

地震ハザードマップによるリスク認知に関する基礎的アンケート調査

Questionnaire Survey on Risk Recognition by Seismic Hazard Map

翠川 三郎¹

Saburoh MIDORIKAWA¹

¹ 東京工業大学 都市地震工学センター

Center for Urban Earthquake Engineering, Tokyo Institute of Technology

The questionnaire survey on risk recognition by seismic hazard maps was conducted to one hundred university students. The results show that 1) the risk tends to be ignored when the probability of the occurrence of strong shaking is 2% or smaller, 2) the risk recognition changes significantly when the probability increases at around 10%, and 3) the risk recognition is higher to the probability of seismic risk (building damage) than that of seismic hazard (seismic intensity).

Key Words : Risk Recognition, Seismic Hazard Map, Questionnaire Survey

1. はじめに

地震防災対策を促進させるために、近年、多数の地震ハザードマップが公表されている。例えば、全国を概観する地震動予測地図では、今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率の分布図が示されている¹⁾。図には確率が 0.1%以上 3%未満をやや高い、3%以上を高いという表記が加えられ、参考資料として、図 1 に示すように、災害や事故・犯罪にあう可能性と比較して、それぞれの確率の値がどの程度に位置するかも示されている²⁾。しかし、一般市民が揺れの確率の値を見て、どの程度、危険を認識しているのかについては、十分な検討や議論はなされていない。

確率の値と危険度の認識に関連する材料として、建物の耐震基準で 50 年超過確率 10%に対する地震動の強さが多くの国で用いられており、このような発生確率の地震動に対して建物が倒壊しないことが社会的に受け入れられていること³⁾があげられる。わが国の建築基準法での設計用地震動も、そもそもは関東地震の東京での地震動強さを出発点としているが、結果としては、50 年超過確率 10%に対する地震動の強さにほぼ対応していることが指摘されている⁴⁾。

この確率の大きさは、1970 年代に米国で本格的な地震ハザードマップが作成された際に、建物の平均的な耐用期限 50 年であり、これに対して超過確率 10%程度のものを使うのがよさそだと書かれていたのが発端である⁵⁾。この背景として、確率が 10%を越えると人々はリスクを認識するようになることがあるようである。この問題に関する調査はいくつかなされている⁵⁾⁻¹⁰⁾が、十分な検討にまでは至っていない。ここでは、地震ハザードマップによるリスク認知に関する基礎的データを得るために行ったアンケート調査結果について報告する。

2. 危険度の感じ方に関するアンケート調査

アンケート調査の対象は、東京にある大学の建築学科 2 年生 100 名で、講義時間を利用して集団実施した。まず、確率の値が増えていくと危険度の感じ方がどのように増えるのかを調べるために、藤本¹⁰⁾にならい、7 段階の確率リスクに対するリスク認知の一対比較¹¹⁾を行った。問題文は次の通りである。

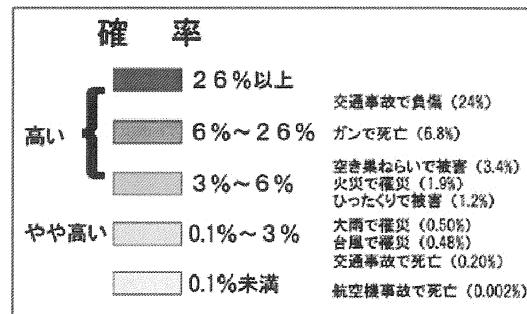


図 1 地震動予測地図の確率の意味づけの説明に用いられている自然災害・事故等の発生確率との比較²⁾

a)ある信頼できる機関から、「あなたの住んでいる地域は、今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率が〇%です」と言わたとします。このとき、2 つの確率の値（〇%の部分）を比べて、前者の方が後者に比べて、何倍くらい危険に感じるかを下線部に回答して下さい。

- 5%と 0%を比べると、5%の方が__倍くらい危険に感じる。
2%と 0.1%を比べると、2%の方が__倍くらい危険に感じる。
10%と 1%を比べると、10%の方が__倍くらい危険に感じる。
20%と 0.1%を比べると、20%の方が__倍くらい危険に感じる。
10%と 5%を比べると、10%の方が__倍くらい危険に感じる。
20%と 5%を比べると、20%の方が__倍くらい危険に感じる。
10%と 0.1%を比べると、10%の方が__倍くらい危険に感じる。
5%と 2%を比べると、5%の方が__倍くらい危険に感じる。
20%と 2%を比べると、20%の方が__倍くらい危険に感じる。
2%と 1%を比べると、2%の方が__倍くらい危険に感じる。
20%と 1%を比べると、20%の方が__倍くらい危険に感じる。
1%と 0.1%を比べると、1%の方が__倍くらい危険に感じる。
1%と 0%を比べると、1%の方が__倍くらい危険に感じる。
0.1%と 0%を比べると、0.1%の方が__倍くらい危険に感じる。
20%と 0%を比べると、20%の方が__倍くらい危険に感じる。
2%と 0%を比べると、2%の方が__倍くらい危険に感じる。
10%と 0%を比べると、10%の方が__倍くらい危険に感じる。
5%と 1%を比べると、5%の方が__倍くらい危険に感じる。
20%と 0.1%を比べると、20%の方が__倍くらい危険に感じる。
10%と 2%を比べると、10%の方が__倍くらい危険に感じる。
5%と 0.1%を比べると、5%の方が__倍くらい危険に感じる。

藤本は問題文に 0%から 10%の間の 6 段階(0%、0.1%、1%、2%、5%、10%)で確率を与えており、確率 10%で危険度の感じ方が変わるかを確かめるために、20%の確率も問題文に与えた。設問 a)の結果から得られた一対比較行列を表 1 に示す。ここで、ウエイトとは一対比較行列の主固有ベクトルから求められるもので、各確率に対するリスク認知の重要度を表すものと考えられる¹⁰⁾。

表 1 一対比較行列

Total n=100	0%	0.1%	1%	2%	5%	10%	20%	幾何平均	ウェイト
0%	1	1	0.995	0.667	0.5	0.1	0.05	0.401	0.035
0.1%	1	1	0.909	0.667	0.25	0.182	0.1	0.431	0.038
1%	1.005	1.1	1	1	0.5	0.2	0.1	0.525	0.046
2%	1.5	1.5	1	1	0.667	0.222	0.1	0.615	0.054
5%	2	4	2	1.5	1	0.5	0.25	1.170	0.102
10%	10	5.5	5	4.5	2	1	0.5	2.766	0.242
20%	20	10	10	10	4	2	1	5.539	0.484
								計	11.45
									1

$\lambda = 7.13169$ CI = 0.021949

ウエイトの値をみると、確率が 0%から 2%まではあまり大きな違いがなく、2%までは 0%に近い小さいリスクと捉えられていることがわかる。確率が 5%になると、2%の場合に比べてウエイトの値が 1.9 倍となり、リスクとして捉えられはじめている。確率が 10%になると、5%の場合に比べてウエイトの値が 2.4 倍となり、さらに強くリスクとして捉えられている。確率が 20%になると、10%の場合に比べてウエイトの値はちょうど 2 倍となり、確率の値とリスクとしての認識が比例している。

3. 耐震補強実施に関するアンケート調査

前述のアンケートでは地震の揺れの確率と地震の危険度の関係について質問した。ここでは、地震の揺れや被害の確率が実際に防災行動にどのように影響するかを調べるために、地震の揺れや被害の確率によって、住宅の耐震補強を実行する可能性の変化を調べた。問題文は次の通りである。

b)あなたが古い木造住宅に住んでいて、「あなたの住んでいる地域は、今後 30 年以内に震度 6 弱以上の揺れに見舞われる確率が〇%です」と言わされたとします。あなたは自分が住んでいる住宅を耐震補強しますか?

1%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
2%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
5%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
10%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
20%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
50%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする

c)あなたが古い木造住宅に住んでいて、「あなたの家は、今後 30 年以内に立て直しをしなければならない程の被害に見舞われる確率が〇%です」と言わされたとします。あなたは自分が住んでいる住宅を耐震補強しますか?該当するものに〇をつけて下さい。

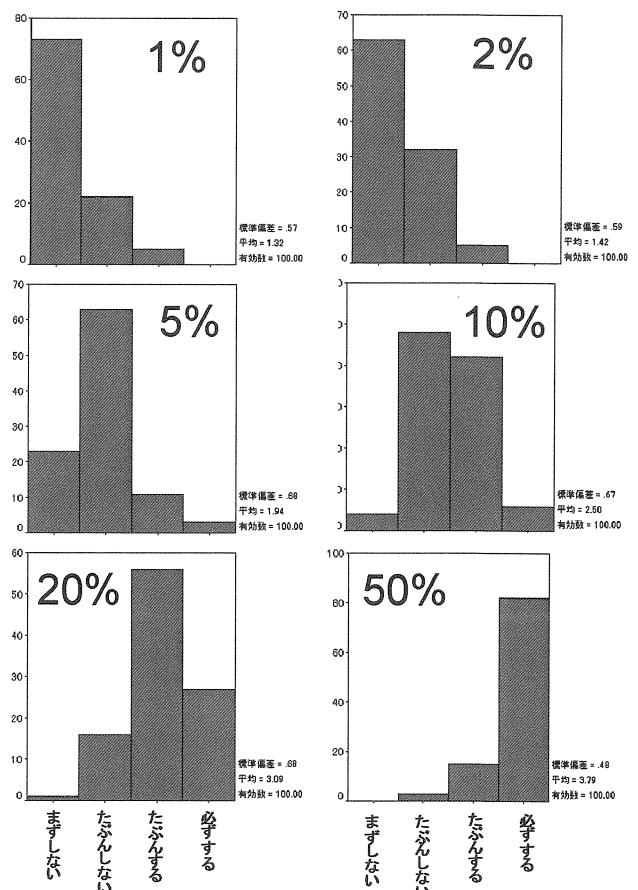


図 2 震度 6 弱以上の確率と耐震補強の実施可能性

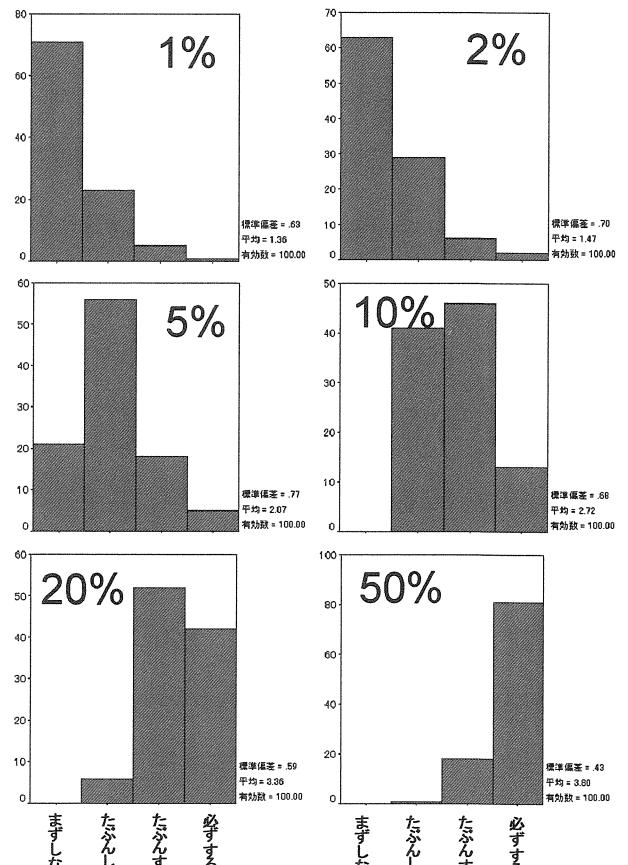


図 3 建物被害の発生確率と耐震補強の実施可能性

1%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
2%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
5%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
10%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
20%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする
50%といわれたら、まずしない たぶんしない たぶんする 必ずする

設問 b)の結果を図2に示す。確率が2%以下では、「まずしない」、「たぶんしない」の回答が95%強、確率が5%では85%強であるのに対して、確率が10%になると、「まずしない」、「たぶんしない」の回答と「たぶんする」、「必ずする」の回答がほぼ半々となる。確率がさらに上がり、20%および50%になると、「たぶんする」、「必ずする」の回答はそれぞれ80%強およびほぼ100%と、高い値となる。

同様に、設問 c)の結果を図2に示す。揺れの発生確率でなく被害の発生確率を示した場合には、確率が2%以下では、「まずしない」、「たぶんしない」の回答が95%程度であるのに対して、確率が5%になると75%程度と減少する。確率が10%および20%、50%になると、「たぶんする」、「必ずする」の回答はそれぞれ約60%および約95%、ほぼ100%と、高い値となる。

図1に示した設問 b)の結果と比べると、確率が2%以下ではほとんど差はないが、5%以上になると違いがみられはじめ、被害の発生確率を示した方が耐震補強を積極的に考える回答が10~15ポイント増加している。

4. 考察

設問 a)は藤本¹⁰⁾にならったものである。藤本は回答結果から回答者をグループ分けして考察しているが、全体的傾向として、確率が2%以下では確率0%と同程度の危険度しか感じていないが、確率が5%になると危険度が増え始め、10%ではさらに急増することを示している。本研究の結果はこれを再確認したものとなっているが、確率が10%と20%の場合では危険度の認識は確率の大きさに比例したものになっていることがさらに確認された。

関連するものとして、地震の発生確率と地震の危険度の感じ方の関係について、吉井⁵⁾は「今後30年以内に大地震が起こる可能性として〇%との発生確率が示されたとき、あなたは、大地震が起きる可能性はどれくらいあると感じますか」との質問をしている。発生確率が5%の場合、「少しある」や「ほとんどない」の回答が多く、10%および30~50%、70%の場合にはそれぞれ「少しある」および「高い」、「非常に高い」の回答が最も多くなる。「ほとんどない」を消極的なリスク評価、「少しある」を積極的なリスク評価と考えると、今回の結果はこれと調和的である。

低確率においては、主観的な認識はほとんど変化せず、ある程度確率が大きくなると、主観的な認識が増大していくことは従来からも指摘されている¹²⁾。藤本や今回の結果から危険度の認識が変化する確率の値は5~10%程度といえよう。

設問 b)に関連するものとして、久木・石川⁶⁾は、「一生で大地震に遭遇する確率が〇%の時、住宅が壊れないために多額なお金を払う必要があると思うか」を質問し、確率が10%になると必要と思うものが半分弱と急増し、確率が増えるにしたがって必要と思う割合はさらに増え

て、確率が100%になると約80%が多額なお金を払う必要があると回答している。

地震の揺れの発生確率と耐震住宅建設の意思の関係として、照本・望月⁷⁾は今後30年間に震度7程度の地震に遭遇する確率が〇%と公開されたときに住宅購入時の費用をどのくらい増やすかについて質問している。確率が5%と10%の間において、費用を増やすという回答が増加することを示している。

防災科学技術研究所⁸⁾は、今後30年以内に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率が何%のとき、耐震改修を実行しようと思うかについて、質問している。確率が1%や3%、5%の場合には実行しようとするものが6~8%であるのに対して、確率が10%では20%程度、確率が20%以上では50%程度のものが耐震改修を実行しようと思うと回答しており、確率が10%に達すると、耐震改修への意思が増加することを示している。

これらの結果と設問 b)の結果は整合しており、いずれの場合も強い揺れの確率が10%になると、住宅の耐震に対する認識が高まることを示している。

設問 c)に関連する既往の調査はみあたらないが、今回の調査では、前述したように、揺れの発生確率(地震ハザード)を示すよりも、被害の発生確率(地震リスク)を示した方が耐震補強を積極的に考える回答が10~15ポイント増加している。これは地震ハザードマップ(震度分布図)を提示するよりも地震リスクマップ(建物被害マップ)を提示した方が耐震補強にかけようと思う金額が増額するという既往の結果¹³⁾とも整合しており、地震ハザードの危険度だけでなく地震リスクの危険度を提示することが、リスク認知の向上により効果的であることを示唆している。

結局、今回のアンケート調査から、発生確率が2%以下では危険度はほとんど認識されず、発生確率が10%前後を境として、危険度の認識が変化することが確認された。このことは、前述した建物の耐震基準で50年超過確率10%に対する地震動の強さが多くの国で受け入れられているということを説明している。

関連する指標として地震PMLがある。PMLとは予想最大損失額(Probable Maximum Loss)のこと、保険の分野では、地震保険契約の際に利用され、「地震による損失を考えたとき、50年間にその値を越える確率が10%となる値」が用いられている¹⁴⁾。これについては、50年間に10棟中9棟はこれを上回る被害を受けないという説明が多く引用され、いつのまに市民権を得て一般的につかわれるようになったと考えられている¹⁵⁾。このことから推測すると、確率10%のリスクを、10人にひとりが遭遇するようになるリスクと人々は置き換えて、身近なリスクとして認知し始めるのかもしれない。

5. まとめ

地震ハザードマップによるリスク認知に関する基礎的数据を得るために、地震ハザードやリスクの確率の値によって危険度の認識や耐震補強実施の意思がどのように変化するかについて、大学生100名を対象としてアンケート調査を行った。その結果、

- 1) 強い揺れの発生確率が2%以下では危険度はほとんど認識されないこと、
- 2) 強い揺れの発生確率が10%前後を境として、危険度の認識が変化し、耐震補強実施の意思も変化すること、

- 3) 強い揺れの発生確率を与えるよりも建物の被害が生ずる確率を与える方が、耐震補強実施の意思が増加すること、
を指摘した。

謝辞

一対比較行列の計算については千葉科学大学藤本一雄講師にご教示いただいた。データの整理については東京工業大学大学院生石井一徳氏のご助力をいただいた。記して謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部、「全国を概観した地震動予測地図」2008年版、94pp.、2008.
- 2) 地震調査研究推進本部、「全国を概観した地震動予測地図」2008年版ミニコラム http://www.jishin.go.jp/main/chousa/08_yosokuchizu/column.htm、2008.
- 3) J. Bommer: Re-thinking Seismic Hazard Mapping and Design Return Periods, Proceedings of the First European Conference on Earthquake Engineering, Paper No.1304, 2006.
- 4) 大川出・壇一男・藤堂正喜：工学的基盤の加速度応答スペクトルを用いた建築物の耐震性能評価（その4）評価用応答スペクトルとその地域格差の検討、日本建築学会学術講演梗概集、Vol.B2、pp.1131-1132、1999.
- 5) 吉井博明：地震長期確率評価情報の受容と意義－小田原市と静岡市の調査から－、総合都市研究、第68号、pp.165-174、1999.
- 6) 久木章江・石川孝重：住宅の構造安全に居住者が求める性能およびその水準に関する研究、日本建築学会構造系論文集、No.513、pp.51-58、1998.
- 7) 照本清峰・望月利男：地震情報を踏まえた被害危険区域住民の防災対策行動及び対策需要の規定要因に関する分析、地域安全学会論文集、No.3、pp.233-240、2001.
- 8) 防災科学技術研究所: J-SHIS アンケート調査最終報告、http://www.j-shis.bosai.go.jp/j-shis/text/enquete_f.html、2006.
- 9) 藤本一雄・戸塚唯氏、確率論的地震動予測地図のリスク認知に関するアンケート調査、地域安全学会梗概集、No.21、pp.71-74、2007.
- 10) 藤本一雄、地震ハザードの低確率リスク情報に対するリスク認知特性、地域安全学会梗概集、No.22、pp.147-150、2008.
- 11) 市川伸一：心理測定への招待－測定からみた心理学入門－、サイエンス社、1991.
- 12) 例えば、中谷内一也：リスクのモノサシ、NHKブックス、2006.
- 13) 佐伯琢磨・翠川三郎：詳細リスクマップがもたらす地震リスク評価への効果と応用（その2：市民に対するヒアリング調査）、日本建築学会大会学術講演梗概集、Vol.B2、pp.717-718、2008.
- 14) 日本建築学会:事例に学ぶ建築リスク入門、技報堂出版、2007.
- 15) 損害保険料率算定機構、地震危険度指標に関する調査研究－地震PMLの現状と将来－、地震保険研究1、63pp.、2002.