2405-2410, 2002.
- 8) 十日町地域消防本部：平成16年 新潟県中越地震体験記 大揺れの恐怖、(<http://www.tiara.or.jp/~fire119/>)

- 9) 独立行政法人消防研究所：平成16年(2004年)新潟県中越地震で発生した火災は9件、平成16年(2004年)新潟県中越地震関連情報 No.4、2004.11.11.
http://www.fri.go.jp/bosai/2004_niigata_chuetsu/no4/no4_kasai_chousa.html
- 10) 朝日新聞(2004/11/28) asahi.com: ニュース特集：新潟県中越地震
<http://www.asahi.com/special/041023/TKY200411270289.html>
- 11) 「震災建築物等の被災度判定基準および復旧技術指針」(日本建築防災協会) 1991.2.20
- 12) 「建築物の震災復旧技術マニュアル(案)」(建築研究振興協会) 1986.3
「震災建築物応急危険度判定マニュアル講習テキスト」(神奈川県建築物震後対策推進協議会)1997.8
- 13) 「地震の被害を受けた建築物の被災度の評価方法の概要」(損害保険料率算定会) 1998.1.22
- 14) 「地震の被害を受けた建築物の被災度の評価制度の分析」(小嶋伸仁)(地域安全学会梗概集, No. 9, pp.98-101) 1999.11
- 15) 「地震保険のすべて」(保険毎日新聞社) 1980.11.10
- 16) 「地震保険ガイド」(保険教育システム研究所) 2002.6
- 17) 「災害の被害認定基準について」(内閣府) 2001.6.28
- 18) 「災害の被害認定基準運用指針」(内閣府) 2001.6.28
- 19) 「兵庫県南部地震における建物被害の自治体による調査法の比較検討」(村尾修、山崎文雄)(日本建築学会計画系論文集, No. 515, pp.187-194) 1999.1
- 20) 「住宅の耐震性能評価と発生被害」(小嶋伸仁、鈴木祥之)(京都大学防災研究所 研究集会 2001-12S-1, pp.75-81) 2001.4
- 21) 「小田原市地域防災計画」(小田原市) 2004

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
村上ひとみ、隅田浩司、小嶋伸仁、中村仁	「すまいのカルテ」点検法改善の提案－萩市浜崎地区における軸組木造住宅の地震安全性調査(その2)－	日本建築学会(北海道)学術講演会	2004年8月
中村仁、他	密集市街地における戦前木造住宅の耐震改修を手がかりとした住民主体のまちづくりの展望－大阪市福島区野田地区における密集市街地まちづくりの実践的研究 その1－	日本建築学会(北海道)学術講演会	2004年8月
小笠原昌敏	新潟県中越地震 木造建物詳細調査報告	歴史的市街地・密集市街地における戦前木造建築物群の集団的な耐震改修促	2005年1月28日

		進手法の検討、京都大学防災研究所研究集会	
小嶋伸仁	震災木造建築物の被災度評価の比較	歴史的市街地・密集市街地における戦前木造建築物群の集団的な耐震改修促進手法の検討、京都大学防災研究所研究集会	2005年1月28日
橋本清勇	町家再生のネットワークとその課題について	歴史的市街地・密集市街地における戦前木造建築物群の集団的な耐震改修促進手法の検討、京都大学防災研究所研究集会	2005年1月28日
中村仁	戦前木造住宅の耐震改修を手がかりとした密集市街地まちづくりの展望－大阪市福島区野田地区を事例として－	歴史的市街地・密集市街地における戦前木造建築物群の集団的な耐震改修促進手法の検討、京都大学防災研究所研究集会	2005年1月28日
村上ひとみ	木造建物は大地震に対して安全・安心か？住民は安心して暮らせるか	阪神・淡路大震災10年事業 シンポジウム「暮らしといのちを守る」日本建築学会近畿支部	2005年3月22日
村上ひとみ	2004年新潟県中越地震の人的被害と救急・救助活動の実態調査	日本建築学会（近畿）学術講演会	2005年9月

(f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 平成17年度業務計画案

地域特性を考慮の上、実在木造住宅への耐震診断・補強実施事例をデータベース化する。すまいのカルテにおける劣化度の相対評価手法を検討し、維持管理支援を目的とした情報ツールに発展させる。耐震診断・補強事例のデータベースに基づき、補強支援情報を分類し住まい手、市民、自治体担当者、施工者等の理解を促進する可視化ツールを開発する。