

1985年9月19日メキシコ地震に関する研究 II

—アンケート方式による震度・人間行動の調査—

正 木 和 明

Research on the Mexico Earthquake of September 19, 1985. II

—A Questionnaire Survey on Seismic Intensity and Human Action—

Kazuaki MASAKI

A seismic intensity map in Mexico city during the Michoacan Earthquake of September 19, 1985 was obtained by a questionnaire survey to about 10,000 inhabitants.

A average intensity in Mexico city was estimated to be 4.3 in Japanese intensity scale. However, intensities in severely damaged area around down town were considered to be higher than 4.5.

It was shown that actions during this earthquake were strongly affected by seismic intensity and duration period of strong motion. Seismic intensity for each inhabitant was depend on his sex, age and educational level.

A relation between seismic intensities in Japanese scale and Modified Mercalli scale for the case of this earthquake was derived by an additional questionnaire survey.

1. はじめに

1985年9月19日午前7時19分(現地時間), メキシコ・ミチョアカン州沖の太平洋サブダクションゾーンで, 表面波マグニチュード $M_s=8.1$ の地震が発生し, 死者1万人以上, 損害総額40億ドルの被害が生じた。

死者, 損害額の多さもさることながら, この地震が世界各国の地震工学関係者の関心を集めた理由は, 被害のほとんどが震央から350kmも離れたメキシコ市に集中していることであった。しかも, 更にメキシコ市における構造物の被害分布を調査してみると, 被害の大部分は旧都市地域(現在のクワウテモック, イダルゴ, ファレス, カランサの4区)に集中していることであった。

この様に, メキシコ市に, しかもある特定地域に被害が集中した原因に関し, 主として2つの説がこれまでに提出されている。即ちメキシコ市に特有の盆地構造と軟弱地盤の存在によって引き起こされる

地震波の増幅, 及び卓越周期約2秒の地震動による構造物の共振である。これらの説の根拠となっているのは被害集中地域に位置する通信運輸省(通称SCT)で観測された強震記録(最大加速度はNS成分98ガル, EW成分168ガル, 卓越周期はいずれも約2秒)である¹⁾。市南部の熔岩台地に位置するメキシコ大学の強震記録(最大加速度はNS成分32ガル, EW成分35ガル)と比較すると通信運輸省の記録は3~5倍大きく, 被害集中地域では大きな地震動増幅が生じたことはまちがいない。

一方, 旧都心部の被害集中地域とは対照的に全くの無被害地域も存在する。耐震性の極めて低いと推察される建築物が無被害であったことは, 旧都心部の大被害とあまりに対照的である。

メキシコ市(市街地は南北70km, 東西40kmの地域に広がっている)全域では震動特性(特に震度, 卓越周期, 震動継続時間)に大きな差があったことは明らかである。この震動特性の地域差を更に詳細に検討することはメキシコ市の被害原因を追及す

る上で極めて重要である。しかし、地震発生時に設置されていた強震観測点は市全域でわずか10地点（隣接するものを除くと7地点）にすぎず、市全域の震動特性を把握するにはデータは余りにも少ない。

データ不足を補う目的で地震後常時微動の測定が300を越える地点で実施された²⁾³⁾。また最近60地点におよぶ強震観測網が整備されつつあり、強震記録が得られ始めている³⁾。これらのデータに基づいて1985地震時におけるメキシコ市の震動特性推定の試みを実施され、震動特性の地域差の存在、被害との関連がしだいに明らかにされつつある⁴⁾。

本報告は1985地震時を体験したメキシコ市民に対しアンケート調査を実施し、これらを統計処理することによって1985地震時における震動特性を明らかにしようとするものである。今回実施したようなアンケート調査の開発は1972年頃より太田によって進められた⁵⁾。日本では既に40回にのぼる調査実績を持っている。アンケート調査によって震動特性を明らかにする方法の利点のひとつは、地震発生後に実施できる点にある。今回の地震のように強震記録があまり得られていない場合には、地震時の震動特性を調査する上で極めて有効な方法である。

望月・精木・荏本⁶⁾は地震発生後7週間後に小規模ではあるが今回の調査と同様のアンケート調査を実施している。この調査では11地区において総計234枚の有効回答が得られ各地区の震度が推定された。得られた震度は3.6～5.6（気象庁震度階）程度であり、被害集中域の震度が相対的に大きいことが注目される一方、より大規模な調査の実施によってより詳細な震度分布が得られる可能性が示された。

筆者は1987年4月からの1ケ年間メキシコ国立自治大学（UNAM）工学研究所に滞在する機会を得たので、同年12月から翌年2月にかけて配布枚数1万枚のアンケート調査を実施することとした。回収率の悪さから最終的には5,444枚（内有効回答3,320枚）の回答しか得られなかったが、多くの興味ある結果を得ることが出来た。1989年5月に更に小規模な追加調査も実施した。これらを合わせ報告する。

2. 調査方法

2・1 アンケート用紙の作成

アンケート用紙は基本的には従来日本で多くの実績を持つ太田方式をスペイン語に翻訳したものを使

用した。翻訳は工学研究所の院生に手伝ってもらい注意深く検討しながら進めた。アンケートの回答枝にはかなり定性的・感情的表現がある。例えば「大変」を「Mucho」、「絶望的になった」を「Fue tal el medio que me desesperé」等と訳したが、日本語・スペイン語両語のニュアンスの違いはあるものと思われる。

今回用いた用紙は日本・メキシコ両国の違いを考慮し次の箇所を修正した。

太田方式質問番号4・・・削除。別欄に記入。

同上5・・・調査者側で分かるので削除。

同上6・・・回答者には難しい。調査者側でわかるので削除。

同上20・・・回答枝（5）。翻訳困難。削除。

同上23・・・回答枝（4）。翻訳困難。削除。

同上30・・・削除。メキシコにはあまりない。

同上31・・・回答枝（4）。削除。

同上35・・・削除。

なお、アンケートの実施機関はメキシコ大学工学研究所、責任者は筆者とした。

2・2 配布方法

メキシコにおける大規模なアンケート調査（前述のように望月他が約250枚の調査を実施しているが）は初めてなので、今後のことも踏まえ次の配布方法についてまず検討を行った。

○郵送 回答者の位置を前もって知ることが出来る。一様な配布分布が期待できる。メキシコの郵便事情、市民の習慣を考えると回収率は期待できない。

○学校 生徒を通じて配布。高回収率が期待できる。一方、地域的片寄り、教育レベルの片寄り（メキシコでは大きい）が生じる危険がある。

○町内会 メキシコの組織不明。団地には自治会があるが低所得者層地域は不明。

○政府機関 高回収率が期待できるが依頼交渉に時間を要する。

また、政府アンケート調査事務所研修センター生を雇用し、事務所登録の市民に対し直接インタビューする方法も検討された。この方法によれば、質の良いアンケートが実施されると期待されたが予算上不可能であった。結局、郵送および学校の方法によって用紙を配布することとした。

(1) 郵送による方法 メキシコ市で販売されてい

る電話帳にはアルファベット順のものと住所別のものと2種類ある。住所別の電話帳には各「区毎」「通り毎」に電話加入者の番地・部屋番号・氏名が記されている。したがって、配布したい地域を決定した後、そこに住む住民に直接郵送することが可能である。また部屋番号から住民が住む建物の階数、規模も推定できる。今回は2階建以下の建物の住民を選出した。Guia Roji社発刊の市内地図には約1 kmメッシュがひかれているが、特に被害の著るしかった110のメッシュを対象とし、各メッシュ内の calle (通り) を選択し、上記電話住所帳を用いて10~20名の回答者を選びアンケート用紙に返信用封筒を同封して郵送した。

(2) 学校を通じて配布 2つの私立大学付属高校 (La Universidad de Salle, Colegio Tepeyac del Valle) と4つのメキシコ大学付属高校 (Preparatoria Nacional de la UNAM), および2つの小学校 (校名不明) の校長に依頼し、担任から生徒に配布してもらった。家庭に持ち帰り家族に記入してもらうことを期待したが、高校生は自分で記入したものが多く、19歳以下の回答者の割合が大きくなった。メキシコ大学工学部の学生にも授業担当教授を通じて配布した。この結果、20~29歳の回答者の割合も大きくなった。

(3) その他 なお、筆者が滞在した工学研究所の職員100名に各3枚配布し本人・友人に記入してもらう方法も試みた。

(4) 配布回収時期は1988年1月から3月である。ただし追加調査は1989年5月にこれとは別途実施された。

2. 3 回答者の位置の決定

メキシコ市は人口1800万人の大都市であり、16の区、約3,000のコロニアル、約40,000の通りに行政区が分かれている。各コロニアルにはそれぞれ郵便番号(5桁の数字)がつけられている。回答者には、区、コロニアル、通り名を記入してもらう一方、郵便番号も記入してもらった。回答者の位置はこの郵便番号を用いて整理した。しかし、郵便番号の使用は住民に徹底しておらず1割程度の回答には郵便番号が記入されていない。この場合には記入されたコロニアル名を用いた。回答の中にはコロニアル名と郵便番号が一致しないものがあったが、すべての回答用紙をチェックすることは不可能なので、整理途中で気づいたもの(この場合にはコロニアル名

表1 配布・回収状況(1988年1月~3月実施)

配布方法	配布枚数	回収枚数	回収率
郵送	1,855	124	6.7%
小学校(2校)	460	396	86.1
高校(6校)	5,500	3,773	68.6
大学(1校)	1,800	1,144	63.6
研究所(1所)	300	7	2.3
合計		(有効回答)	
		3,320	33.5

を使用) 以外は記入された郵便番号を信用した。

ひとつのコロニアルにひとつの郵便番号が与えられているが、大きなコロニアルでは後述する1 kmメッシュ数個分に相当する面積を有するものもある。この場合には、記入してもらった通り名で該当するメッシュを探すこととした。しかし、大きな通りでは長さが数 km に及ぶものもあり、この場合には番地を目安として該当するメッシュを探した。このような作業に相当時間をさいた。

2. 4 回収状況

表1に配布方法別の回収率を示す。ただし、学校欄の配布枚数は学校長等に手渡した枚数(在籍生徒数に少し余分を加えた)である。生徒に手渡された枚数は確認できていないが、実際の回収率は10%程度高いものと思われる。

小学校を利用した場合、規模が小さく、校長→担任→児童の伝達がうまくいき、また、担任が回収をうながすことができ高回収率となったものと思われる。高校の場合、クラス数も多く、配布伝達がスムーズに行かなかったことが回収率を低くしているものと思われる。大学(工学部建設系)の場合、試験期間ということもあり、回収までの日数が短く(7日間)少し低率となった。メキシコ大学の学部の教員はほとんどが非常勤であり、学部事務→教員→学生への伝達が十分でなかったと思われる。また通常同一教員の授業は週1回であることが回収率を低くしたと思われる。

郵送による回収率は6.7%と極めて低く、50~80%の回収率が期待できる日本とは対照的である。これは次のような事情によるものと思われる。

- ①郵便局は各区に1つあるだけである。その他重要地点にもあるが数は少ない。
- ②街頭ポストが少ない。ポストに投函した場合配達されないことが多く、あまり利用する習慣がない。
- ③以上より、返信用封筒を投函することが容易でない。
- ④各戸の門札はない。番地・部屋番号によって配達される。宛名人が転居して別の住人が住んでいる場合、親切な人でないと差出人に返却してもらえない。
- ⑤住宅事情が悪く(特に地震後)、多くの人が転居していて郵便が届かない。受取人不在による返却は182枚(郵送分の9.8%)であった。
- ⑥配達に要する日数は数日~1ヶ月であり郵便事情が悪い。したがって、郵便を利用する人が少なく不慣れである。
- ⑦アンケートに対する経験がない。習慣がない。
- ⑧教育・社会レベルが低い。

3. 性別・年齢別頻度分布

3・1 性別頻度分布

図1に性別に求めた震度と頻度の関係を示す。男性の回答者が58.6%と多くを占める。性別平均震度を比較すると男性の4.21に対し、女性は4.44と高い。総合平均は4.28であるが、男女同比率の回答数が得られた場合を仮定すると4.36となる。今回の調査では男性回答者が多かったために総合平均震度は0.08低く求められている。

3・2 年齢別頻度分布

図2に年齢別に求めた震度と頻度との関係を示す。高校、大学を通じての配布が多かったことが原因し、若年層の回答にかたよりがみられる。19歳以下の回答者が63.4%、20~29歳が25.7%、30~39歳が6.14%、40歳以上が4.89%を占める。年齢別平均震度はそれぞれ4.27、4.18、4.67、4.54であり、29歳以下の若年層の震度が低いのが際立っている。若年層の回答者が多いために総合平均震度が低く求められている。各年齢同比率の回答が得られた場合(メキシコ市では若年層が多いのが実情であるが)を仮定すると総合平均震度は4.49となる。

3・3 総合平均震度

回答者全員の平均震度は4.28となった。この値はメキシコ市全域の平均震度を表わしているものと解釈できる。回答者の分布が若年の男性に片寄ったこ

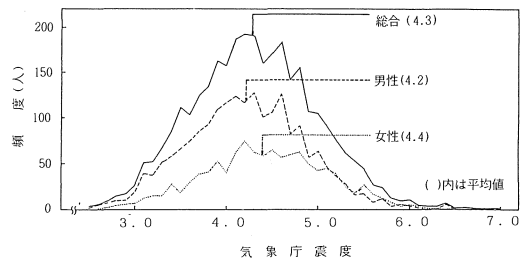


図1 性別にみた震度ヒストグラフ

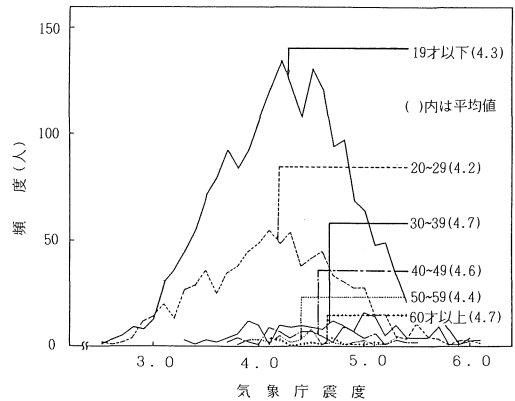


図2 年齢別にみた震度ヒストグラフ

とて震度はやや小さ目と思われる。実際の震度は0.1~0.2高いと推察される。

震度5.0以上感じた人は443人で全体の13.3%であった。

4. メッシュ別震度分布

Guía Roji 社発刊のメキシコ市図には東西21、南北33分割されたメッシュが記入されている。周辺地域ではメッシュの辺長が長くなるが(最大1,750×2,500m)、市街地はおおよそ一辺1kmのメッシュである。またこの地図帳にはコロニアル名、郵便番号、該当するメッシュ名一覧表が付されており便利がよい。また既存の多くの報告書もこのメッシュ図を用いているので本研究もこれを用いた。

4・1 メッシュ別回答者分布

回答は郵便番号を用いて整理された。このように整理すると、ひとつの郵便番号(即ちひとつのコロニアル行政区)が複数のメッシュを含む場合、あるいはひとつのメッシュに複数の郵便番号が含まれる場合がある。今回は、ひとつのメッシュに2つ以上

の郵便番号（コロニアル）がある場合には、すべての郵便番号を採用してその平均値をそのメッシュの震度とした。こうすることによってメッシュ当り1～106の回答を用いて震度を求めることができた。

4・2 震度分布の平滑化

メッシュ別震度分布の一般的傾向を見やすくするため、次の方法で平滑化を行った。

$$I_0^* = (2I_0 + I_1 + I_2 + \dots + I_9) / 10$$

ここに I_0^* は求めるメッシュの平滑化後の震度、 I_0 は平滑化前の震度、 $I_1 \sim I_9$ は隣接する9つのメッシュの平滑化前の震度である。

4・3 メッシュ別震度分布

図3に平滑化前震度分布、図4に平滑化後震度分布を示す。

同図にはメキシコ地盤区分、および内環状線が記入されている。震度は岩盤ゾーンで小さく、逆に湖成ゾーンで大きい傾向がうかがえる。特に内環状線内北半分とその北東部にかけて震度4.5以上のメッシュが多く分布することが注目される。また湖成ゾーンのいくつかの地域にも同様のメッシュの存在が見られる。

5. 推定震度と被害との関係

図5に震度4.5以上となった地域を示す。同図にはメキシコ当局が12,000戸の4階以下の被害家屋から求めた被害率が等被害率線で示されている⁷⁾。また、メキシコ大学の調査による大被害ビルの位置が丸印で示されている⁸⁾。

4階以下の家屋が被害を受けた地域と大被害を受けたビル（主として6階から17階のビル）が分布する地域とはおよそ一致する。特に、ソカロを中心とする都心部では両者とも大きな被害となっている。都心部の北東（環状線北東部付近）においては、低層家屋の被害が大きい。これはこの地域が比較的所得層の人々の住宅地であり、家屋そのものの耐震性が弱かったことも原因している。一方、環状線の南外側（コヨアカン地域）では、逆にビルの被害が目立つ。これは、この地域が社会的地位の高い人々が住む耐震性が大きいコロニアル風住居地域であるために低層家屋の被害が小さいことに加え、後述するように、コヨアカン台地とエストラージャ丘にはさまれた谷地状地盤であるために中高層ビルに被害を及ぼしやすい地震動が卓越したためであろう。



図3 平滑化前震度分布（気象庁震度階）

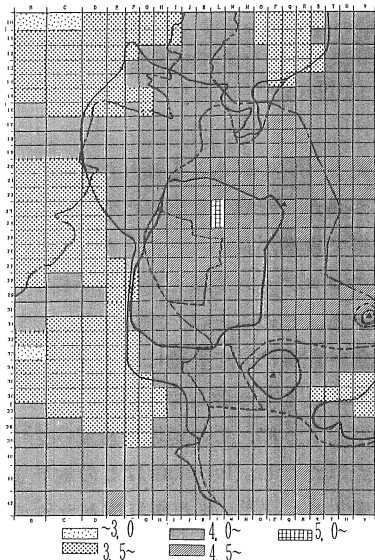


図4 平滑化後震度分布（気象庁震度階）

図5より明らかなように、今回アンケートによって震度4.5以上となった地域では4階以下の家屋、6～17階のビルとも大きな被害を被っている。

6. 震動継続時間と被害との関係

今回用いたアンケート用紙には震動継続時間に関する質問「地震の揺れている時間をどのように感じましたか」がある。3つの回答枝「長かった」、「非

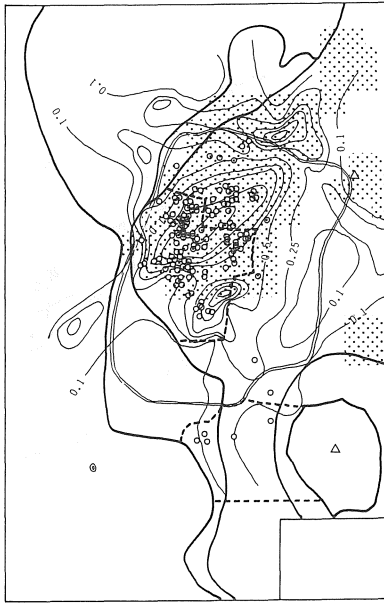


図5 震度4.5以上の地域（ハッチ模様）と構造物被害。コンターラインは4階以下の家屋の被害率を示す（DDF⁷による）。丸印は大被害を受けた構造物の位置を示す（UNAM⁸による）。

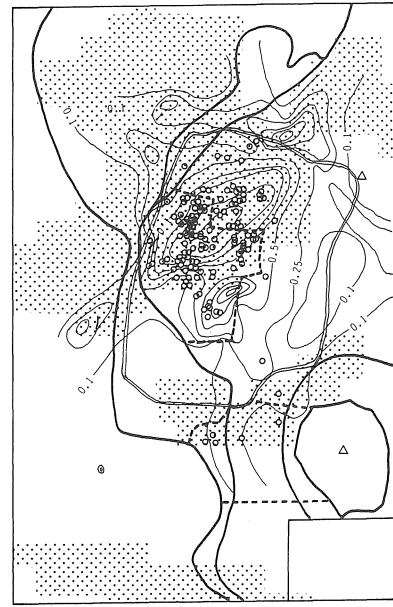


図6 震動継続時間の長かった地域（ハッチ模様）と構造物被害。コンターラインは4階以下の家屋の被害率を示す（DDF⁷による）。丸印は大被害を受けた構造物の位置を示す（UNAM⁸による）。

常に長かった」、「いつ終るとも知れなかった」を選択した回答が多かった地域を図6に示す。被害が集中した都心部で震動が長かったことがわかる。また、環状線南外のコヨアカン地域でも震動が長かったことが注目される。このことは、中央市場（CDA）の2つの強震計記録に、主要動に続くコーダ波が記録されていることとも一致している。

5節で述べたように、この地域の震度は必ずしも高くなかった（ただし、Iglesiasはこの地域を強震ゾーンに区分している⁹）。また後日採れた別の地震の強震記録でもゆれやすい傾向が示されている¹⁰）。特にビルの被害が生じた理由は長い震動継続時間にあったのではないかと推察される。

7. 地震時における人間行動について

図7に震動継続時間と震度との関係を示す。一般的には、震度は地震動の強さと強い関係をもつと考えられる。しかし、図7にみられるように、震動継続時間が長いほど、強い震度を感じていることが明らかである。震度が大きいほど、継続時間を長く感じるのかもしれない。その因果関係は明らかでないが、継続時間と震度とはかなり対応のよい相関がみ

られる。

図8にゆれの感じ方と震度との関係を示す。ゆっくりとした横ゆれを感じた者より、かなり速い繰り返しの横ゆれを感じた者の震度が高い。しかし、震度が大きくなると、ゆれ方を区別できない者が多くなるようである。

図9に地震時の行動と震度との関係を示す。震度が大きくなるとともに意識的行動とれず、無意識的行動をとることが明らかである。特に、震度5以上になると、本能的行動をとる者の割合が急増することが注目される。

図10に火気の始末と震度との関係を示す。使用していなかった者が多く、全体の傾向をつかみにくいが、震度5以上で始末をする余裕のなかった者が急増していることが注目される。

図11に地震時に歩くなど動いていた者の地震時の行動と震度との関係を示す。震度5以上では立っておれないほどの震動を感じた者が多く、6以上では倒れた者も30%近くに達している。

図12に自動車を運転していた者の支障度と震度との関係を示す。震度5以上で運転に困難を感じ、6以上では運転を中止したり、事故を起こした者も多

質問 15 あなたは、地震の揺れている時間をどのように感じましたか。

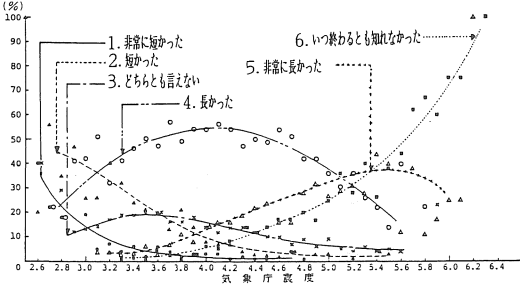


図7 震動継続時間と震度との関係

質問 20 あなたは、地震のとき火気をどうしましたか。

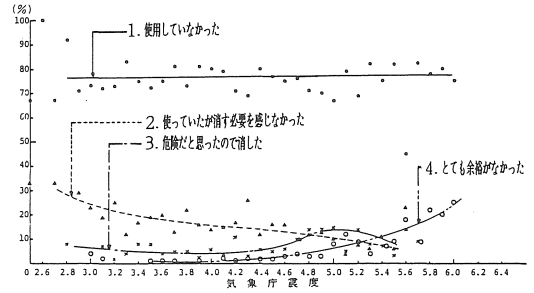


図10 火気の始末と震度との関係

質問 16 あなたが地震をもっとも強く感じたのは、どのような揺れですか。

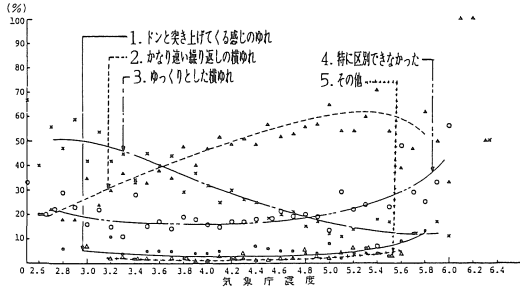


図8 ゆれの感じ方と震度との関係

質問 22 地震の時動いていた方にうかがいます。

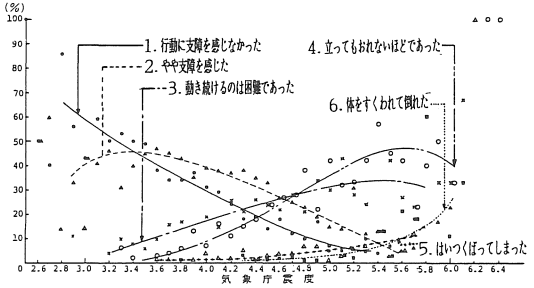


図11 地震時動いていた者の行動と震度との関係

質問 19 あなたは地震の時どのような行動に出ましたか。

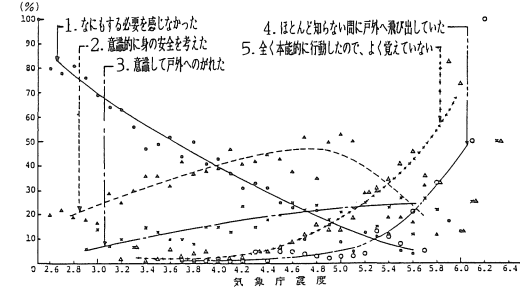


図9 地震時行動と震度との関係

質問 23 自動車を運転していた方にうかがいます。運転に支障を感じましたか

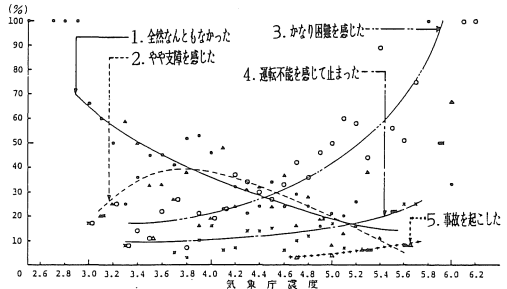


図12 自動車の運転障害度と震度との関係

い。

以上述べたように、地震時に人間がとり得る行動は震度に大きく依存している。震度が大きくなると意識的行動がとれなくなり、無意識的行動をとるようになる。同時に、行動をとろうとしてもそれを困難にする物理的障害が発生する。おおむね震度5で無意識的行動をとるようになり、また物理的障害も強くなる。震度6になると、地震に対する防御的行動は意識的にも物理的にも極めて困難となる。速い繰り返しの横ゆれが長く続いた場合には、行動は

ますます困難となるであろう。

8. 追加調査

今回使用したアンケート用紙は日本で開発されたものであり、したがって、日本の構造物、日本人の地震感覚を対象として、気象庁震度階を求めようとするものである。しかし、外国の地震を対象とした場合には、改正メルカリ震度階で表示した方がより妥当と思われる。

そこで、次のような追加調査を実施した。メキシ

コ大学工学研究所では、独自のアンケート用紙を用いて改正メルカリ震度を決定している。そこで、同一回答者に対し、このアンケート用紙と本研究で用いたアンケート用紙の2枚を配布し、同時に回答してもらった。前者から改正メルカリ震度を、後者から気象庁震度を求め、両者の関係を求めた。

総回答数は74である。女性が77%であり、年齢別では20歳台68%, 30歳台22%である。配布地域は国際空港 (Guia Roji 社地図 Q-24) および市北西 (同 E-17) の2地区である。

図13に得られた改正メルカリ震度と気象庁震度との関係を示す。両者の関係は

$$I_{MM} = -1.0 + 1.6 I_{JMA} \quad (1)$$

となった。これは従来知られている関係

$$I_{MM} = -0.5 + 1.5 I_{JMA} \quad (2)$$

に比べ、同じ気象庁震度に対し改正メルカリ震度が約1大きい傾向になる。その原因として、今回の調査がメキシコ市に限定されたものであることが考えられるが、今後の詳しい調査が必要であろう。

図14に回答者の教育水準と震度との関係を示す。教育水準の判定は、回答用紙の住所欄に書かれた文字の形状、スペルミス、住所・郵便番号の正確さや回答の整合性などを総合評価して行った。低水準は小学校卒業程度、中水準は中学校・高校卒業程度を示している。低水準の者の回答数頻度をみると震度に大きな幅があり、かつ、平均震度も0.5程度高いことが注目される。

個々人の感じる震度が、性、年齢によってそれぞれ異なることを既に述べたが、住民の教育水準に大きな差がある場合には、この点も考慮しなければならないことが明らかとなった。

9. まとめ

地震発生後2年3ヶ月が経過した1988年1月にメキシコ市民1万人を対象としたアンケート調査を実施し、メキシコ市微細震度分布および地震時人間行動について追求した結果、次の諸点が明らかとなった。

- (1) 郵送によるアンケート用紙配布は適当でなく、学校を通じての配布が有効である。
- (2) 回収率は55%, 有効回答回収率は34%であった。これは、従来日本で実施された調査の回収率が50~80%であるのに比べ相当低い。
- (3) 得られた震度 (気象庁震度階) は3.0から6.0

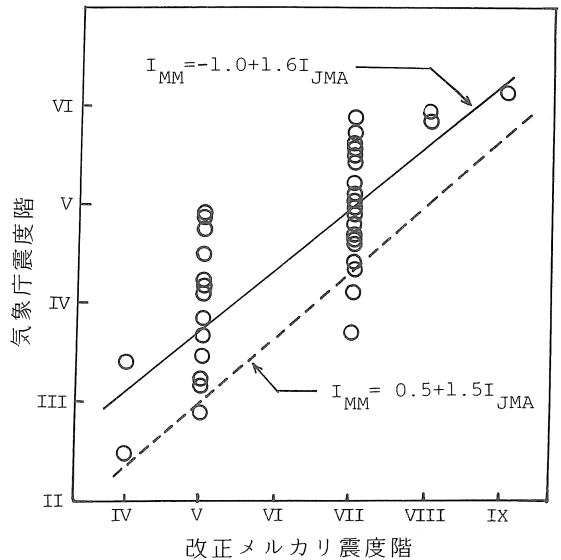


図13 気象庁震度階と改正メルカリ震度階との関係

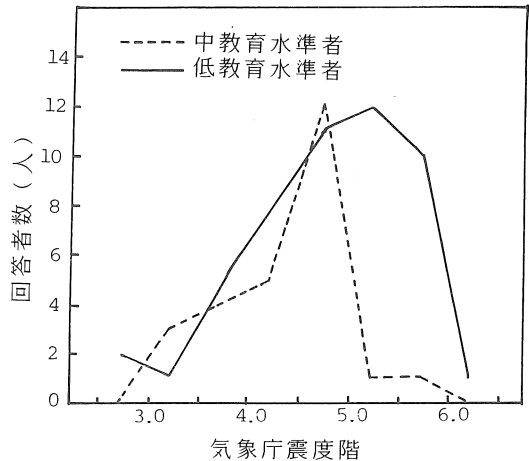


図14 教育水準別にみた震度ヒストグラフ

に分布し、その平均は4.3であった。

(4) 得られた震度は回答者の「性」, 「年齢」, 「教育水準」の違いによる片寄りがみられた。すなわち、男性より女性、若者より老人、高教育水準より低教育水準の者ほど、震度が大き目に出る。特に発展途上国における調査では、教育水準の差に関する注意が必要である。

(5) 4階以下の家屋被害や6~17階建ビルの被害が集中した市中心部では震度が4.5以上と周辺地域に対し高いことがわかった。

(6) コヨアカン地区は震度が低いにもかかわらずビルの被害が生じたが、この地域では震動継続時間

が長いことが本研究で明らかとなった。被害発生の一要因と考えられる。

(7) 震度5を境界として意識的行動から無意識的行動へと移る。また、物理的にも行動に支障が生じる。震度6になると、無意識的行動が強くなり、また意識的行動をとろうとしても物理的に行動がとれないことがわかった。

(8) メキシコ地震における気象庁震度と改正メルカリ震度との関係が導かれた。これは従来知られている関係とやや異っている。その原因についてはさらに検討を要する。

謝辞

本研究にあたり、La Universidad Nacional Autonoma de México, Instituto de IngenieríaのEsteva 所長, Rosenblueth 教授, Rodríguez N. 教授, Lermo J. 研究員, Acosta 事務長, Reza 氏をはじめ多くの方にご助力いただいた。改正メルカリ震度の決定は同研究所の Javier C., Martinez A. の両研究員にお願いした。感謝の意を表す。

本研究は、同研究所研究費 (Proyecto 7739) および石田財団研究助成 (No.63-423) によるものである。

参考文献

- 1) 日本建築学会：1985年メキシコ地震災害調査報告, 86, 1986.
- 2) 日本建築学会：1985年メキシコ地震災害調査報告, 96-112, 1986.
- 3) Lermo J., M. Rodríguez and S. K. Singh: The Mexico Earthquake of September 19, 1885. Natural Period of Sites in the Valley of Mexico from Microtremor Measurements

and Strong Motion Data, Earthquake Spectra, 4 (4), 805-814, 1988.

- 4) 小林啓美, 瀬尾和夫, 翠川三郎: Mexico 市内における建築物の被害分布, 強震計の記録と地盤の常時微動の関係, 東工大総合理工学研究科社会開発工学科報告, 1-34, 1986.
- 5) 太田裕, 関口弘, 水上勲, 山崎捷信: Mail Survey による Seismic microzoning map の作成, 災害科学総合シンポジウム論文集, 9, 241-246, 1972.
- 6) 日本建築学会: 1985年メキシコ地震災害調査報告, 124-132, 1986.
- 7) DDF, Secretaria General de Obras: Intensidad de Daños en Inmuebles en el Distrito Federal Ocasionados por Los Sismos de Septiembre de 1985, Primer Simposium Internacional, los Sismos y sus Efectos en las Ciudades, Septiembre de 1986, Mexico, 1986.
- 8) Instituto de Ingeniería de la UNAM: El Temblor del 19 de Septiembre de 1985, sus Efectos en las Construcciones de la Ciudad de México, Sept. 30, 1985.
- 9) Iglesias J.: Intensity Map for the Earthquake of September 19, 1985, 2nd U.S.- Mexico Workshop on 1985 Mexico Earthquake Research, November 5-7, Mexico City, 1987.
- 10) Singh S. K. et al: The Mexico Earthquake of September 19, 1985-A Study of Amplification of Seismic Waves in the Valley of Mexico with Respect to a Hill Zone Site, Earthquake Spectra, 4 (4), 653-673, 1988.

(受理 平成2年2月20日)