

## 1984年長野県西部地震の震度と家屋被害

—— 木曾郡王滝村 ——

1	はじめに	
2	震度	塩野計司*
3	地形	
4	家屋被害	松田盤余**
5	家屋被害と地形	
6	おわりに	望月利男***

## 要 約

長野県西部地震による王滝村での震度と家屋被害を、住民へのアンケートによって調査した。王滝村での震度は「弱い6」で、村内の震度はほぼ一様であったが、家屋被害の発生分布には著しいかたよりが認められた。このことに着目し、土地の傾斜にしたがって地形を分類するとともに、家屋被害の形態を分類し、家屋被害の発生におよぼす地形の影響について考察した。その結果、土地の傾斜が10～20度の地震では、敷地の破壊が家屋の被害へと波及した場合が多く、傾斜が10度以下の地域にくらべ、重大な被害を受けた家屋の割合が3～4倍も高くなっていることが明らかになった。

## 1 はじめに

1984年9月14日の長野県西部地震(注1)により、長野県木曾郡王滝村では、家屋の全壊14戸と半壊73戸が発生した。王滝村の戸数が427であるので、被害率は11.8%になる。また、全壊・半壊以外の家屋のすべて(340戸)が一部破損と判定されている。

この報告では、まず、アンケート法によって行った震度調査の結果について述べ、その成果を利用しつつ、家屋被害と地形の関係について考察する。

家屋(木造住家)の被害は、地震が起こったこ

とによる結果としてのみ見られることはむしろまれである。多くの場合、家屋の被害状況は「ゆれ」の強さをおしはかる指標としての役割を果たすことになる。「震度7 激震。家屋の倒壊が30%以上に及び、・・・」などという記述に接することも少なくない。

家屋被害にこのような役割を与えられる背景には、日本国内のどこへ行っても木造家屋は必ずあり、しかも、国内のどこへ行っても木造家屋にはさしたる違い(とりわけ、耐震性能についての違い)などはないという認識がある。前者についてはさしたる異論もないが、後者については少し考えてみる余地もあるのではないかと思う。新しい建物と古い建物の違い、開口部の多い建物

\*東京都立大学都市研究センター・工学部

\*\*東京都立大学都市研究センター・理学部

\*\*\*東京都立大学都市研究センター

と少ない建物の違い(商店と一般住家)など、これらの違いはどうしても気になる。平坦な土地に造られた建物と傾斜地の建物のあいだでの違いも気になる問題の一つである。もし、このような違いによる影響があるのだとすると、単に被害家屋がどれだけということではなく、どのような建物がどれだけ被害を受けたかとする方が、「ゆれ」の目安を得るためには適当だということになる——実際問題としてなじむかどうかは別として。

また、考えごとを別の方向へめぐらし、被害予測の問題との関連で考えてみても、建物が新しいか旧いか、あるいは、どのような場所に建てられ、どのような造りになっているかなどに注意しなければならないことは容易にわかる。ある強さの「ゆれ」(想定地震動)に対し、ある地域の被害率を見積もろうとする場合、まず、その地域にどのような建物があるのか捉えておくべきであろう。いったんは建物の種類ごとに被害を算定し、そのうえで、いろいろな建物が混在する地域全体についての結論を導くのが正確な予測を行うための近道であると思われる。

筆者らが王滝村で行った調査(震度と家屋被害について)の結果を、地形の影響という問題に留意しながら整理したところ、傾斜した土地に建物が造られたことの影響に関して興味深い事実が明らかになった。この報告では、それについて詳しく述べることにする。

アンケート調査は用紙を世帯ごとに配布して行い、世帯主またはそれに代わる人からの回答を求めた。調査票の配布は11月12日(地震からおよそ2か月後)、回収は11月30日である。配布部数は402票、回収部数は316票(回収率78.6%)であった。この回収状況は、村内の世帯の74.0%から回答を得たことに相当し、当初考えた高密度での調査という目的も、ほぼ期待どおりに達成できたことになる。

## 2 震度

震度の調査は、太田・ほか(1979)の方法によって行った(方法の概略を付録1で紹介する)。

この方法では、震度を算定するための質問が21項目にわたって準備されているが、有効な回答項目の数が少ないと、算出される震度の値も不確かなものになる。筆者らは、有効な回答の数が10項目未満のものについては、震度の算出を行わないことにした。震度が算出されたアンケート票の数は266部になった。震度が算出されたアンケート票の数を地区(注2)ごとにまとめ、Table 1に示した。

震度の値を地区ごとに集計し、平均震度を求めた(Figure 1)。なお、震度が算出されたアンケート票の数が10部に満たない地区については、平均震度を示していない。鞍馬・崩越・滝越の震度が示されていないのはこのためである。

地区ごとの平均震度は、村の中心部付近(村内の戸数の約80%を含む)ではいずれも5.6か5.7になっている。気象庁震度階による一般的な表現にしてみれば「弱い6」ということになる。村の中心部からやや離れた2つの地区でそれぞれ、5.4(二子持)と5.9(九蔵)という値が得られた。前者は「強い5」、後者は「中程度の6」に相当する。

Figure 1には、小林・ほか(1985)による推定断層と、伊藤・ほか(1985)による地変線、ならびに気象庁発表の震央も示している。なお、伊藤・ほか(前出)による地変線とは地割れが集中して発生した帯状の地域のこと、三角測量の結果との関連や、大加速度の発生した地域との一致から、地震断層の地表への現れであると考えられている。

王滝村とその付近には、いわゆる軟弱地盤は分布しておらず、地区ごとの地盤条件には大きな違いはない。したがって、二子持の震度が小さいことと、九蔵の震度が大きいことは、震源からの距離の違いで説明するのが適当であろう。これら2つの地区を除いた地域では、震源断層からの距離がほぼ等しく、地盤条件にも大差がないために、同程度のゆれになったものと考えられる。

Table 1

地区 area	戸数 number of houses	アンケート部数 questionnaires	
		回収 collected	震度算定 effective in calculation of seismic intensity
二子持 FTG	16	11	11
崩越 KZK	6	5	3
鞍馬 ANB	4	4	4
東 HGS	63	46	42
中越 NKG	67	41	32
下条 SMJ	45	36	31
上条 KMJ	114	92	78
野口 NGC	60	55	42
九蔵 KZO	16	15	14
滝越 TKG	19	11	9
その他 etc.	13	—	—
合計 total	427	316	266

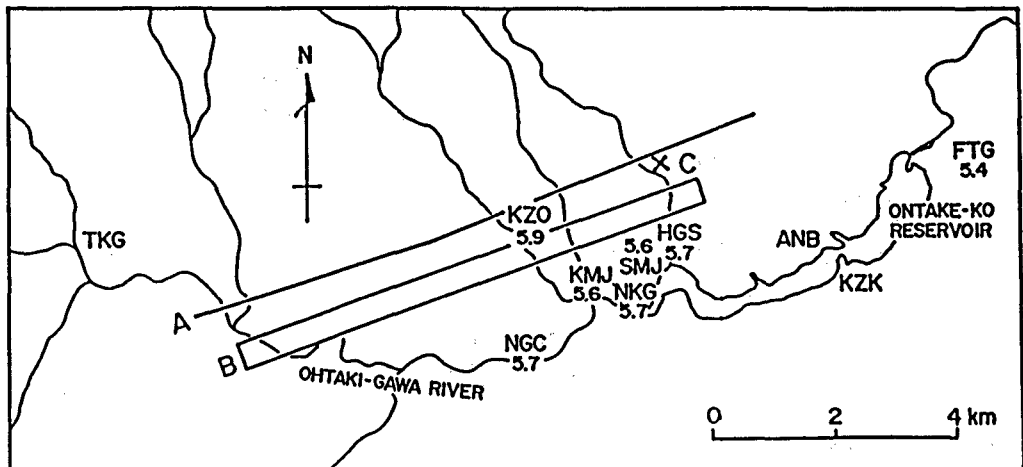


Figure 1. Map of investigated area. Three-letter abbreviations show the names of main inhabited areas in Ohtaki-mura village. Numbers show the average of seismic intensity for each inhabited area. A and B show estimated fault traces suggested by Kobayashi et al. (1985) and Ito et al. (1985), respectively. C shows the epicenter announced by JMA.

## 3 地 形

ここでは、地表の傾斜に注目して調査地域の地形を分類し、震度と家屋被害の分布を地形の特徴と対比してみることにする。地形の分類は、地質学的な報告〔松本盆地団研木曾谷サブグループ(1985)など〕を参考としつつ、空中写真の判読

によって行った。

王滝累層は王滝村に広く分布する地層の一つで、村の中心部はおもにこの地層によって構成されている。王滝累層は更新世後期の堆積物で、王滝村とその付近では、滝越湖成層とよばれる砂礫質の堆積物からなっている〔松本盆地団研木曾谷サブグループ(1985)〕。

Table 2  
震 度  
SEISMIC INTENSITY

地 区 area	表層地質 surface geology					
	新期堆積物 recent deposits		王滝累層 Ohtaki formation			
	平坦 flat 0~5°	傾斜 moderate 5~10°	傾 斜 gradient			
	平坦 flat 0~5°	傾斜 moderate 5~10°	平坦 flat 0~5°	傾斜 moderate 5~10°	急傾斜 steep 10~20°	
二子持 FTG			5.4(0.4)			
中越 NKG	—		5.7(0.2)	—		
東 HGS					5.6(0.4)	
下条 SMJ		—	—	5.6(0.3)		
上条 KMJ		—	5.6(0.3)	5.7(0.4)		
野口 NGC	5.7(0.4)					
九蔵 KZO		5.8(0.2)				
平均 average	5.7(0.4)	5.7(0.5)	5.6(0.3)	5.6(0.4)	5.6(0.4)	
被 害 D A M A G E						
戸 数 number of houses	64	34	126	129	36	
半壊戸数 number of partially destroyed houses	4	6	17	32	14	
半壊率 partial destruction rate (%)	6.3	17.6	13.5	24.8	38.9	

王滝累層の分布する地域は段丘化し、平坦地が広いが、傾斜は様ではない。山ぎわなどで、段丘面の一部が崩積性の堆積物によって覆われていたりするためである。この点を考慮し、筆者らは王滝累層の地域を平坦地・傾斜地・急傾斜地の3とおりに分けた。平坦地（傾斜5度未満）は段丘のなかでも、低い段丘面にあたる。傾斜地は5～10度の傾斜を持ち、王滝村中心部の山側に分布する。急傾斜地は10～20度の傾斜を持つ部分であり、東地区（松越）がこれに相当する。

なお、ここでいう傾斜とは、2万5千分の1地形図から読み取れるような、ある拡がりのなかでの平均的な傾斜である。王滝村での場合について言えば、200～500メートル程度の拡がりをもった地域についての平均斜度にあたる。それぞれの地域のなかに局所的な傾斜の緩急があることは、注意するまでもない。

王滝川沿いに形成されている狭長な低い段丘の部分と、王滝川支流の鈴ヶ沢沿いの谷壁斜面（傾斜は比較的ゆるい）の部分には、沖積層（新期堆積物）が見られる。前者に含まれる地区には野口があり、後者には九蔵がある。王滝累層の地域について行ったような傾斜による分類に従えば、野口は平坦地（5度未満）、九蔵は傾斜地（5～10度）に相当する。

Table 2は、場所（地区）による分類のほか、地形（傾斜）の条件も加えて、平均震度を求めたものである。ここでの分析結果を見る限り、震度の大小と地形（傾斜）のあいだには特筆すべき関係はないことがわかる。地形のことはまったく考慮していないFigure 1でも見られたように、震源に対して相対的に近い九蔵で震度が大きめになり、遠い二子持で震度が小さめになっていることがわかるに過ぎない。

Table 2ではまた、家屋被害（半壊）の発生状況を地形ごとに示してみた。家屋被害の発生状況を半壊家屋だけによって捉えたのは、全壊と判定された家屋の多くが、大規模な斜面崩壊にともなって流出あるいは埋没したものであり、「壊れた」という一般的なイメージで捉えにくいためである。

このようにしてみると、村内の震度がほぼ同様

であるのとはうらはらに、地形ごとの半壊率には、数パーセントから40%ちかい値までの大きな幅があり、傾斜した土地に造られた建物が地震の被害を受けやすい傾向が明らかになってくる。なお、傾斜の程度については同じに分類されていても、表層地質の違いによって、半壊率の値には多少の差はみられるが、傾斜と半壊率の関係をくつがえすほどのものではない。すなわち、平坦地、傾斜地のいずれについても、王滝累層の地域の方が大きな半壊率になっているが、そのような傾向も、王滝累層の平坦地での値が新期堆積物の傾斜地の値を上回るほどのものにはなっていない。

傾斜した土地に造られた建物が被害を受けやすいのは、傾斜地を宅地化するさいに使われた盛り土や石垣などが、地震のさいに壊れやすく、敷地から建物へと被害が波及する傾向が強いためではないかと思われる。しかも、しっかりした敷地に造られた建物がゆすられることによって壊れる場合（振動被害）にくらべ、敷地の被害はより弱い「ゆれ」でも生じるのではないかと考えられる。これらの点を具体的に調べてみるために、アンケート結果の分析を続けることにする。つぎの分析項目は家屋被害である。

#### 4 家屋被害

家屋被害は、その形態が分析できるように、建物の6つの部分（構成要素）に分けて質問した。6つの部分は、

- 1 屋根
- 2 外壁
- 3 内壁
- 4 基礎・土台
- 5 柱・はり
- 6 建具

である。

アンケートは、6つの部分それぞれについての被害程度を、選択肢に合わせて答えてもらう形式である（4～5つの選択肢のなかから択一）。選択肢は「ほとんど（ない）」「一部に」「各所に」「全体的に」「大きな」などのことばを組み合わせ作り、被害の順序づけができるものにした。

実際に用いた選択肢を付録2に示した。

建物各部分の被害について、6項目のすべてが回答されたアンケート票の数は257部であった。建物各部分の被害程度の分布をTable 3に示した。このなかには全壊家屋について回答されたものが3部、半壊家屋についてのものが35部ふくまれていた。全壊家屋について得られた資料は少なく、また大規模な斜面崩壊に関連して発生した特殊なものであることも考慮し、ここでも、全壊家屋は除いて考察する。

6つの部分の被害程度を変量としてクラスター分析を行い、被害の形態を分類した。クラスター分析は、あらかじめ各変量の平均(サンプル数を考慮した重みつき平均)がゼロになるような標準化したデータを用い、ユークリッド距離による最遠距離法で行った。クラスターの数9個になった状態でクラスターの結合を停止し、そのときの変量の分布をFigure 2に示した。建物の部分を示す数字をはさんで両側に伸びた線が、各変量の標準偏差( $-\sigma \sim +\sigma$ )を示している。

9つのクラスターを、さらにつぎのような3つのグループに大別することもできよう。Figure 2の表示にしたがってクラスターに番号をつければ、第1のグループ[クラスター1]、第2のグループ[クラスター2~7]、第3のグループ[クラスター8と9]になる。

第1のグループに含まれる建物は、どの部分にもさしたる被害を受けていない。第2のグループは、どこかの部分に被害を受けたものと見ることができる。クラスター2では屋根の被害が顕著であり、以下それぞれに、クラスター3では基礎・土台、クラスター4では壁(内・外)、クラスター5では柱・はり、クラスター6では内壁、クラスター7では建具の被害となっている。第3のグループに含まれる2つのクラスター8と9では、あらゆる部分の被害が目立っている。クラスター8と9の違いは、8で屋根の被害が、9で基礎・土台の被害がとりわけ大きいことである。

各クラスターに含まれるサンプル数(家屋数)とクラスターごとの家屋被害の発生状況(半壊率)の関係を整理してTable 4に示した。ちなみに、

Table 3

建物部分 structural component	戸 数 number of houses				
	被害程度 damage				
	軽 slight				重 serious
	1	2	3	4	5
屋根 roof	182	43	22	10	—
外壁 outer wall	93	102	54	8	—
内壁 inner wall	47	103	90	17	—
基礎・土台 footing & sill	72	99	34	30	22
柱・はり post & beam	72	84	27	24	48
建具 fittings	53	126	60	18	—

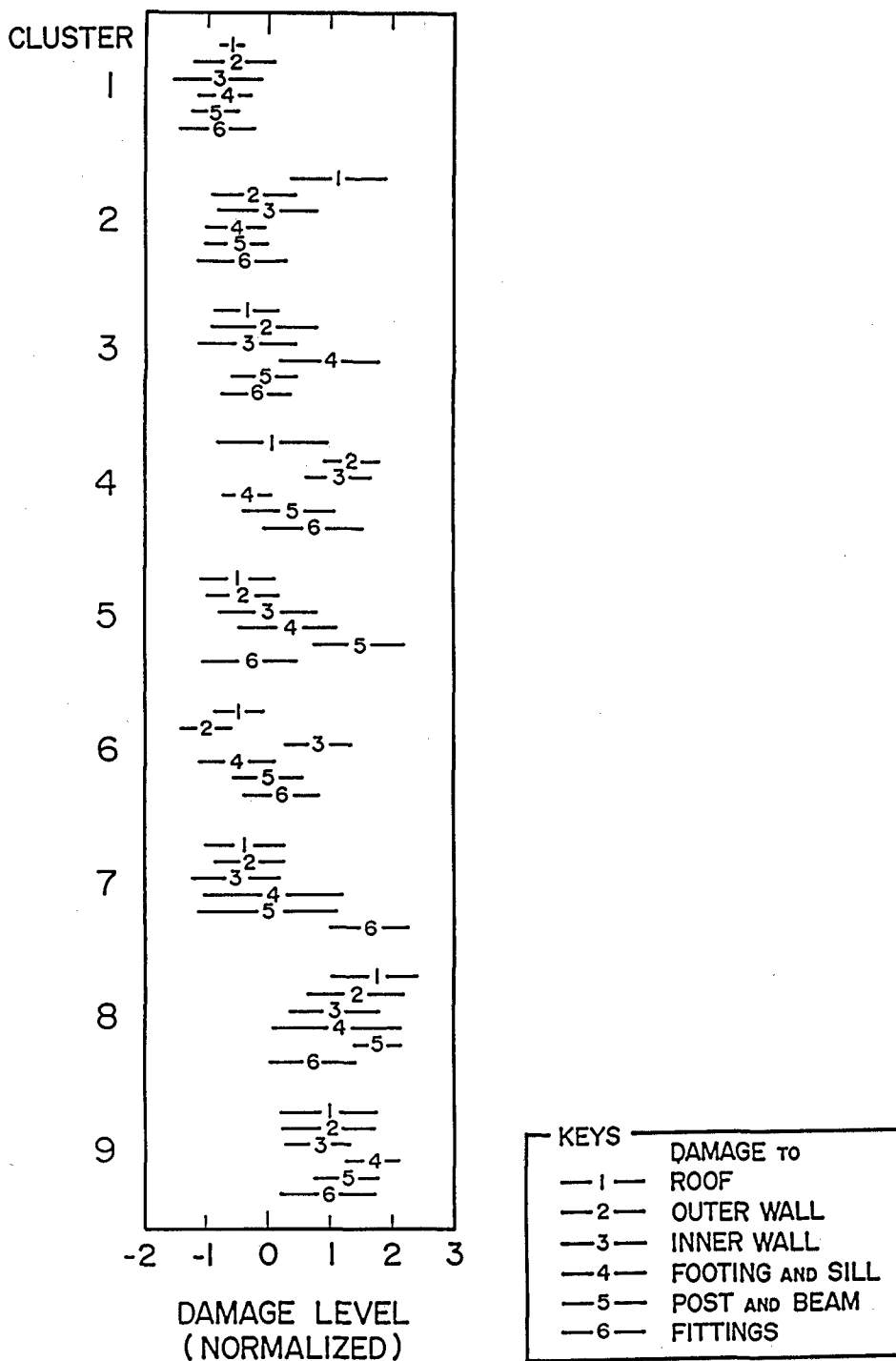


Figure 2. Damage type categories classified by means of cluster analysis.

ここで整理したサンプルについての半壊率は13.8%であり、村全体についての半壊率は17.1%である。半壊率の値で著しく大きいのは、クラスター8と9についての42.1%と54.5%である。基礎・土台から壁、屋根などのように、一つの建物のいろいろな部分に被害を受けた場合に、被害が重大であると判定されることを示すよい例であろう。なお、塩野・望月(1985)はこの点に注目し、建物各部分の被害程度を積み上げることによって建物全体の被害を評価する試みを行っている。

## 5 家屋被害と地形

筆者らは、傾斜した土地に造られた建物が敷地の被害を受けやすく、そのことに起因して建物自体の被害も発生しやすいだろうと考えており、この点を吟味するための準備として家屋の被害形態

を分析してきた(前節)。すでに地形についての分類も終わっているところから、ここでは、建物が①どのくらいの傾斜の土地に建てられており、②どのような形態の被害を受けたかという2つの面から整理してみた(Table 5)。Figure 3では、どの地形にも同じ数の建物が建てられており、また、どの形態の被害も同じ数だけ発生していたら、という仮定を用いてTable 5の数字を読み換え、図示してみた。

基礎・土台の被害が大きいことを特徴とするクラスター(3と9)のサンプルは、急傾斜地(10~20度)の建物がしめる割合が高い。このことは、傾斜した土地に造られた建物の場合に、敷地の破壊によって基礎・土台の被害を受けやすく、また、そのなかのあるもの(クラスター9)は土台よりうへの部分にも破壊が波及するような被害を受けていることを示している。

Table 4

クラスター cluster	被害の著しい部分 severely affected part	戸数 number of houses	半壊戸数 number of partially destroyed houses	半壊率 partial destruction rate (%)
1	なし none	79	1	1.3
2	屋根 roof	30	7	23.3
3	基礎・土台 footing & sill	33	3	9.1
4	壁(内・外) inner & outer wall	27	6	22.2
5	柱・はり(建物の傾斜) post & beam (tilt of structure)	18	2	11.1
6	内壁 inner wall	19	0	0
7	建具 fittings	18	2	11.1
8	基礎・土台を除く全体 all parts except for footing and sill	19	8	42.1
9	全体 whole structure	11	6	54.5
	合計 total	254	35	13.8



Table 5

クラスター cluster	被害の著しい部分 severely affected part	建物棟数 number of houses		
		傾斜 gradient		
		0~5°	5~10°	10~20°
1	なし none	31	44	4
2	屋根 roof	18	9	3
3	基礎・土台 footing & sill	14	13	6
4	壁(内・外) inner & outer wall	17	9	1
5	柱・はり(建物の傾斜) post & beam (tilt of structure)	5	11	2
6	内壁 inner wall	11	7	1
7	建具 fittings	7	10	1
8	基礎・土台を除く全体 all parts except footing and sill	5	11	3
9	全体 whole structure	4	5	2

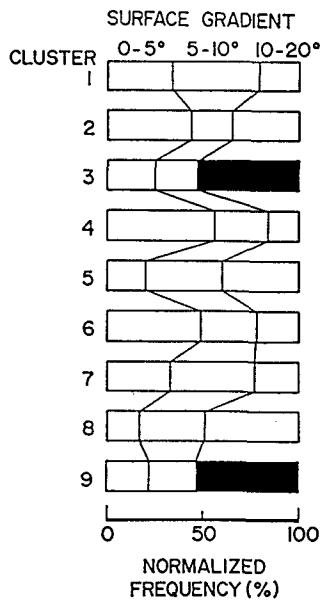


Figure 3. Number of dwelling structures included in each surface gradient category. Relative numbers in each damage type category are shown.

急傾斜地（10～20度）に多い被害形態をほかにもさがしてみると、クラスター5と8がこれにあたる。両者に共通する特徴は柱・はりの被害が大きいことである。筆者らのアンケートでは、柱・はりの被害は、おもに建物の傾斜という現象を取り上げて質問している。また、基礎・土台の被害には、土台のずれを伴わない、不同沈下の現象のみを捉えた選択肢が含まれていない（付録2参照）。敷地の破壊から基礎が不同沈下したものの、土台のずれは生じないまま、建物が傾斜するという過程でおこった被害が、クラスター5と8に含まれていることが考えられる。

なお、急傾斜地の家屋の半壊率は38.9%に達し（Table 2）、村全体についての値17.1%を大きく上回っている。大きな被害に結びつきやすい被害形態（クラスター8と9）が傾斜の急な土地に多く発生する傾向と呼応するものと思われる。

## 6 おわりに

1984年長野県西部地震による王滝村での震度と家屋の被害形態について、住民（世帯）を対象としたアンケート調査を行った。回収されたアンケート票の数は316部であり、王滝村の全戸数の74.0%から回答が得られた。アンケート調査の結果を分析するとともに、家屋被害（半壊）の分布状況を検討し、土地の傾斜に着目した地形分類を行うことによって、つぎのような点が明らかになった。

- i) 王滝村の震度は、村の中心部で5.6～5.7であり、気象庁震度階の「弱い6」であった。また、震源にもっとも近い集落では5.9「中程度の6」、震源からもっとも遠い集落で5.4「強い5」という値が得られた。
- ii) 家屋の被害は、傾斜が急な土地に多く発生する傾向にあった。傾斜が10～20度程度の地域では、10度以下程度の地域にくらべ、3～4倍程度の被害発生率（半壊家屋の発生率）になっている。
- iii) 傾斜の緩急と震度の大小との対応関係はみられず、ii)で指摘した傾向は「ゆれ」の強弱

で説明することはできない。

- iv) 傾斜が急な土地での家屋被害は、基礎・土台の被害を伴う形態のものが多く、盛り土などを施した敷地の破壊に関連したものと考えられる。また、敷地の破壊は、建物自体の破壊をもたらすほどの強い「ゆれ」でなくともひき起こされるものであり、そのために、ほぼ同じ程度の「ゆれ」を受けた建物のなかでも、傾斜した土地の家屋に被害が集中したものと考えられる。

この報告では、まず、調査地域の「ゆれ」を震度という指標を利用して捉え、そのうえで、家屋被害を地形との関連（傾斜地に建てられたことの影響）について考えてきた。「はじめに」の部分でも述べたように、地震被害の発生には「ゆれ」の強さという問題に加え、被害を受ける側の問題も深く係わってくる。この報告で注目した地形（土地の傾斜）の問題のほかにも、建物の新旧の問題、開口部の大小の問題などがこれに関連することはすでに述べたとうりである。今後、機会を得て、地形以外の問題にも取り組んでいきたい。

そのような機会にさいしては、建物自体についての調査のほかに、震度調査を平行して行い、「ゆれ」の状態を確実に捉えたいうえで、被害について分析するという手順をとることになるだろう。王滝村での調査を通じて学んだことの一つは、このような調査手順の有効性である。

最後に、調査にご協力いただいた王滝村の皆様にご感謝いたします。とりわけ、各地区の地区長さんには、調査票の配布・回収で非常にお世話になったことを記し、お礼申し上げます。

## 注

- 1) 震源時：08h 48m 49.4s (JST)  
震央：35° 49.3' N, 137° 33.6' E  
震源深さ：2km  
M：6.8

- 2) 王滝村では、集落単位の地域を地区または区と呼んでいる。村の中心部はそれ自体が大きな一つ

の集落とみられるような形で形成されているが、そこはいくつかの地区からなっている。ほとんどの地区は数10戸程度で構成されているが、戸数が10に満たない地区も2つみられる。平面的な広がりをおよぼせば、数100mのオーダーということになるが、流れに沿って形成された2つの集落は2km程度の長さをもっている。

### 文 献 一 覧

- 伊藤 潔・黒磯 章夫・梅田 康弘  
 1985 「1984年長野県西部地震の大加速度域、地変および震源過程」  
 『地震学会講演予稿集』1985, No. 1, p.18.
- 小林 啓美・大町 達夫・翠川 三郎  
 1985 「長野県西部地震1984の断層について」  
 『地震学会講演予稿集』1985, No. 1, p.15.
- 松本盆地研木曾谷サブグループ  
 1985 「昭和59年長野県西部地震による地盤災害と御岳山南麓の第四系(その1)」  
 『地球科学』39巻, 2号, pp.89-104.
- 太田 裕・後藤 典俊・大橋ひとみ  
 1979 「アンケートによる地震時の震度の推定」  
 『北海道大学工学部研究報告』92号,  
 pp.241-252.
- 塩野 計司・望月 利男  
 1985 「家屋被害の評価方法について — 1984年長野県西部地震・王滝村の被害を例とした予備的考察 —」  
 『総合都市研究』26号, pp.103-111.

### 付 録 1

太田・ほか(1979)の震度調査はアンケート法によって行われ、回答者1人(アンケート票1通)につき1つの震度が算出される。

震度の算出にあたっては、回答者がどのような場所にいたかによって生じる違いを補正するための条件係数と、回答者が経験した「ゆれ」の状況(複数選択肢からの択一)を震度値に読み替えるための震度係数が用いられる。

条件係数は「最近建てられた木造家屋の1階」にいた人が回答した場合に一致するように、建物の種類や階数の影響を補正する。建物の種類では、構造物種別として、「木造-鉄筋・鉄骨-ブロック・その他」の別が問題にされ、その新・旧による補正が行われる。

震度係数は、21項目の質問に対して準備されており、各種の物の動きや人間の反応の様子がアンケート震度のいくつに対応するかを表すように与えられている。震度係数は一種のカテゴリー・ウェイトであり、そのウェイト自体がアンケート震度に相当している。

アンケート震度  $I_Q$  は、

$$I_Q = \frac{\alpha}{N_e} \cdot \sum \beta_i (m_i)$$

と書くことができる。ここに、

$\alpha$  : 条件係数

$m_i$  : 質問アイテム  $i$  に対して、回答者が反応したカテゴリー番号

$N_e$  : 震度に係わる質問アイテム中の有効回答数

$\beta_i (m_i)$  :  $m_i$  に対応する震度係数

である。

なお、ここでいうアンケート震度は、変換式によって気象庁震度階と結びついており、ただちに気象庁震度階に読み換えることができる。

しかし、アンケート震度階と気象庁震度階とは本来はそれぞれ別のスケールである。アンケート震度階はつぎのように定義されている。

か」という間にたいして、

家(建物)全体としてのゆれ	アンケート震度
認められなかった	1
わずかにゆれた	2
かなりゆれた	3
激しくゆれた	4
非常にはげしく ギシギシゆれた	5
倒れんばかりにゆれた	6

〔建具の被害について〕

- 1 ほとんどなかった
- 2 はずれたり、ガラスの割れたものが  
わずかにあった
- 3 各所ではずれたり  
ガラスが割れたりした
- 4 いたるところではずれたり  
ガラスが割れたりした

## 付 録 2

〔屋根の被害について〕

- 1 ほとんどなかった
- 2 一部にずれや落下がおこった
- 3 各所にずれや落下がおこった
- 4 全体的にずれや落下がおこった

〔壁(仕上げ)の被害について〕

- 1 ほとんどなかった
- 2 わずかなヒビ割れや「はがれ」がおこった
- 3 各所にヒビ割れや「はがれ」がおこった
- 4 全体的にヒビ割れや「はがれ」がおこった  
(注：外壁，内壁ともに同じ選択肢)

〔基礎・土台の被害について〕

- 1 ほとんどなかった
- 2 わずかなヒビ割れや「はがれ」がおこった
- 3 一部に大きなヒビ割れがおこった
- 4 各部に大きなヒビ割れがおこり、  
土台が基礎からずれた
- 5 ヒビ割れや不同沈下が著しく、  
土台が基礎から大きくずれた

〔柱・はりの被害について〕

- 1 ほとんどなかった
- 2 建具のあけたてに支障が生じた
- 3 柱・はりにはかなりの損傷や変形がおこった
- 4 建物に少し傾斜がおこった
- 5 建物の傾斜が目立った

## SEISMIC INTENSITY AND DAMAGE OF WOODEN DWELLING STRUCTURES IN THE NAGANOKEN-SEIBU EARTHQUAKE OF 1984

Keishi Shiono,\* Iware Matsuda,\* and Toshio Mochizuki\*

\*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

*Comprehensive Urban Studies*, No. 26, pp. 87-99

Seismic intensity and damage of wooden dwelling structures in the Naganoken-seibu earthquake of 1984 were investigated by means of a questionnaire. The survey was carried out in Ohtaki-mura village, where losses were the most serious among the affected areas in the earthquake.

Responses to the questionnaire were analyzed to evaluate seismic intensity and to classify the types of damage of dwelling structures. These results were examined together with the distribution of severely damaged structures and the surface gradient of inhabited areas.

Results of this study are as follows :

- i) In the densely occupied area of Ohtaki-mura village, seismic intensity was in the region of lower six on JMA scale.
- ii) Large part of serious damage of dwelling structures were occurred in the areas where surface gradient is relatively large. Damage rate in the areas with the surface gradient of 10 to 20 degrees, is 3 to 4 times as large as that in the areas where surface gradient is below 10 degrees.
- iii) No significant correlation between seismic intensity and surface gradient was detected.
- iv) High damage rate in the steep areas seems to be caused by the destruction of embankment and retaining structures in building sites. Such soil structures are vulnerable and destruction may be brought about even by relatively weak ground motions of an earthquake.