

### 三陸はるか沖地震による住宅被害等調査研究

戸部 栄一

キーワード：1) 三陸はるか沖地震, 2) 住宅被害, 3) 地震対策, 4) 地震卓越周期, 5) 住宅の建設期間, 6) けが, 7) 危険行為, 8) 地震経験, 9) 地震観, 10) 阪神大震災の影響

#### 1. 研究の目的と方法

本研究は、1994年12月28日午後9時19分に起こった震度6 (M7.5) の三陸はるか沖地震による住宅・宅地・住生活などの被害を調べ、a.被害発生にかかわる諸条件とb1.災害の規模や内容、およびb2.人々の対応行動・意識などがどのように関係しているかを調査分析することを目的とするものである。

ここで、a.の被害発生にかかわる諸条件は、①発震条件(震源地、地震の大きさ、発生時期、時刻)、②対象地区の自然的社会的条件(地形、地質、地盤卓越周期、宅地形成時期、住宅の建設時期・構法など)、③八戸地域の地震経歴、④その他の条件(最大余震、阪神大震災との近接性)を取り上げた。b1.では、これまであまり着目されていなかった、あるいは雑多な内容が混在する「一部損壊」レベルを重視し、その内容・構造を明らかにするよう配慮した。

今回の地震発生の諸条件を分析して、表1-1に示す対応関係を仮説としアンケート調査を立案した。結果の概要を2章に示し、aとbの対応関係がみられた地盤と被害の関係、怪我の構造、地震経験と地震対策の関係について3章以下で分析結果を示した。

調査研究方法としては、主としてアンケートによった。

アンケートでは、知るべき項目が多岐にわたるため、被害実態の部分を通項とする3種類の調査表を用意した。地震時の対応行動と怪我の実態(アンケートA、以下アンAという)、地震後の対応・対策(アンB)、地震への感想・意識(アンC)の3種類である。アンケートの配布対象は、地震による被害状況、住宅地の形成年代、調査対象地のまとまり・分布などによって5つの住宅地を選定(位置は図3-1参照)し、1地区100票×3種類、合計1500票を配布した。調査日時は、1995年12月上旬。留置回収法によった。

配布回収結果は次の通り(表1-2)。以上のほかに、地震後に住宅を新築した人約400人へのアンケート(アンD、回収数199)などを行った。

表1-2 アンケート調査配布回収状況

区分	配布数	回収数	回収率	旭が丘地区	白銀地区	下長地区	碑台地区	ハイムコア	合計
アンA	77票	68	88.3%	100	100	100	100	97	442
	76票	62	81.6%	99	99	99	96	96	432
	98.7%	91.1	99.0	99.0	99.0	99.0	96.0	97.7	
アンB	80票	71	88.8%	100	100	100	100	100	451
	79票	67	84.8%	100	88	94	94	428	
	98.8%	94.4	100.0	88	94.0	94.5			
アンC	82票	64	78.0%	99	100	100	100	100	445
	82票	61	74.4%	99	95	93	93	430	
	100.0%	95.3	100.0	95.0	93.0	96.6			
合計	239票	203	84.9%	293	300	297	1338		
	237票	190	80.2%	298	282	283	1290		
	99.2%	93.6	99.7	94.0	95.2	96.4			

表1-1 三陸はるか沖地震の特性と分析の視点および調査項目

区分	a.被害発生の諸条件		b1.災害の規模内容	b2.人々の対応行動・意識	
	細項目	概況		対応行動・地震対策	意識
① 発震条件	振動特性	・M7.5.震度6の烈震 ・激しいゆれ ・短い振動時間	・震度の割に少ない建築被害 ・家具・什器・けがなどの被害は大 ・液化化現象なし、固い地盤で被害 ・塀・囲いの被害比較的小	・とっさの行動ができないゆれと振動時間 ・応急対策の必要 ・大変な後始末	・強い恐怖感 ・怖い思い、悔しい思い ・対策・備えの必要性の認識
	発生時期・時間	・年末年始の時期、冬-寒さの問題 ・本震は夜・停電・暗闇の問題 ・最大余震は朝	・暗闇でのけが多い ・大変だった外出家族の安否確認	・寒さをしのぐ応急措置の必要 ・夜・停電への対応 ・暖房水・食糧の確保 ・一斉に街へ混んだら、どけ	・夜や寒さ対策の必要性の認識 ・水・食料などの備えの重要性の認識 ・非常持ち出し品・連絡などの相談の必要性を認識
②対象地区の自然的社会的条件	・入り組んだ地形 ・八戸地域を3つに分ける2大河川 ・台地上・台地縁辺部に旧市街地	・台地上で被害大、低地で被害小 ・斜面、旧斜面地での被害大 ・旧市街地・老朽住宅での被害大	・被害・地域によって特徴的な対応行動、地震対策を生む ・老朽住宅ほど具体的対策を実施する	・老朽住宅の危険性の認識高まる ・新興住宅地の対応の難しさの認識 ・コミュニティの重要性の認識	
③八戸地域の地震経歴	・十勝沖(昭和43年)、駒路沖(平成5年)など地震経験 ・東北では宮城県沖、日本海中部、日本海西南沖などの大地震が頻発 ・頻発するM4クラス		・地震経験が地震対策を促す(経験効果あり) ・日頃の備え、地震時の行動教育も比較的によくなされている ・地震慣れが冷静な行動を生む	・地震先進地としての実感持つ ・今回クラスの地震はよく起こるという地震観が形成される ・地震対策・備えの重要性を再認識 ・地震慣れが再建・対策を遅らせる	
④その他の条件	最大余震	・わずか10日後に本震並のゆれ ・本震と類似の振動(縦揺れ・短時間) ・八戸市東部に偏る被害 ・予想されたとおりの大余震	・本震と類似の被害発生 ・東部丘陵地に偏った被害 ・減少ししたが	・本震の経験効果で比較的冷静な行動 ・余震への備えがいきる ・備えなかった人は同じ問題にぶつかる	・またか、やっぱりきたかの意識 ・本格的な対策の必要性の認識拡大 ・備えをしておいてよかったの実感(していた人)
	阪神大震災との近接性	・最大余震からわずか10日後の大震災 ・未曾有の被害と膨大な情報伝達		・再建・住宅の耐震化を加速する ・地震保険への関心を高める	・他人事でない感覚 ・地震対策の「いつか」の必要性を認識 ・安全性・耐震性向上のための社会的・制度的関心の向上

2. 被害と対応の概要

表2-1 調査地区の特徴と被害の概要調査項目

区分	旭が丘地区 (AS 地区)	白銀地区 (SR 地区)	下長地区 (SM 地区)	岬台地区 (MS 地区)	八戸ニュータウン (HC 地区)
地区・住宅・居住者の概要	台地上の古い住宅用地。住宅の建設時期も古く、十勝沖地震以前の住宅が5割を超える。平屋が相対的に多く増改築事例も多い。居住者には高齢者、複合家族が多く、9割近くが十勝沖地震を経験している。	海岸低地の古い住宅地。70年代の住宅が4割。ごく新しい住宅は少ないがそれ以外の時代の住宅が混在している地区。旭が丘に次いで高齢世帯が多い。十勝沖地震の経験者は8割近い。	沖積低地の住宅地。80年代の住宅が5割を占める。全国系の量産型住宅が相対的に多く瓦屋根の比率も1割だが最も高い。居住者は40歳台への集中度が高く5割近い。十勝沖地震の経験者は6割。	丘陵性台地。70年代の造成で住宅は80年代建設が7割を占める。モルタル仕上げの住宅がもともと多く住宅規模も小さめ。下長地区以上に40歳台への集中度が高い。十勝沖地震経験者は6割近い。	丘陵性台地。ごく最近造成された90年代に入ってから住宅が8割を占める。全国系の量産型住宅が相対的に多い。40代とともに30歳台の若い居住者が最も多い。十勝沖地震経験者は5割。
表層地盤・地盤卓越周期	10m程度までN値10以下のローム層主体の地層。18mで岩に達する。地盤卓越周期0.32秒。	凝灰岩上に10m弱の固結度の高い(N値30程度)砂層が堆積。地盤卓越周期0.21秒。	30m以上の深さにわたってN値10前後の軟弱な沖積層が堆積。地盤卓越周期0.85秒。	6-7mまでN値5以下の軟弱層が堆積。10m以上でN値は50以上。地盤卓越周期0.26秒。	15m程度までN値10前後の軟弱層が堆積。地盤卓越周期0.33秒。
被害の概要	最も被害が大きかった地区。建物内部・家具被害は最も少なかった。地盤・建物外部、門・扉、建物外部の被害も8割近い。門・扉の被害も3割以上。最大余震でも同程度の被害。	建物内部・家具被害は最も少なかった。地盤・建物外部、門・扉、建物外部の被害も8割近い。最大余震の被害の方が大きい。	最も被害の少なかった地区。地盤・建物外部は最も被害が最少ない。しかし家具とけが人はやや多い。	平均的な被害の地区。けが人は最も少ない。	地盤けが人が最も被害大きい。門扉、建物外部、建物内部、家具も2番目に被害大きい。旭が丘とともに被害の大きかった地区といえる。
地盤被害率	16.5%/—	11.4%/—	7.1%/—	11.0%/—	23.0%/—
門・扉被害率	36.1%/32.6%	12.2%/16.9%	7.4%/2.3%	13.7%/15.6%	30.0%/6.2%
建物外部被害率	76.9%/76.6%	20.0%/29.8%	26.0%/12.1%	52.0%/40.8%	63.9%/14.5%
建物内部被害率	95.8%/93.3%	30.5%/42.2%	41.3%/30.5%	72.6%/63.4%	87.5%/24.1%
家具被害率	96.3%*	62.5%*	87.2%*	89.9%*	93.4%*
けが人発生世帯率	16.3%*	6.5%*	9.5%*	8.9%*	14.2%*

注) 被害率は、本震/最大余震\*印は本震と最大余震を通じての被害。

表2-2 「地震前後の行動とけが」の概要(アンAによる)調査項目

区分	項目	概要
本震前後の行動	本震時にいた場所	世帯主の不在率25%が高い。自宅にいた人で居間にいた人が多く7割。その他には、ご主人は寝室2割奥さんは2割が台所・食堂。
	ゆれている最中のとっさの行動	「火の始末」が7割と最も多い。ついて「家具を押さえる」「窓・戸を開ける」「大声で確認」「何もしない/できない」の順。ご主人は家具を押さえ、奥さんは火の始末というパターンが多い。
	ゆれの直後に最初にしたこと	「室内の被害を調べる」「TV・ラジオをつける」「片づけを始める」「家族の無事を確かめる」「懐中電灯・ローソクで明かりをつける」などの順。4-6割の人が行った。室内の調査は夫婦とも多いが、ご主人はTV・ラジオをつけ奥さんは片づけというパターンが多い。
	その晩のうちにしたこと	多いのは「床に散らしたものの片づけ」「破損した食器の片づけ」「水道・ガスの使用確認」「家族・親戚への電話連絡」「家の中と建物被害の点検」「暖房器具の点検」など。安全の確認ととりあえずの生活復旧・就寝の準備などがなされた。
最大余震までの行動	役だった備え	懐中電灯が9割でグントツ。ついて携帯ラジオ5割、ローソク、軍手など。
	後片づけ片づけ	「破損物の処理」「散乱物の片づけ」「転倒・移動家具の直し」など。
	修理や一時的手当	「室内の天井・床・壁材の修理」「破損ガラスの修理」「家具修理」「建具修理」などの順。
	買い物	「懐中電灯・乾電池」「インスタント食品」「給水用ポリタンク」「ペットボトル飲料水」の順。
最大余震までの行動	断水時の水の確保	「給水車の水」「ペットボトルを購入」「おき水」「汲み置き水」の順。
	生活再建に役だった物	「懐中電灯」「飲料水」「浴槽の残り湯」「ビニール袋」「軍手」「インスタント食品」「携帯ラジオ」など。
	生活再建に困ったこと	「飲料水の不足」「水洗便所の水」「洗面選択用水」「電話の不通」など。
	余震についての認識	くるかもと思っていた人が6割。心配ないと思った人は2割のみ。
最大余震前後の行動	余震への備えとその内容	何らかの備えをした人は5割。被害防止のためにしたこと最も多かったのは「枕元に懐中電灯・軍手など」で7割。「家具転倒防止のための配置替え」「家具転倒防止金具の取り付け」が3-4割。生活阻害への備えとして行ったことでは「飲料水の汲み置き」「浴槽に水をためる」(以上6割)。「懐中電灯・乾電池の購入」「貴重品をそろえる」「ペットボトルの購入」(以上2割)など。
	最大余震時にいた場所ととっさの行動	本震時より不在率高い。世帯主は33%。居間とともに寝室にいた人が多い。奥さんでは台所・食堂が4割。本震時と同じ行動パターン。本震時よりも冷静な行動が目立つ。
	ゆれの直後の行動	早朝のため、「明かりを確保」はないが、だいたい本震時と同じパターン。「TV・ラジオをつける」が多い。
	その日のうちの行動	「家の中と建物被害の点検」が8割でグントツ。ついて「家族・親戚への電話」「転倒家具の直し」「破損食器の片づけ」「外部灯油タンクの安全確認」「飲料水の汲み置き」など。
けが	けがの有無	世帯当たり平均0.16人。地区差が大きい。
	けがの種類と程度	切り傷が72%でほとんど。打撲傷15%、すり傷9%、やけど4%。99%は軽傷で、自宅で治療できた人が76%。要病院治療は3件のみ。
	けがの部位	足48%と手44%でほとんどを占める。後者はけが全般に及び、前者はやけど以外に分布。残りは腰・背中・頭顔などで打撲傷。
	けがの年齢・続柄	65歳未満が84%。続柄では母が51%で最も多い。父は26%、子は22%。65歳以上の母にけがが発生率が高い。
けがの時期と要因行為	後片づけ時が48%、ゆれの間に28%、ゆれの終了後が24%。後片づけ時はガラス破片・壊れた食器に触れてけがをするケースがほとんど。この場合切り傷がほとんど。ゆれの間はものが落ちてきて、倒れてけがというケースが多い。	

表2-3 「地震前後の感想と地震についての考え方」の概要(アンCによる)調査項目

項目	概要
揺れについての感想	本震時には9割の人が、最大余震時には8割の人が「すごい揺れ」と感じた。
揺れの最中に思ったこと	本震時には、「火の始末のこと」「家が壊れるかもしれない」「家族の安全のこと」などの順。最大余震時には、「またか・やはりきたか」「火の始末のこと」「家族の安否のこと」などの順。「特にない」は1割ある。
怖かったこと・愕然としたこと	「揺れの激しさ」「食器の散乱」「暗闇・停電」などの順。
悔しかったこと・がっかりしたこと	「後片づけが大変だったこと」「建物被害を受けたこと」「食器が大量に割れてしまったこと」などの順。「特にない」も2割ある。
地震後に変えたこと	「停電・断水」「後片づけ」「余震への準備」「冬の寒さ」などの順。
八戸地域の地震発生についての感想	<三陸はるか沖地震クラスの地震はいつ起こっても不思議ではない>、<阪神大震災クラスも起こるかもしれない>、<八戸は地震がよく起こるところだ>、<地震があればどのくらいの震度かだいたいわかる>、<地震による揺れ方は地盤の善し悪しと関係があるらしい>のいずれについても、そう思う割合が高く、「阪神大震災クラスを除いて、3/4以上の人がそう思っている。
地震対策・家づくりについての考え方	「住宅建設では耐震性・安全性を優先すべき」「家具などは転倒防止の対策・安全策が堤非必要だ」「防災グッズ・非常用の飲料水・食料などの備えが重要だ」「安全な家具配置・寝方などの工夫が必要だ」「地震や非常時の時を何度も家族で話し合うことが重要だ」「家具などができるだけ造りつけにすべきだ」「地震保険は是非とも必要だ」「安全な住宅にするための融資制度・行政支援が堤非ほしい」(以上4割以上)などの順。全体としては三陸はるか沖地震を経験して認識し出したケースが多い。阪神大震災もかなりの影響を与えていると思われ、都市防災・行政支援・コミュニティの見直しなどに現れている。
現在の住まいの不安	住まいで何らかの不安のある人は95%。不安の内容は「建物が壊れるかもしれない」が最も多い。「うまくいえないか何となく不安」(51.4%)のように、必ずしも明確な理由がない場合も多い。
将来の大地震への不安	「特に不安はない」は1%しかない。ほとんどの人が持つ不安は「住宅の損壊・被害」「停電・断水」「火事・延焼」「水・食糧などの確保」。半数以下の人が持つ不安は、「けが」「電話の不通」「避難・避難生活」「行政などの迅速な救援活動」「住宅や生活の再建」など。

表2-4 「復旧・復興と地震対策」の概要（アンBによる）調査項目

区分	項目	概要
住宅被害への復旧・復興について	囲いの復旧・復興内容	被害のあった囲いのうち元通りにしたものは半数にすぎず、4割はこれから考えるあるいは復旧・復興するつもりはないとしている。
	住宅の復旧・復興内容	復旧・復興が終わっているものは6割にすぎず、4割は「これから」、「なおすつもりはない」、「どうしたらいいかわからない」としている。復旧内容としては、「前と同じに」という住宅が多い。
	復旧の時期	4割は被災の後6ヶ月後、1ヶ月以内という人は2割。
これまでとってきた地震対策	建て替え後の地震対策	事例は少ないが、「構造を強くした」という人が最も多く、4割。
	新築時の対策	新築時に地震対策をしていた人は55%。その内容は「地盤・地形を考慮して宅地を選んだ」（5割）、「構造を強くした」（36%）、「造り付けを多くした」（34%）の順。
	建て売り中古の購入時	地震を配慮した人は4割。「地盤・地形を考慮して宅地を選んだ」が6割で最も多い。
普段の住み方の工夫と備え	増築・改造・改装時	地震を配慮した人は5割。「被害を受けにくい材料の使用」（3割）が最も多い。
	普段の住み方における工夫	三陸はるか沖地震以前からとられていた対策は「ストーブの周りに燃えやすい物を置かない」「ガスの元栓の点検」「風呂の残り湯を捨てない」「通路出入口の確保」などの順。三陸はるか沖地震を経験して急増した対策は「新たな家具・設備は転倒・破損しにくいものを選ぶ」「タンスの上にものを重ねない」「転倒しても危険がないような家具等の配置替え」「防災用品等の点検・確認」「棚のものは下が重くなるように置く」などの順。
	非常時に対する特別の備え	三陸はるか沖地震以前からとられていた対策は「非常用の灯火の用意」「携帯ラジオの用意」「まず行うことの手順を決める」「軍手や長靴の用意」「補修用の工具の用意」「救急医薬品の用意」などの順。三陸はるか沖地震を経験して急増した対策は「予備のポリタンクの用意」「非常用の飲み物の用意」「携帯ラジオの用意」「非常用の灯火の用意」「非常用の食料品の用意」などの順。
住まいの今後	住まいの不安	「少し不安」が6割近い。全く不安がない人は6%。
	囲い・住宅の計画	特に考えていない人が6割。考えている人中でもどうしていいかわからない人が最も多く3割。ついて「自分でチェックしたい」「専門家に見てもらう」など。

表2-4 「地震後に住宅を新築した人の新築経緯」の概要（アンDによる）調査項目

区分	概要
住宅新築の動機	「地震被害があったため」とする人は1/3。前住宅の老朽化・住みにくさ、子供の成長など一般的動機も多い。
地震前からの新築計画の有無 計画の変更点	具体的に進めていた人は1/4。そのうち建て替えたいと思っていた人が半分。このうち地震によって計画を変更した人は1/3。 「筋かいを増やす」「収納を造りつけに」「耐震性のある材料に」「柱を太くし壁を増やす」「窓の位置大きさの変更」「構造・構法の変更」（以上3割～5割）の順。
耐震性・安全性についての要求とその内容	「具体的に出した」人は3割。「具体的ではないが耐震性に配慮するように求めた」人が5割。「特にいわなかった人」は2割。具体的に出した人の要求は上記の変更点と対応し、「筋かいを増やす」7割、「収納を造りつけに」6割「材料の変更」5割の順。
地震に強い住宅についての勉強 設計者・営業からの提案	した人4割しなかった人6割。勉強の資料としては「業者のパンフ」「テレビ・新聞記事」「専門書」「雑誌・単行本・一般書」などの順。
建設費の上昇について	6割はあった。その内容は「筋かいを多く入れる」「耐震性の高い構法の採用」「耐震性の高い材料の採用」「柱・壁の配置の配慮」「壁を増やす」「収納を造りつけに」「窓の大きさ・位置に配慮」などの順。
阪神大震災の影響について	4割は建設費の上昇の話があった。「安全性のためにはやむを得ない」と「経済的に許す範囲で対策を」とが5割ずつ。「そこまでする必要はない」はほとんどない。
耐震性についての満足度	「大いにあった」3割、「多少あった」人5割、「ほとんどなかった」1割。
耐震性についての満足度	耐震性・安全性に満足できる住宅ができたと思う人は7割以上。思わない人が3割近くいる。

3. 地盤と住宅被害  
3.1 住宅被害の分布

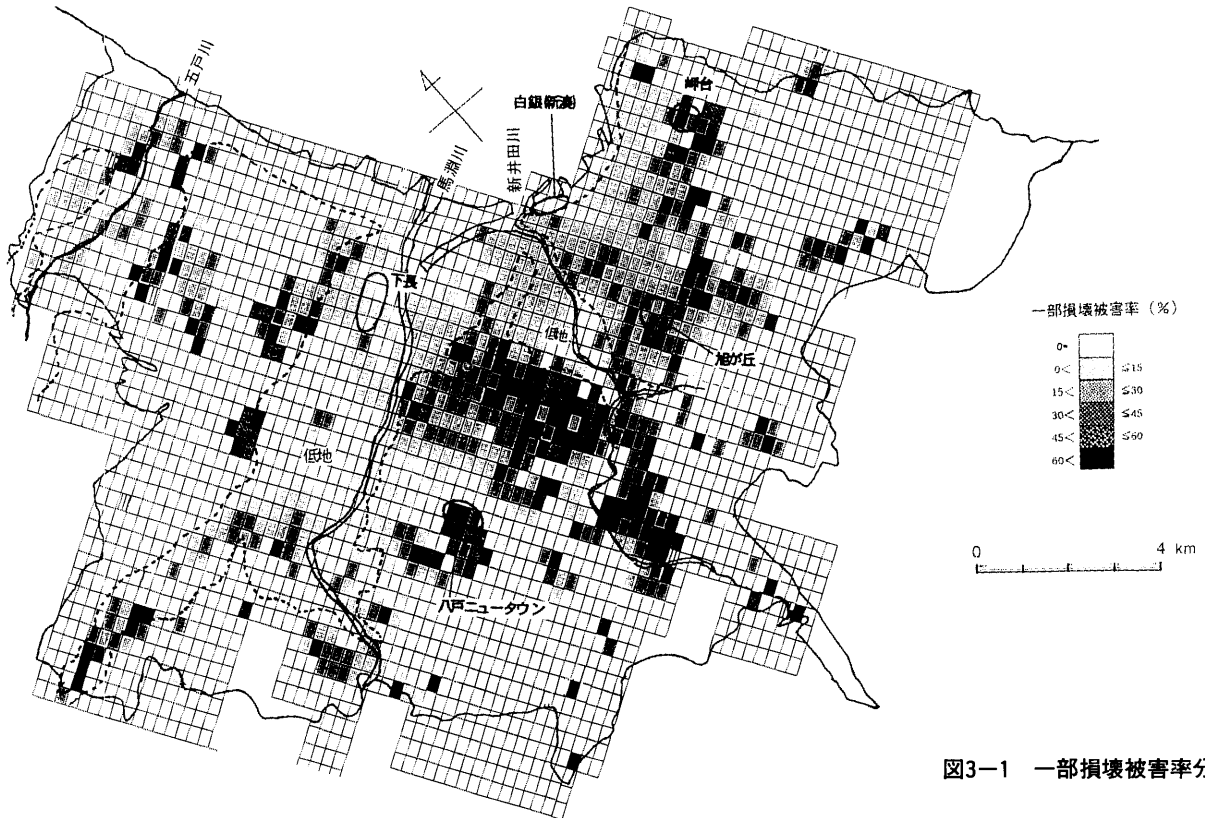


図3-1 一部損壊被害率分布図

八戸市の建築被害調査によれば、全壊61棟、半壊348棟および一部損壊1万756棟となっている。これら被害の地域分布を検討した結果、従来地震に強いとされていた台地部および台地縁辺に被害が集中し、不利な地盤とされている沖積低地での被害は少ないことがわかった。また、本震による被害が新井田川より西側の台地で多く、余震による被害が東側の台地で多いことがわかった<sup>文1)</sup>。

図3-1に八戸全域の一部損壊被害率の分布を示す。340m×340mメッシュ毎に、その区域内の一部損壊棟数を全棟数で割ったものを一部損壊被害率として表わした。図は上記に述べた被害分布の特徴をよく表している。

被害率の分布を地域的に見ると、台地部に被害率の大きい地域が分布しているのがわかる。特に被害率の大きい地域は、新井田川の西側、八戸市庁のある中心街から南の台地部である。図中にアンケートした5地域を示す。

### 3.2 表層地盤の卓越周期と一部損壊被害率

一部損壊被害率と地盤の常時微動より求めた短周期卓越周期との関係を図3-2に示す。新井田川の東の台地と西の台地、それに沖積低地に分けて示した。

図をみると、被害率は0.35秒前後で最大となり、それより長い周期になるにしたがって被害率は少なくなることがわかる。0.2秒以下で被害率は急激に少なくなっている。地形別にみると、新井田川の西の台地では、全体の状況とほぼ一致している。東の台地でも、約0.35秒で最大となっているが、その値は西の台地より小さい。低地では、0.6秒近辺で30%を超える値となっているが、周期全域にわたって、ほぼ20%台の値となっている。表2-1にアンケート地域地盤の概略の卓越周期値を示す。

この結果は、短周期卓越周期が表層地盤の振動特性を表すものであることを念頭に置けば、表層地盤の増幅特性が住宅被害の程度に大きくかかわっていることを示すものである。今回の地震では、卓越周期約0.35秒の地盤が大きく振動したのと考えられる。過去の地震被害においても<sup>文2)</sup>、1995年兵庫県南部地震の被害調査においても<sup>文3)</sup>同様の卓越周期を持つ地盤で、住宅被害が大きいたことが報告されている。

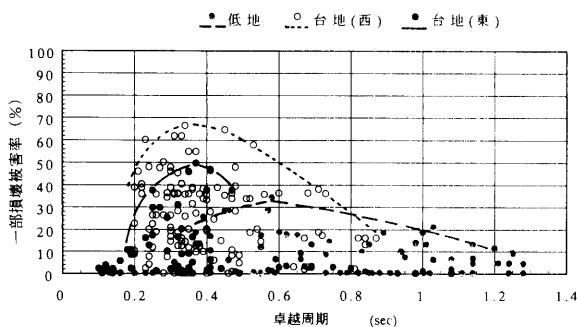


図3-2 地盤卓越周期と一部損壊被害率

## 4. 住宅構法等と住宅被害

住宅被害の調査項目は、地盤被害2、構造被害8、仕上げ被害8、開口部被害4の項目より構成した。これら被害項目より中破～大破に相当する構造被害を2項目、小破～中破に相当する外壁および開口部被害を各1項目抽出し、建築年代、建築業者および住宅構法の条件による被害の差異並びに諸被害の相関性を本震時の被害を対象に分析した。なお、住宅の建築条件による被災特性比較の指標とした被害発生比は以下の定義による。

$$\text{被害発生比} = \text{各条件住宅の被害率} / \text{全体の被害率}$$

### 4.1 建築年代と被害発生比

建築年代は耐震基準改正年（1959年、1981年）による3区分と、これに1968年十勝沖地震による震災経験年を加えた計4区分として考察している。図4-1より住宅の構造的被害は十勝沖地震以前の建築で発生比が高いこと、窓ガラス割れの被害は構造被害にほぼ対応して発生比が変化することが指摘できる。なお、最も古い建築年代（1958年以前）の住宅では構造被害の2項目がいずれも5倍前後の発生比となるが、この年代の住宅では経年劣化や地震被災経歴（十勝沖震災など）の影響を考慮しなければならない。

### 4.2 建築業者と被害発生比

建築業者区分は技術水準を視点に大工・工務店（小規模）、地元大手（中規模）および全国規模大手企業（大規模）として比較した。また、この分析では経年劣化や被災経歴の影響を除去するために新耐震施行年（1981）以降に建築された住宅を分析対象としている（図4-2）。建築業者による差異は建築年代ほど顕著ではないが、全国規模企業による住宅の被害発生比は平均的であること、大工・工務店ではやや高いことが指摘できる。一方、地元大手企業では構造被害1項目でやや高い発生比となるものの“基礎と建物にずれ”と“窓ガラスの割れ”では3業者で発生比が最も低い。

### 4.3 住宅構法と被害発生比

住宅構法は在来木造軸組構法、木造枠組壁構法、木質系プレファブ工法および鉄骨系プレファブ工法の4分類で比較した。なお、この分析でも前項と同様の理由から新耐震以降の住宅を対象としている（図4-3）。構造被害に相当する“家屋全体に傾き”は鉄骨系プレファブ工法で発生比がやや高く、“基礎と建物にずれ”では木造枠組壁構法と木質系プレファブ工法でやや高い。一方、プレファブ系住宅では窓ガラス割れと外壁被害の発生比が低い。つまり、プレファブ系では外壁と開口部の被害は少ないが、構造的被害の発生がやや多いのが特徴となる。

#### 4.4 被害内容の関連性

住宅の被害は社会的条件（建築法規，震災経験，技術水準，建築構法，建物固有周期等）および自然的条件（地震動の基本特性，地震動の地質，地形による変化等）の影響を受ける。気象庁地震機動班の地震動調査によると八戸市域における地震動は，Ⅳ～Ⅵの震度階で分

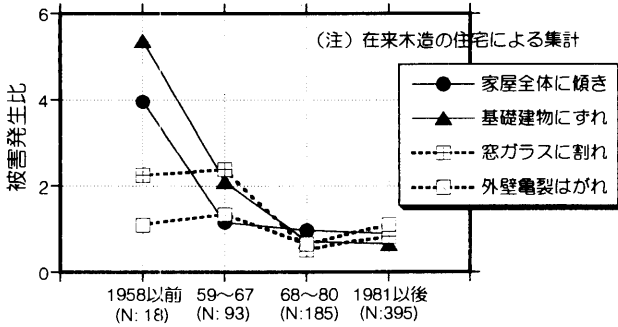


図4-1 建築年代と主要被害の発生比

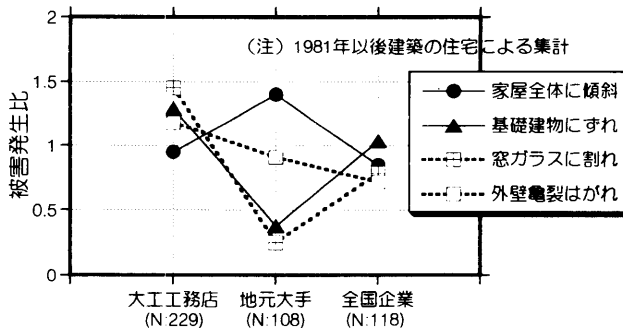


図4-2 建築業者と主要被害の発生比

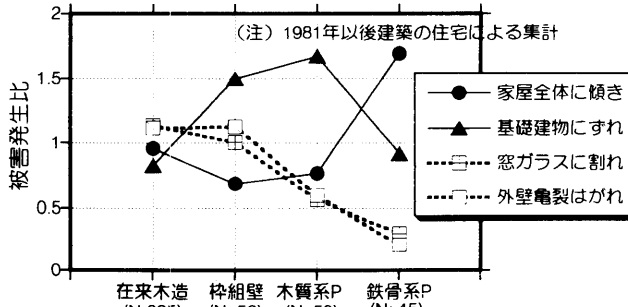


図4-3 住宅構法と主要被害の発生比

布したことが示されている<sup>文1)</sup>。本項では地区の被害差が主に自然的条件によるものと仮定し，被害内容相互の関連性について考察を示す。

#### (1) 調査地区と地震動

図4-4は，新耐震基準以降に建築された住宅を対象に主要被害の発生比の地区差を示している。この発生比が社会的条件の影響を無視して地区の地震動特性を反映したものと仮定すると，調査5地区で発生した地震動の大小関係は概ね以下ようになる。

AS地区>HC地区>MS地区≒SM地区>SR地区

なお，この結果はアンケート法による地震動分布の研究結果<sup>文4)</sup>とほぼ対応している。

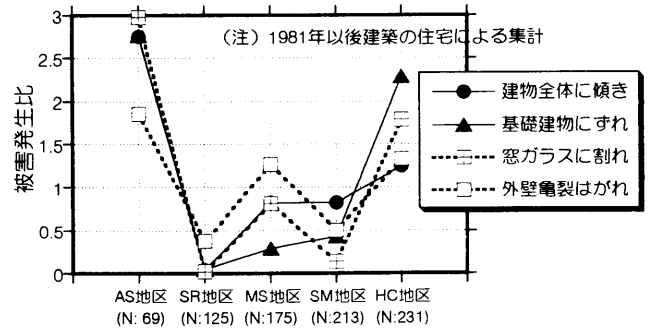


図4-4 調査地区と主要被害の発生比

#### (2) 被害内容の相関性

表4-1は，住宅被害の3様相（地盤，外部，内部），および，特定の仕上げ被害を除いた外部および内部の被害を10項目を抽出し，調査5地区の各被害の比率値より求めた相関係数の一覧を示している。

被害様相では外部と内部との被害相関は高いが，地盤被害と外部および内部被害との相関性が低い。地盤被害が直接的に住宅被害に反映しないのは震災経験により耐震構造の水準が高いことによるものと推察される。

被害10項目の相関性は，“基礎にひび割れ”と“外壁に亀裂はがれ”の2項目を除いていずれも高い相関を示し，被害が概ね連動して発生していることがわかる。なお，低相関の2項目はいずれも亀裂，ひび割れ形態の被

表4-1 5地区の被害率による被害項目の相関（本震被害）

分類	被害の内容（5地区全数の被害率）	被害の様相			建物外部の被害項目					建物内部の被害項目					R <sup>2</sup> ≥.81 項目数	
		A	B	C	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩		
様相	A 地盤の被害あり（13.8%）		0.72	0.68	0.59	0.66	0.58	0.82	0.62	0.66	0.47	0.71	0.52	0.62		
	B 外部の被害あり（48.0%）			0.98*	0.91*	0.87	0.91*	0.86	0.99*	0.93*	0.82	0.97*	0.92*	0.97*		
	C 内部の被害あり（69.0%）				0.91*	0.85	0.86	0.83	0.97*	0.90*	0.75	0.92*	0.85	0.91*		
外部項目	① 家屋全体に傾き（3.0%）					0.97*	0.96*	0.67	0.91*	0.98*	0.93*	0.95*	0.92*	0.92*	8	
	② 基礎建物にすれ（3.2%）						0.98*	0.51	0.84	0.99*	0.97*	0.95*	0.92*	7		
	③ 窓ガラスの割れ（8.8%）							0.63	0.91*	0.99*	0.98*	0.98*	0.97*			
	④ 基礎にひび割れ（23.8%）								0.82	0.68	0.44	0.75	0.61			0.72
	⑤ 外壁亀裂はがれ（28.9%）									0.68	0.44	0.75	0.94*			0.97*
⑥ 床面に傾き沈下（5.4%）										0.96*	0.98*	0.95*	0.96*	7		
内部項目	⑦ 柱に傾斜や破損（5.6%）											0.92*	0.95*		0.91*	7
	⑧ 天井に亀裂外れ（6.4%）												0.97*	0.99*	7	
	⑨ 戸や内窓の外れ（19.0%）													0.99*		8
	⑩ 戸や扉の建付け（29.2%）														8	

（注）\*印は R<sup>2</sup>≥.81 (R≥.900) の相関係数

害である。これら被害は損傷程度（亀裂の幅、長さなど）に差異があるが、設問ではこの差異が表現されていないことが低相関の原因となっている。

### (3) 被害内容の連動特性

図4-5の(a), (b)の散布図は被害3様相の連動性を、(d)~(f)は構造被害の典型である家屋の傾斜被害と水平構面（床と天井）の被害、並びに開口部損傷の典型であるガラス割れについて相互の連動性を示したもので、以下の連動特性が指摘できる。

- (a) 外部被害は地盤被害の約3倍で発生した。
- (b) 内部被害は外部被害の約2割増しで発生した。
- (c) 窓ガラス被害は家屋傾斜の約4倍で発生した。
- (d) 床面損傷は家屋傾斜の約2倍で発生した。
- (e) 天井損傷は床面損傷の約4割増しで発生した。
- (f) 窓ガラス被害は床面損傷の約2倍で発生した。

既往の住宅震災研究では諸被害の関連性など被害構造にかかわる基礎的研究は少ない。地震動の地区差に着目した被害の連動性の分析手法は、住宅震災における被害構造の分析に有効である。

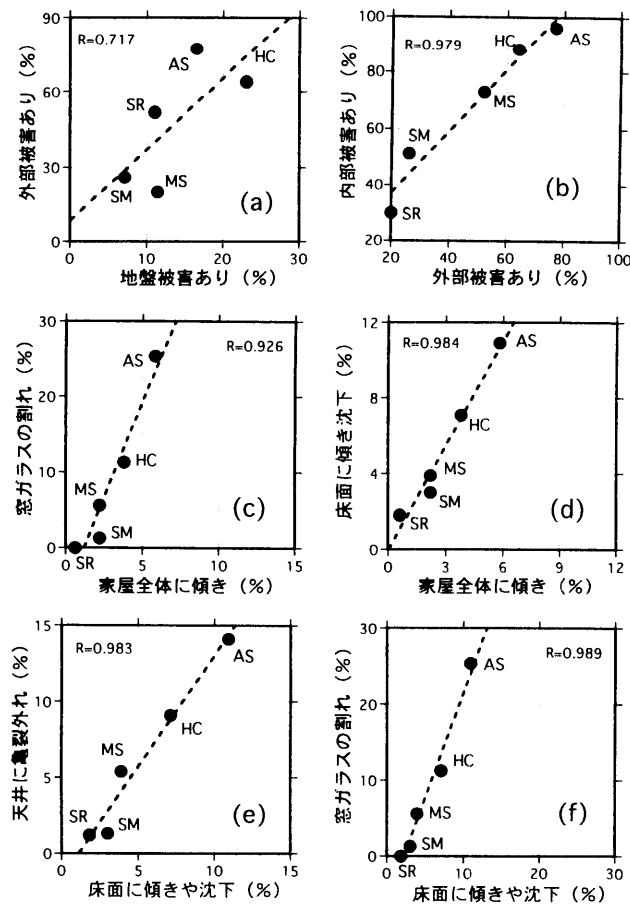


図4-5 住宅震災における被害内容の連動性

## 5. 在宅者のけがの構造

けがはその原因行為を経験した場合の一つの結果であ

る。他の結果は無傷である。さらにけがの原因行為については、経験しそうなったという、経験までに至らない状況がある。このような大型地震におけるけがの原因行為の多様な経験態様は、図5-1に示す関係となる。本研究では、まず、けがとその発生時期の関係を考察する。次にその結果を踏まえて、有傷・無傷・潜在行為の相互関係を通して、けがの構造を明らかにする。

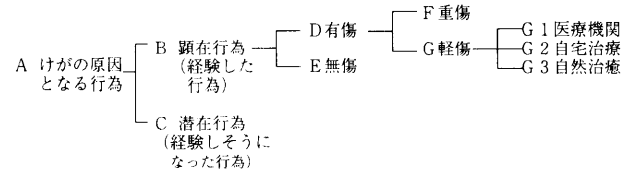


図5-1 けがと原因行為の関係

このようなけがに関する視点から、大型地震における関連の既往報告・研究を概観すると、図5-1中のF・Gすべてを含む在宅者のけがの広範な量的把握を行った調査は極めて少なく、それらも重軽傷の内訳が明らかでない。ほとんどは医療機関を通したF・G1のみに限定されている。したがって、これまでのけがに関連の質的量的把握は、図5-1中のC・E・G2・G3がまったく対象外であったといっている。

ちなみに、調査区域におけるG2・G3の合計は千人当たり38.9人で、同区域のF・G1合計の約20倍に相当する。

### 5.1 けがの発生時期

#### (1) けがの発生時期と原因行為

けがの発生時期を、ゆれの間・ゆれの終了後・後かたづけなどに3区分する。けがの原因となった行為は、表5-2に示す8種類であり、住居内が7種類を占める。時期別の分布では後かたづけなどが48%で最も多く、ゆれの間28、ゆれの終了後24%である。

ゆれの間の原因行為は、住居内では7種類すべてに該当するが、ゆれの終了後及び後かたづけ等は各3種類にせばまり、特に行為5・7の2種類に集中する。(表5-1)

#### (2) けがの発生時期とけが人の年齢・続柄

ゆれの間およびゆれの終了後のけがは、各年齢層に分布するが、後かたづけなどは7~64歳だけが該当する。この年齢層が後かたづけなどに参加した主力であることが知られる(表5-2)。さらに、けが発生率を性別で見ると、女性の方が男性より高く、高齢者では続柄の差異が大きく影響し、母の発生率が祖母を大きく上回る。(表5-3)

#### (3) けがの発生時期と種類

けがの原因行為と時期の相互関係を反映し、ゆれの間

の終了後および後かたづけ等はすり傷と切り傷のみが該当し、特に後者に集中する。(表5-4)

(4) ゆれの間及びゆれの終了後におけるけが

本震ではゆれの間に停電が発生したが、停電率は地区により異なる。そこで本震時の停電と関係あると考えられる、ゆれの間及びゆれの終了後におけるけが30件(表5-5)と、諸条件の関連性を考察する。

5地区における停電時のけが率と停電率の相関性は極めて高く(図5-2)、さらにけがの原因行為1・3・4に関連するタンス被害との相関性も極めて高い(図5-3)。また5・7に関係する食器棚被害や、けがの原因行為全般に関連するとみられる建物内部被害との相関性も高い(図略、前者の相関関係  $r=0.95$ 、後者は  $r=0.92$ )。

したがって、ゆれの間およびゆれの終了後におけるけがの発生は複合条件に起因し、条件の差異が地区別のけが件数に反映していると考えられる。

5.2 けがと潜在行為・顕在行為の関係

(1) けがの発生時期と各行為の関係

表5-6に示すように、潜在・顕在行為とも件数分布はけがと同一の傾向である。すなわち、ゆれの間では1~7までの全て又はほとんどに両行為が該当する。ゆれの終了後及び後片付け等では、潜在行為が5・6・7に、また顕在行為は5・6・7・9にせばまり、特に件数はいずれも7・9に集中する。このように、けがと両行為の相関性は高い(図5-4、5-5)。

以上から、けが・潜在行為・顕在行為とも、原因行為はゆれの間と、ゆれの終了後及び後片付け等に大きく二分される。

表5-1 けがの時期と行為

行為	ゆれの間	ゆれの終了後	後片付け等	計
1.物が倒れて当たる	2			2
2.物が落ちてきて当たる	8			8
3.つまずいて倒れる	1			1
4.倒れた家具等にぶつかる	3	1		4
5.ガラス破片に触れる	2	9	23	34
6.ストーブ・なべ・やかんに触れる	3			3
7.壊れた食器等に触れる	1	7	9	17
8.外部の作業			2	2
計	20	17	34	71
%	28	24	48	100

表5-2 けがの時期とけが人年齢

時期	ゆれの間	ゆれの終了後	後片付け等	計
65才以上	3	5		8
7~64才	15	11	34	60
6才以下	2	1		3

表5-3 けがの続柄・年齢別発生率

続柄	65才以上	7~64才	6才以下	計
祖父	0	0		0
祖母	2.3	0		1.7
父	2.9	4.8		4.6
母	25.0	8.0		9.0
子		2.7	3.4	2.8
計	6.4	4.9	3.4	4.9

性別・続柄不明の2件を除く。

表5-4 けがの時期と種類

部位	すり傷	切傷	打撲傷	やけど
ゆれの間	1	5	11	3
ゆれの終了後	3	14		
後片付け等	2	32		

表5-5 本震のけがの地区別・時期別分布

地区名	ゆれの間	ゆれの終了後	後片付け等
白銀	2	2	
旭ヶ丘	2	14	
岬台	4	6	
下長	4	3	
八戸NT	7	5	
計	17	30	

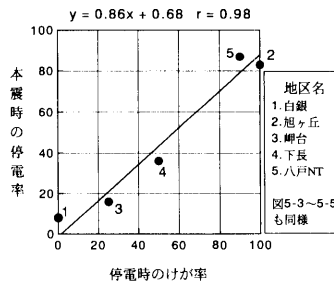


図5-2 本震時の停電状況と停電時けがの関係

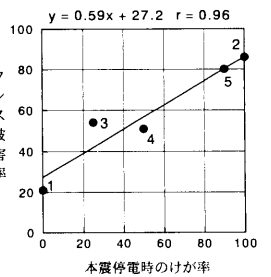


図5-3 本震時における停電時のけがとタンス被害の関係

表5-6 けが原因行為の発生時期

けが原因行為	潜在行為				顕在行為				けが	
	ゆれの間	ゆれの終了後	後片付け	不明	ゆれの間	ゆれの終了後	後片付け	不明	ゆれの間	ゆれの終了後
1.物が倒れて当たる	16		3	7	1	1			2	
2.物が落ちてきて当たる	41		3	17				3	8	
3.家具を押さえて倒れる	10		1	2				1		
4.階段を踏みはずす	7									
5.つまずいて倒れる	5	1			1	1			1	
6.倒れた家具などにぶつかる	1	2	4	1	2	7	4		3	1
7.ガラス破片に触れる	1	19	35	5	4	16	53	1	2	23
8.ストーブ・なべ等に触れる					16				2	3
9.壊れた食器等に触れる					3	20	21	3	1	7
10.外部の作業										2
計	81	22	39	13	52	45	79	10	20	34

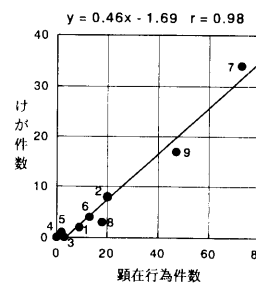


図5-4 けがと顕在行為の関係

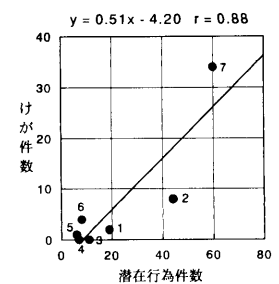


図5-5 けがと潜在行為の関係

2) けがの原因行為の特性

潜在行為を調査した7種類の原因行為を対象とし、対潜在行為の割合を示す顕在行為率の関係、および顕在

行為件数と有傷率の関係を図5-6、5-7に示す。両図における原因行為の分布状況を通じて住居内におけるけがの原因行為は、けが・潜在行為・顕在行為の3者関係により、下記の5グループに区分される。

- ① 7・9：ゆれの終了後と後かたづけなどに大量に顕在行為が発生する。顕在行為率が高く、かつ、けがの割合が高い。
- ② 6：ゆれの終了後と後かたづけなどに少量発生する。顕在行為率・けがの割合がともに高い。
- ③ 2・5：顕在行為はゆれの間に少量発生する。顕在行為率は低い、けがの割合が高い。
- ④ 1・8：ゆれの間に発生し顕在行為件数が少なく、顕在行為率・けがの割合ともに低い。8は重傷となる場合がある。
- ⑤ 3・4：ゆれの間に発生し件数が極めて少ない。顕在行為率が低く、かつ、けがの割合は0である。

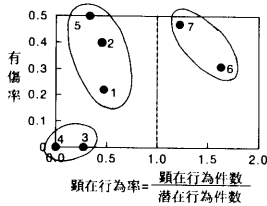


図5-6 顕在行為率と有傷率の関係

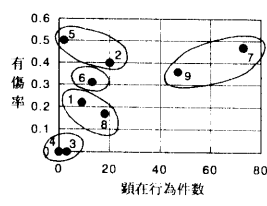


図5-7 顕在行為件数と有傷率の関係

表5-7 顕在行為・無傷・有傷の原因行為別件数比較割合

原因発生為時期	原因行為	潜在行為	無傷	有傷
ゆれの間に	1. 物が倒れて当たる	9.3:	3.4:	1
	2. 物が落下して当たる	5.5:	1.5:	1
	3. 家具を押さえて当たる	3.7:	1	
	5. つまずいて倒れる	6:	1:	1
	8. ストープ・なべ等に触れる		5:	1
終了後・後付け等	6. 倒れた家具等につぶかる	2.0:	2.3:	1
	7. ガラス破片に触れる	1.8:	1.2:	1
	9. 壊れた食器に触れる		1.8:	1

### (3) 潜在行為・無傷・有傷の原因行為別の割合比較

各行為の有傷を1とした場合、ゆれの間に発生する1・2・3・4・5の無傷は有傷の1～5倍、潜在行為は5.5～9.3倍であり、潜在行為の倍率が著しく高い。

一方、ゆれの終了後および後かたづけなどで発生する6・7・8の無傷は有傷の1.2～2.3倍、潜在行為は1.8～2.0倍である。ゆれの間に発生する原因行為と比較して、有傷に対する無傷並びに潜在行為の倍率はともに低く、かつ、無傷と潜在行為の倍率の差異が極めて少ない。このことから、地震においてけがを負う潜在的可能性は、ゆれの間の方が高いことが知られる。(表5-7)

## 6. 居住者の地震経験と地震対策

### 6.1 三陸はるか沖地震発生前後の地震対策

居住者は地震に備えてどのような対策をとっているのか、「普段の住み方における工夫」と「非常時のための特別な備え」について、三陸はるか沖地震発生の前と後についてみてみよう。結果を図6-1と図6-2に示す。

「ストープまわりに物を置かない」などは以前から多く実施されていたが、今回の地震発生を機にその後はさらに増加している。その他、いずれの対策においても、発生後の増加が著しい。住み方における工夫では「タンス等の上に物を積み重ねない」「家具等は転倒しにくいものを選ぶ」、非常時のための備えでは「非常用の灯火を用意」「携帯ラジオを用意」などの増加が目立つ。

### 6.2 地震被害の有無からみた対策の変化

三陸はるか沖地震後にみられた対策の増加は被害と関わりがあろう。地震被害の有無別に対策の変化（発生前と比較したばあいの比率の増加量）をみる。結果は図6-3と図6-4に示すとおりである。

全体としては地震「被害あり」のばあいの方が「被害なし」よりも対策が増加している項目数が多く、とくに住み方における工夫ではそれが多いいえる。しかしながら、各項目とも、「被害なし」であっても対策の増加がかなりみられ、非常時のための備えでは「安否確認方法を決めておく」「地域の避難場所を確認しておく」など半数の項目で「被害あり」を上回る。このような結果は、被害のあったことがその後の対策に影響を与えていることは確かであるが、被害がなくとも、居住者が地震を経験したということが大きな影響をおよぼしていることを示すものであろう。

### 6.3 十勝沖地震経験者の有無と地震対策

今回の三陸はるか沖地震よりも大きな被害を当八戸地域にもたらした十勝沖地震（1968年）の過去の経験は、どのような影響をもっているかを次にみる。家族の者に十勝沖地震経験者が「いる」ばあいと「いない」ばあいに分け、三陸はるか沖地震発生前後の対策をみた結果は図6-5と図6-6に示すとおりである。

今回地震発生後は、ほとんどの項目において十勝沖地震経験者が「いる」ばあいの方が「いない」を越えて多くの対策がとられている。発生前でも、多くの項目で「いる」の方が「いない」を上まわっていることが認められる。このような結果は、十勝沖地震の過去の経験が現在まで残っていたうえに今回の経験が更に蓄積されたこと、そしてその居住者の地震経験が後の対策に効果的に作用していることを示すものであろう。



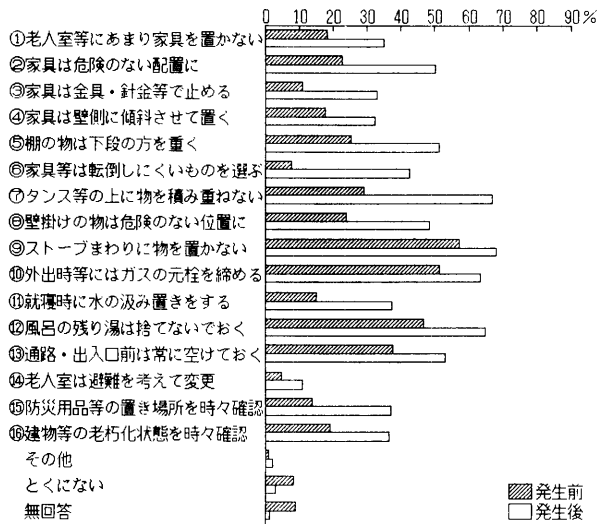


図6-1 ふだんの住み方における工夫  
(三陸はるか沖地震発生前と後)

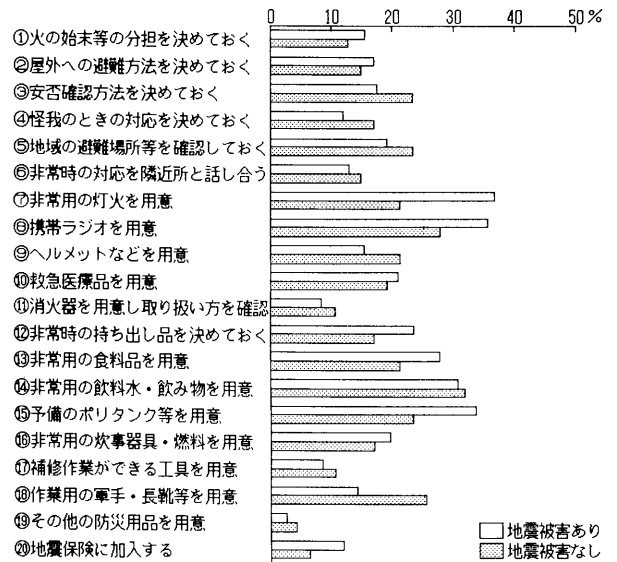


図6-4 地震被害の有無からみた対策の変化  
—非常時のための備え—

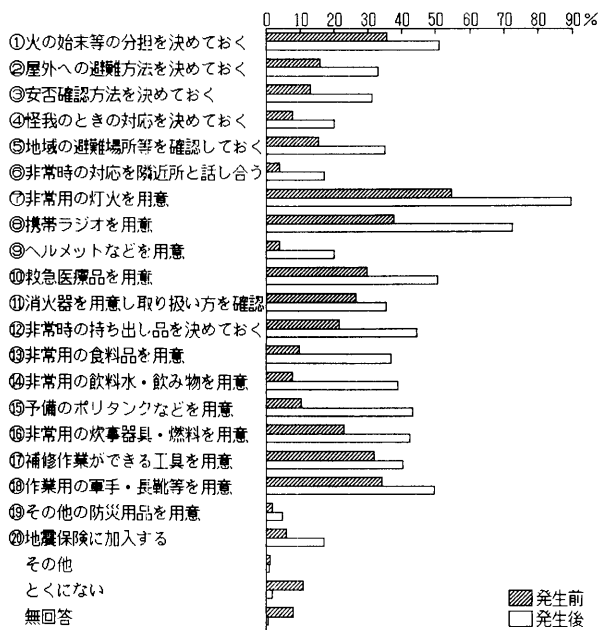


図6-2 非常時のための特別な備え  
(三陸はるか沖地震発生前と後)

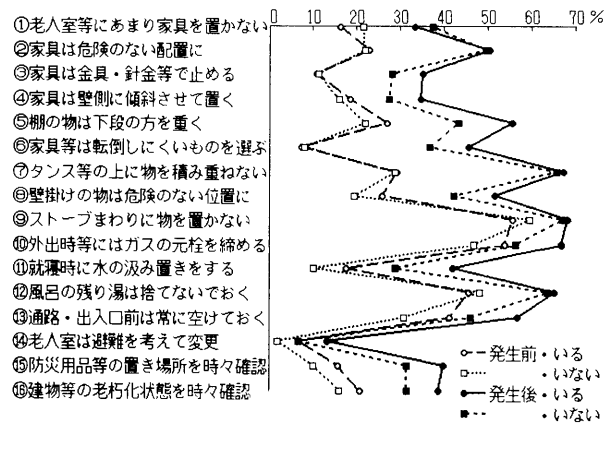


図6-5 十勝沖地震経験者の有無と住み方における工夫

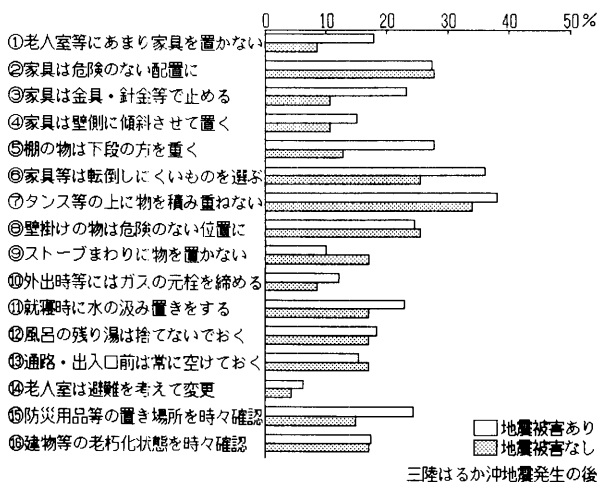


図6-3 地震被害の有無からみた対策の変化  
—住み方における工夫—

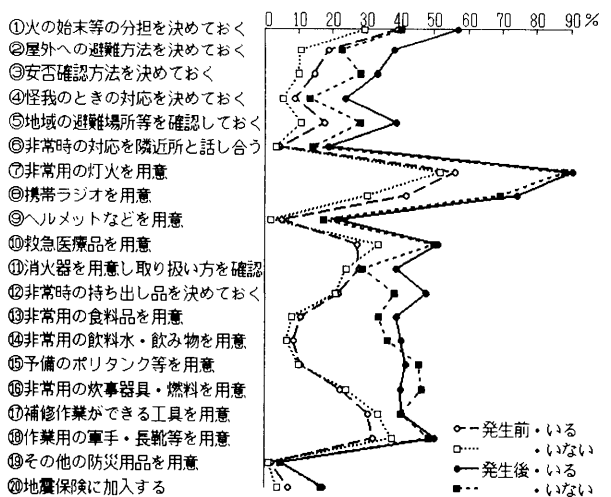


図6-6 十勝沖地震経験者の有無と非常時のための備え

## 6.4 地震経験の効果

三陸はるか沖地震の後、居住者の地震対策は各項目にわたって著しい増加をみせた。これらの地震対策は、そのまま継続し、定着するとはいえない。年月の経過である程度は減衰することであろう。しかしながら、今回地震発生的前後に十勝沖地震の経験がいきっていたように、経験とその蓄積の効果は残るものと考えられる。

図6-7と図6-8は、先の図6-5と図6-6を散布図として表現しなおしたものである。図中の番号は対策項目である。Y=Xの線より上にあるほど、今回の地震で対策が多くとられるようになったことを示す。2点間を結んだ線の長さは十勝沖地震経験者が「いる」と「いない」の差異を示している、そのX成分は発生前、Y成分は発生後の差異を示している。「いない」から「いる」をみたばあいに右上がりの線になっているもの(実線で表わす)は、十勝沖地震経験者が「いる」ばあいの方が今回地震発生の前も後もともに高率であった地震対策であり、経験効果が認められるものといえる。

本章のまとめとして、居住者の地震対策は、その内容も勘案すると次の4つにグルーピングすることができよう。Aは地震に限らずその他にも有効な対策であるために普及・定着しやすい対策、Bは地震経験とその蓄積が効果を持って普及・定着する可能性のある対策、Cは地震経験の効果は認められるものの普及・定着はしにくいとみられる対策である。Dはそのほかの対策となる。

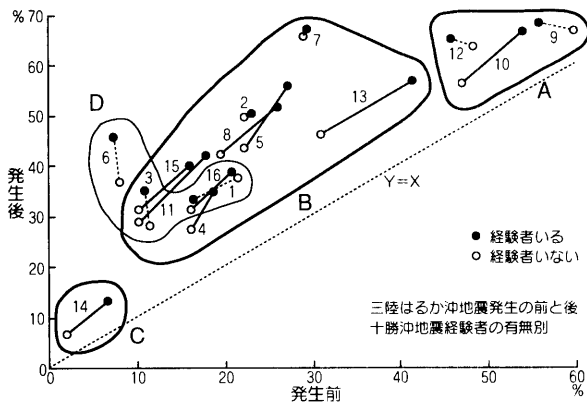


図6-7 地震経験の効果 - 住み方における工夫 -

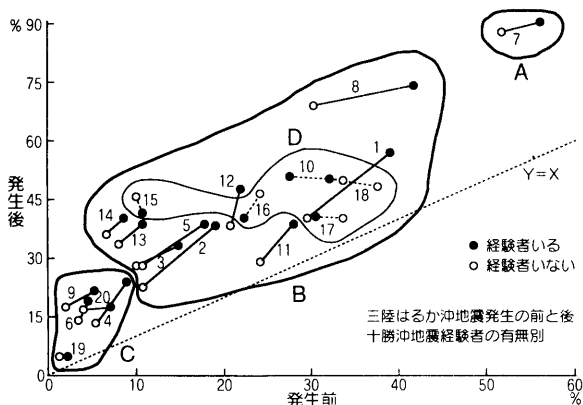


図6-8 地震経験の効果 - 非常時のための備え -

## 7. 結語

①住宅被害は、住宅地の形成年代にかかわらず台地上、台地縁辺部、(旧)斜面地・造成地に集中している。これらの地区には地盤の卓越周期に共通性がみられ、被害は地盤状況と深くかかわっている。

②建設年代では十勝沖地震以前の住宅で被害が大きいが、十勝沖以降と新耐震基準以降の被害は小さく、差も少ない。一方、建設業者・住宅構法による被害差は少ない。

③地区別被害の違いからみると、住宅被害には内部相関と連動特性がみられる。

④ゆれの最中と直後ではけがの種類・部位、および、けが人の年齢・性別・続柄は多様だが、後始末のけがは手足への切り傷が多く、高齢者と幼児以外の年齢層に集中する。

⑤けがまでにはいたらない潜在行為は、けがの数倍見られ、ゆれの最中の方にけがにまでいたらない危険が多く存在している。

⑥居住者の地震対策は、これまでも住み方の工夫や非常時の備えなどによくなされてきたが、今回の地震を機に一段と多くなされるようになってきている。

⑦地震対策は、被災したことおよび被害がなくとも地震を経験したことが要因となって増加している。そこには過去の十勝沖地震の経験などの効果も認められる。

⑧しかし、地震対策は年月が過ぎるとある程度おろそかになることは否めない。この経験効果の観点から、地震対策は4つにグルーピングすることができる。

⑨阪神大震災の影響は主として意識面に見られ、地震保険や安全な住宅建設のための制度要求・コミュニティの見直しなどに強く表れている。

### <参考文献>

- 1) 三陸はるか沖地震災害調査委員会編：1994年三陸はるか沖地震災害調査報告書，1995. 7
- 2) K. Kanai, T. Tanaka, K. Osada, T. Suzuki, T. Morishita and S. Yoshizawa：On microtremors (Earthquake damages to wooden houses), Bull. Earthq. Inst., 44, pp.645~696, 1966
- 3) 荏本孝久，喜多村学：微動観測による芦屋市南北線上の地盤振動特性の検討，1996年日本建築学会大会学術講演梗概集，B-2，構造II，pp.303~304，1996
- 4) 日本建築学会編：1994年三陸はるか沖地震災害調査報告書，1995. 9

### <研究組織>

主査	戸部 栄一	椋山女学園大学生生活科学部教授
委員	渡辺 正朋	八戸工業大学工学部教授
	〃 坂本 磐雄	八戸工業大学工学部教授
	〃 梅津 光男	八戸工業大学工学部助教授
	〃 伊藤 敬一	八戸工業大学工学部助教授
	〃 毛呂 真	八戸工業大学工学部助教授
	〃 藤田 一枝	八戸工業大学工学部助手