

## 1985年メキシコ地震災害調査

## —震度分布を中心として—

## 1 調査目的

## 2 調査方法

## 3 調査地域の設定と調査建物

## 4 解析方法と結果

## 5 調査に関する問題点

## 6 まとめ

望 月 利 男 \*

精 木 紀 男 \*\*

荏 本 孝 久 \*\*\*

ルシア・カーサベルデ \*\*\*\*

## 要 約

1985年9月19日に発生したメキシコ地震 ( $M=8.1$ ) では、震央から約400km離れた首都メキシコ市において極めて甚大な被害が発生した。この地震災害を考察するにあたって、基本的な地震動特性についてはメキシコ市内の5地点で強震記録が得られているが、より多くの地域における地震動の強さ(震度)に関する情報を得るために、アンケートによる震度分布(JMA震度階)の推定を試みた。震度分布の調査地域はメキシコ市の地盤性状(岩盤地域・中間地域・旧湖埋立地域)と強震記録との対応を考慮して、市内11地域を設定した。この結果、推定された震度は震度Ⅲ～Ⅴ程度に分布し、地域的な地盤条件によって著しい相違を示した。また、メキシコ市内における建物の被害分布と上記震度分布との対応は極めて良好な傾向を示した。

## 1 調査目的

1985年9月19日に発生したメキシコ地震におけるメキシコ市内の被害の特色としていくつかのことが指摘されているが、極めて地域性の強いものであったこと、近年の日本における地震被害に比べて規模、程度ともに甚大であったことなど、とくに注目されたところである。

被害原因を解明する上で、地震動の大きさや特

性を知ることは不可欠であり、今回の地震では限定された数ながら、すぐれた強震記録が得られており、今後の調査研究に大きく貢献すると思われる。しかしながら、強震記録の得られた地点は市内で5ヶ所と限られており、被害の大きかった地域の中心部などにはない。

そこで、何らかの方法によって市全域の入力レベルや周波数特性などを推定する必要がある、これが震度推定調査や常時微動測定が行れたゆえである。筆者らは、メキシコ市内各地の震度が日

\* 東京都立大学都市研究センター \*\* 東京都立大学都市研究センター(昭和60年度研修員)・関東学院大学工学部

\*\*\* 東京都立大学都市研究センター(非常勤研究員)・神奈川大学工学部 \*\*\*\* 東京大学地震研究所

本で慣用されている気象庁(JMA)震度階にてらしてどの程度であったかを推定することを試みた。これは、日本の研究者が社会的・技術的諸条件の異なる地域の災害を研究する上で考察の基準となるべき1つの尺度をもったことが必要であり、同時にこの災害を我が国の地震防災対策の教訓として学ぶ場合も同様であると考えたからである。

さらに、被害集中地域のみならず、無被害地域を含めた都市全域の震度分布を推定しておくことはメキシコ市の震災復興や都市計画の有効な資料になるものと言える。

以上をふまえ、調査を可能な限り、市内全域での震度推定を目標とした。

## 2 調査方法

### (1) 調査票

調査票は、太田裕教授を中心とする北大グルー

プのアンケート用紙を用いた。但し、アンケート項目は、調査期間が短かつ直接面接方式とせざるを得ないこと、この方法が日本国内での調査用に作られていることなどを考慮して、項目数を原用紙の34から18に減じるとともに、一部項目については修正して用いた。調査票を表1に示す。

### (2) 現地調査

調査は1985年11月5～10日の間に実施した。データの採取は戸別訪問方式によるききとりによったが時間的制約でやむを得ず一部のデータは集団委託方式によって得た。

戸別訪問方式は、5～7日の3日間を精木、荏本、ルシアの3人1グループで行ない、8～10日はヴィットル氏(タクシー運転手)を加え2人1組の2グループで行った。調査は、アンケート項目のききとりに加え、回答者の年齢、性別および建物の構造、被害程度や特徴など気付いた点を票の欄外に託し、更に調査建物の特徴や街区の状況

表1 調査票(邦文)〔現地調査はスペイン語の用紙〕

| 地震に気づいた場所                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [A] 住所<br>( )                                                                                                                                                           | [K] 家(建物)には、なんらかの被害がありましたか。<br>1. 多い、全壊なかった。 2. 損がはげたり、財物が倒れたりした程度。<br>3. 倒壊、破損などが発生、または花壇・ガラスなどが割れた。<br>4. わずかながら壁にヒビ割れが生じた。 5. かなりヒビ割れが生じた。<br>6. 被害はかなり大きく、修繕の必要がある。 7. 家の傾きが目立った。 |
| [B] あなたはどの頃、どこにいましたか。<br>1. 家(建物)の中にいた。 2. 屋外にいた。                                                                                                                       | [L] あなたは、地震の揺れている時どのような感じにしましたか。<br>1. 非常に強かった。 2. 知った。 3. どちらともいえない。<br>4. 風かった。 5. 非常に弱かった。 6. いつ終わるかわからなかった。                                                                       |
| [C] あなたは、そこで何をしていましたか。(1～2を選んだ人は( )内の適当な目黒を○で囲んでください。)<br>1. 動いて(動いて、歩いて、運動して)いた。<br>2. 静かにして(横になって、座って、腰掛けて、立って)いた。<br>3. 眠っていた。 4. その他( )                             | [M] あなたが地震をもっとも強く感じたのは、どのようなゆれのときですか。<br>1. ドンと突き上げてくる感じのゆれ。 2. かなり強い揺り回しの揺れ。<br>3. ゆっくりとした揺れ。 4. とくに区別できなかった。<br>5. その他( )                                                           |
| [D] 地震のとき家(建物)の中にいた方にうかがいます。その家(建物)の構造はつぎのどれですか。<br>1. レンガ造り 2. 石造り 3. 鉄筋コンクリート造り 4. 鉄骨造り 5. 木造り<br>6. その他( ) 7. レンガ+鉄筋コンクリート造り 8. ブロック+コンクリート造り                        | [N] あなたは、地震に気づいたとき震きましたか。<br>1. 全然震かなかった。 2. 少し震いた。 3. かなり震いた。<br>4. 非常に震いた。 5. このうえなく震いた。                                                                                            |
| [E] その家(建物)は何層ですか。<br>1. 1層 2. 2層 3. 3～5層 4. 6～9層 5. 10層以上                                                                                                              | [O] あなたはそれとどのような行動にでましたか。<br>1. 何もする必要を感じなかった。 2. 危険前に向の安全を考えた。<br>3. 意識して戸外への逃げた。 4. 殆ど知らない間に戸外へ飛び出していた。<br>5. 全く本能的に行動したので、よく覚えていない。                                                |
| [F] あなたは、地震のときどの階にいましたか。<br>1. 地面 2. 1階 3. 2階 4. 3～5階 5. それ以上                                                                                                           | [P] あなたは、地震のとき火災(ガスコンロなど)をどうしましたか。<br>1. 使っていなかった。 2. 使っていたが、わずかな火を感じなかった。<br>3. 危険だと感じたので消した。 4. 無意識のうちに消していた。<br>5. とてもわずかな火がなかった。                                                  |
| [G] その家(建物)が壊れたのはいつ頃でしょうか。<br>1. 最近1～2年 2. 数年前 3. かなり古い 4. 非常に古い                                                                                                        | [Q] 地震のとき、直で倒れた方にうかがいます。<br>1. かなり揺れていた。 2. 目撃した人は小僧。 3. かなりの人が目撃した。<br>4. 殆どの人が目撃した。 5. 全部の人が目撃した。                                                                                   |
| [H] 食器棚とか、窓ガラス・戸などの動きは認められましたか。<br>1. 気がつかなかった。 2. わずかに揺れていた。 3. かなり揺れた。<br>4. 強く揺れて倒れた。<br>5. 非常に強く揺れ、食器・窓・ガラスなどが割れたり、戸が壊れたものもあった。<br>6. 食器棚、ガラスなどの破損が目立った。 7. 殆どこわれた。 | [R] 地震のとき動いていた方にうかがいます。<br>1. 行動に少しも支障を感じなかった。 2. やや支障を感じた。<br>3. 動きを妨げるのは困難だった。 3. 立ててもおれないほどだった。<br>5. はいつくばってしまった。 6. 倒れそうになった。                                                    |
| [I] 洋タンク・食器棚・本棚など、重い家具の動きは認められましたか。<br>1. 動かなかった。 2. わずかに揺れていた。 3. かなり揺れた。<br>4. 多少ズレ動いた。 5. 大きくズレたり、倒れたものもあった。<br>6. 殆ど全部が倒れた。                                         |                                                                                                                                                                                       |
| [J] 家(建物)全体としてのゆれはいかがでしたか。<br>1. 認められなかった。 2. わずかに揺れた。 3. かなり揺れた。<br>4. 強く揺れた。 5. 非常に強く揺れ、ギンギン揺れた。 6. 倒れんばかりに揺れた。                                                       |                                                                                                                                                                                       |

が把握できるように写真撮影した。この方式でのデータ数は216である。

集団委託は、アカデミヤ ユリコ・クロヌマ（音楽院）に託し、児童の父母に回答して貰った。これによるデータは37であるが、調査地域と一致しなかったなどの理由で有効票として用いたのは半数程度である。

### 3 調査地域の設定と調査建物

限られた調査時間と種々の制約条件の基において可能な限り広範囲・高密度・高精度で効率のよい調査を実施するために調査地域・建物・対象者の設定についての基本的な方針を予め明確にしておくこととした。

その結果、当初の2日間の作業から調査目的・速度および地域特性などを考慮して次のような方針で調査を実施する地域・建物・対象者を設定した。

- (1) 強震記録の採取された地点の周辺を含む。
- (2) 地盤種別（丘陵，中間，旧湖地域）を考慮する。
- (3) 被害地域，無被害地域の双方を含む。
- (4) 建物ではできる限り低層建物を対象とする。
- (5) 対象者は地震時建物内に居た人とする。

以上の方針により合計11の地域を設定した。なお、調査の結果からこれらの地域は、一部の地域で500m×500m程度の広がりをもつが、大部分は200～300m四方程度の範囲である。但し、調査実施上の制約のためトラテロルコ団地ではRC5階建の共同住宅一棟であり、メキシコ自治大学とコヨアカン地区では数キロメートルにわたるデータが一部含まれている。（集団委託方式によるデータを含む）また、調査建物の大部分は低層住宅であり、対象者はその住民である。（調査地域は表—2を参照）

なお、調査地域の特性と建物の特徴を明確にするために、写真—1～写真—11に各地域の代表的な写真を示す。

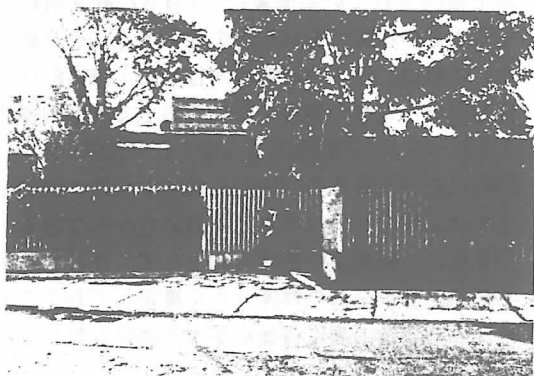


写真1 UNAM周辺地区

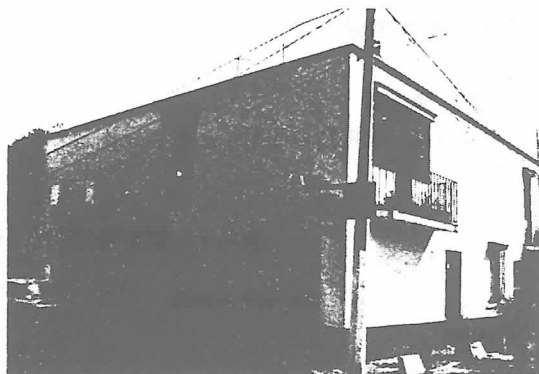


写真2 コヨアカン地区

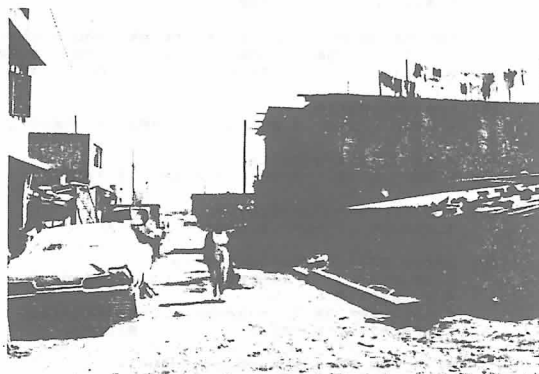


写真3 アバストス周辺地区

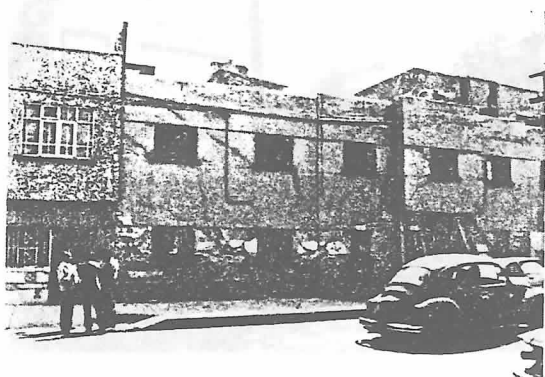


写真4 S.C.T周辺地区



写真5 HIDALGO地区



写真6 ヘネラル病院周辺地区



写真7 ソカロ・アラメダ地区



写真8 トラテロルコ団地地区



写真9 PENITECIARIA周辺地区

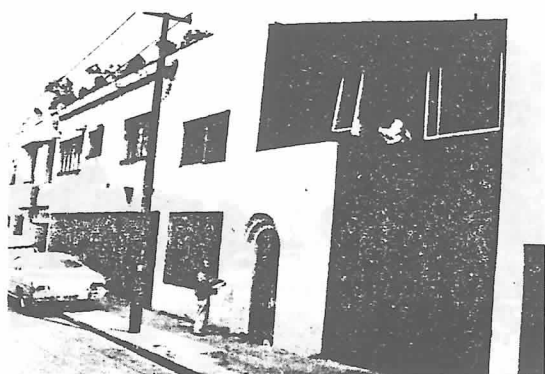


写真10 チャプルテペック地区

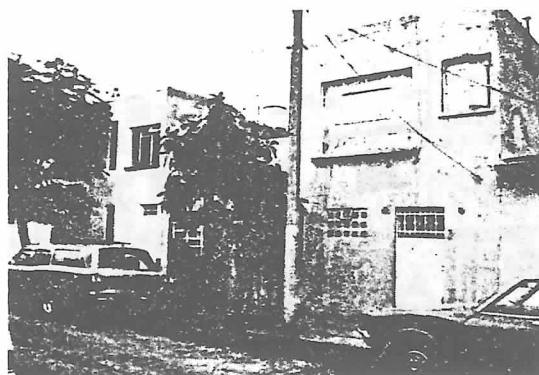


写真11 CRUZ GALVEZ 地区

## 4 解析方法と結果

### (1) 解析方法

前述の如く設定した11の調査地域において収集された調査票より、推定震度を算出するにあたって、幾つかの問題点が調査の計画段階および実施中に考えられたが、このことについては後節でまとめて述べることにする。

この方法による震度評価は多変量解析法の手法を用いて行れるが、そのプロセスはすでに確立されている。解析は北大グループのプログラムに基づいて実施し、計算は関東学院大学電算センターのFACOM・M360によって実行した。このプログラムを使用する上での主な問題点は、今回の調査では原方法を比して調査項目数を減らしたこと、この方法が我が国の木造建物を基準にして開発されたものであることであり、今後検討すべき問題を含んでいる。

本解析では、付録に示した調査票に基づくD～Rまでの15項目について単純集計し回答の傾向を概観し、その上で、プログラムに従ってD～Gで条件係数を、H～RのうちMとOを除く9項目で震度係数を決定した調査票毎に震度、JMA震度を算出し、地域毎に平均値を求めてその地域の推定震度とした。項目Mは原方法に準じて評価から除いたが、項目O、「あなたは、そのときどのような行動をしましたか。」に対して、被害・無被害地区にかかわりなく「2. 意識的に身の安全を

考えた。」に答が集中したばかりでなく、設定した回答項目にない「お祈りをしていた。」と答える者も多く国民性と宗教上の違いから、この項目をそのままデータとして採用するには問題があると思われたので除外した。

### (2) 項目毎の単純集計結果

紙面の都合により、表—2に8項目分の単純集計結果を示した。

D, E, F, は建物の構造、層数、回答者の地震時の位置を示すものである。D, の構造については調査時まで調査票には1～6の回答しか設定しておらず現地の状況から複数回答をゆるし、データ整理の段階で7, 8の回答項目を設けたものである。このため、〔7, レンガとコンクリート〕と答えた者の中には、ブロックとコンクリートを意味するものもかなり含まれている。3地区のみ〔1, レンガ造〕が多いが、これはほとんど素人が積み上げたと思われる粗末なブロック造住宅である。ほとんどの建物は骨組RC造で壁がブロック又はレンガ積みで木造は全くない。層数は全体としては2層以下が大半を占めるが市街地にあたる被害地域は3～5層をかなり含んでいる。但し、トラテロルコのように5階建1棟だけで調査せざるを得なかった場合を除けば対象者の居住階は大部分が2階以下である。

直接に物理的現象をきく4つの質問項目H, I, J, Kのうち、1つだけ家のゆれに関するJ項目の結果を示したが、回答の傾向が被害、無被害地域の差をよく示している。他の3つの項目につい

表-2 単純集計結果(抜萃)

| 質問項目 | 回答番号 | 1<br>UNAM<br>周辺 | 2<br>コヨア<br>カン | 3<br>アバ<br>スト | 4<br>SCT<br>付近 | 5<br>MID<br>ALGO | 61<br>ヘネ<br>ラル<br>病院<br>付近 | 62<br>ソカ<br>ロ・<br>アラ<br>メダ | 63<br>トラ<br>テロ<br>ルコ | 7<br>PEN<br>ITE<br>CIA<br>RIA | 8<br>チャ<br>ブル<br>テベ<br>ック | 9<br>CRU<br>Z<br>GAL<br>VEZ | 合<br>計 |
|------|------|-----------------|----------------|---------------|----------------|------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------|
| D    | 0    | 1               | 1              | 0             | 0              | 0                | 1                          | 0                          | 1                    | 1                             | 0                         | 0                           | 5      |
|      | 1    | 13              | 6              | 18            | 2              | 2                | 2                          | 1                          | 4                    | 2                             | 0                         | 0                           | 50     |
|      | 2    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 0      |
|      | 3    | 4               | 1              | 0             | 1              | 1                | 0                          | 0                          | 2                    | 1                             | 0                         | 0                           | 10     |
|      | 4    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 0      |
|      | 5    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 1                           | 1      |
|      | 6    | 0               | 1              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 1      |
|      | 7    | 12              | 3              | 2             | 15             | 20               | 18                         | 19                         | 12                   | 18                            | 20                        | 22                          | 161    |
| E    | 8    | 1               | 0              | 5             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 6      |
|      | 0    | 2               | 1              | 0             | 0              | 0                | 2                          | 0                          | 1                    | 1                             | 0                         | 0                           | 7      |
|      | 1    | 8               | 2              | 19            | 0              | 4                | 6                          | 0                          | 0                    | 3                             | 0                         | 7                           | 49     |
|      | 2    | 11              | 4              | 6             | 6              | 15               | 7                          | 10                         | 1                    | 8                             | 10                        | 12                          | 90     |
|      | 3    | 10              | 5              | 0             | 12             | 4                | 6                          | 7                          | 15                   | 10                            | 9                         | 4                           | 82     |
| F    | 4    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 3                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 3      |
|      | 5    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 2                    | 0                             | 1                         | 0                           | 3      |
|      | 0    | 1               | 2              | 1             | 1              | 0                | 2                          | 1                          | 1                    | 1                             | 1                         | 0                           | 11     |
|      | 1    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 1                             | 0                         | 0                           | 1      |
|      | 2    | 17              | 4              | 22            | 4              | 13               | 10                         | 8                          | 0                    | 8                             | 6                         | 12                          | 104    |
| J    | 3    | 9               | 2              | 2             | 7              | 9                | 5                          | 7                          | 5                    | 9                             | 9                         | 10                          | 74     |
|      | 4    | 4               | 4              | 0             | 6              | 1                | 4                          | 4                          | 12                   | 3                             | 3                         | 1                           | 42     |
|      | 5    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 1                    | 0                             | 1                         | 0                           | 2      |
|      | 0    | 1               | 1              | 0             | 0              | 0                | 1                          | 0                          | 1                    | 1                             | 1                         | 1                           | 7      |
|      | 1    | 3               | 1              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 1                         | 0                           | 5      |
| L    | 2    | 10              | 3              | 4             | 0              | 8                | 1                          | 0                          | 0                    | 0                             | 5                         | 3                           | 34     |
|      | 3    | 14              | 6              | 6             | 5              | 9                | 6                          | 6                          | 6                    | 7                             | 7                         | 13                          | 85     |
|      | 4    | 1               | 1              | 14            | 4              | 6                | 3                          | 5                          | 9                    | 8                             | 2                         | 5                           | 58     |
|      | 5    | 2               | 0              | 0             | 6              | 0                | 4                          | 6                          | 0                    | 1                             | 4                         | 0                           | 23     |
|      | 6    | 0               | 0              | 1             | 3              | 0                | 6                          | 3                          | 3                    | 5                             | 0                         | 1                           | 22     |
| N    | 0    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 2                          | 0                          | 1                    | 0                             | 1                         | 0                           | 4      |
|      | 1    | 2               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 1                             | 0                         | 0                           | 3      |
|      | 2    | 5               | 1              | 1             | 0              | 2                | 0                          | 2                          | 0                    | 1                             | 3                         | 0                           | 15     |
|      | 3    | 2               | 1              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 1                          | 1                    | 1                             | 1                         | 1                           | 8      |
|      | 4    | 13              | 5              | 13            | 8              | 16               | 5                          | 6                          | 4                    | 7                             | 8                         | 9                           | 95     |
| O    | 5    | 7               | 5              | 6             | 3              | 5                | 7                          | 8                          | 9                    | 6                             | 7                         | 12                          | 75     |
|      | 6    | 2               | 0              | 5             | 7              | 0                | 7                          | 3                          | 4                    | 6                             | 0                         | 1                           | 35     |
|      | 0    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 1                         | 0                           | 1      |
|      | 1    | 9               | 5              | 2             | 5              | 2                | 1                          | 4                          | 1                    | 6                             | 6                         | 4                           | 45     |
|      | 2    | 14              | 2              | 7             | 4              | 8                | 3                          | 2                          | 4                    | 3                             | 2                         | 3                           | 52     |
| R    | 3    | 4               | 2              | 7             | 1              | 5                | 2                          | 3                          | 0                    | 2                             | 5                         | 3                           | 34     |
|      | 4    | 4               | 3              | 8             | 3              | 5                | 6                          | 6                          | 6                    | 10                            | 2                         | 12                          | 65     |
|      | 5    | 0               | 0              | 1             | 5              | 3                | 9                          | 5                          | 8                    | 1                             | 4                         | 1                           | 37     |
|      | 0    | 0               | 1              | 2             | 0              | 1                | 1                          | 1                          | 0                    | 2                             | 1                         | 1                           | 10     |
|      | 1    | 12              | 5              | 5             | 1              | 5                | 3                          | 3                          | 0                    | 1                             | 8                         | 5                           | 48     |
|      | 2    | 12              | 5              | 8             | 10             | 15               | 12                         | 14                         | 10                   | 18                            | 10                        | 11                          | 125    |
|      | 3    | 4               | 1              | 4             | 2              | 2                | 3                          | 1                          | 6                    | 1                             | 0                         | 4                           | 28     |
|      | 4    | 2               | 0              | 6             | 3              | 0                | 2                          | 1                          | 2                    | 2                             | 0                         | 2                           | 20     |
|      | 5    | 1               | 0              | 0             | 2              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 3      |
|      | 0    | 7               | 4              | 4             | 1              | 6                | 9                          | 4                          | 0                    | 3                             | 8                         | 3                           | 49     |
|      | 1    | 10              | 4              | 5             | 2              | 6                | 0                          | 0                          | 3                    | 3                             | 6                         | 8                           | 47     |
|      | 2    | 5               | 0              | 0             | 3              | 3                | 1                          | 0                          | 2                    | 1                             | 0                         | 2                           | 17     |
|      | 3    | 9               | 3              | 16            | 10             | 8                | 10                         | 16                         | 13                   | 15                            | 6                         | 10                          | 116    |
|      | 4    | 0               | 1              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 1      |
|      | 5    | 0               | 0              | 0             | 2              | 0                | 0                          | 1                          | 0                    | 1                             | 0                         | 0                           | 4      |
|      | 6    | 0               | 0              | 0             | 0              | 0                | 0                          | 0                          | 0                    | 0                             | 0                         | 0                           | 0      |

回答番号はアンケート用紙に対応する。

ただし、0 はいずれも無回答の場合を意味する。

てもほぼ同様で、震度評価の基軸をなしていると考えられる。

生理的、心理的な感覚・行動についての質問では、L, N, Rは被害程度に応じた回答傾向を確認できるが、Oの項目については(1)の終りで述べた傾向がみられる。

以上、単純集計表に示された結果より地震時のゆれの強さ、被害、感じに関する各質問項目に対する解答番号の分布傾向は調査地区毎に異なる分布を示し、旧湖地域や中間地域に比べて岩盤地域においては地震動のゆれの強さが小さいことを示唆している。ここで、さらに各質問項目のうち、H, I, J, KとL, M, N, OおよびQ, Rの10項目について旧湖地域、中間地域、岩盤地域と旧湖、中間地域であるアバストスの4つの地域にまとめて解答結果の頻度分布とその平均的な解答番号値(▽印)を図-1に示した。この結果、4地域において解答番号の分布傾向に対する明瞭な相違が認められ、地震動の性質の相違が明らかとなるものと思われる。すなわち、各項目とも岩盤地域に較べ旧湖地域における解答は相対的に解答番号が大きくなり、地震動のゆれの強さが大きくすなわち、震度が大きかったことを推測させる。特に、生理的、心理的な感覚、行動についての質問項目、L, M, N, O, Q, Rの6項目に比べ、直接に物理的現象を問う4つの質問項目H, I, J, Kについての解答の方が4地域に対する明確な差異が認められる。

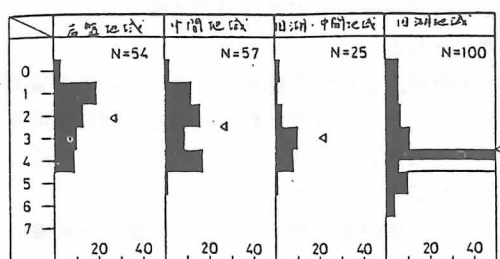
各項目毎にさらに詳しい分析の必要はあるが、概観して現地調査での実感と単純集計の傾向は全体としてよい対応をしていると判断できた。

### (3) 解析結果—地域毎の推定JMA震度—

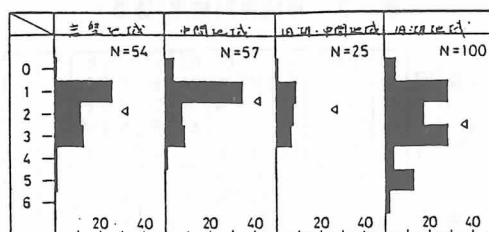
解析結果は図-2および表-3に示す。地盤種別毎に明確な傾向がみられ、旧湖地域はJMA震度5以上、中間地域で4程度、岩盤地域は4以下と推定された。

強震記録との対応も表-2で明らかなようによい対応を示している。

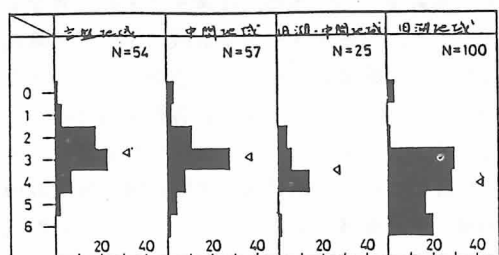
なお、図-3に現地技術者によって作成された市中心部のコロニア毎の被害率図を示す。



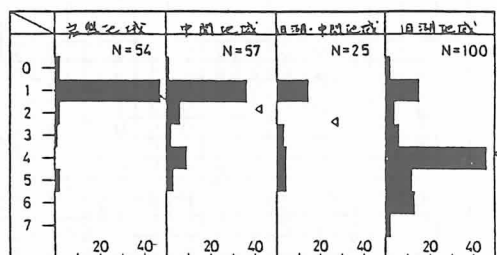
(a) 項目H



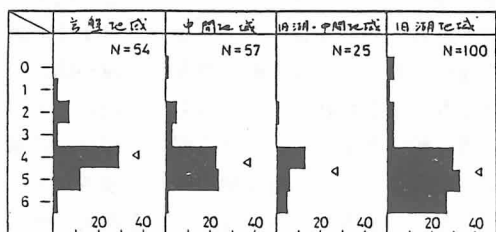
(b) 項目I



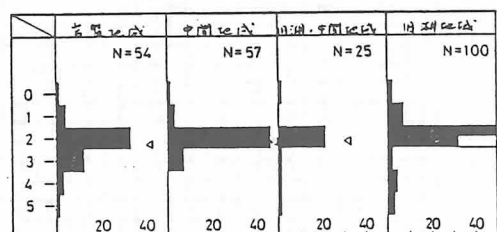
(c) 項目J



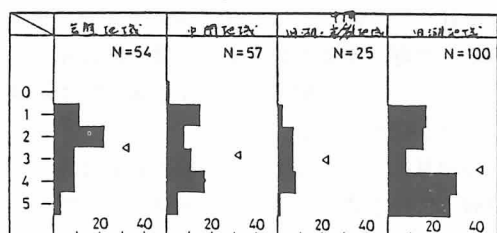
(d) 項目K



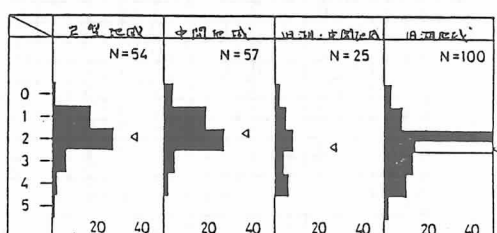
(e) 項目L



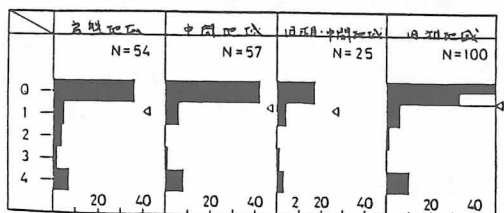
(f) 項目M



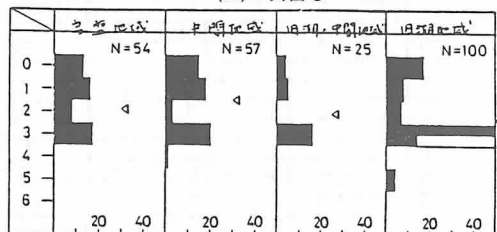
(g) 項目N



(h) 項目O

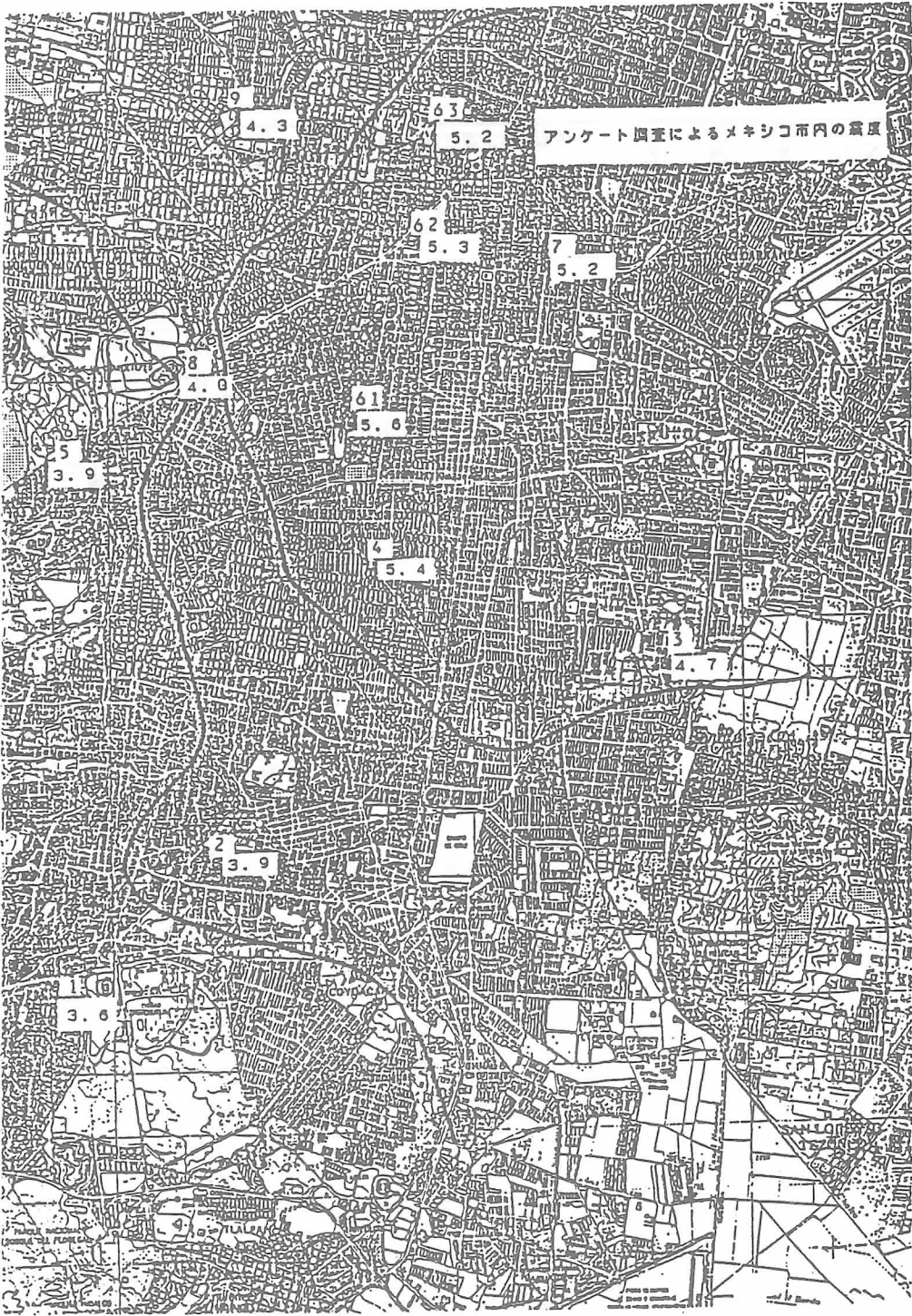


(i) 項目Q



(j) 項目R

図-1 回答結果



図一 2 推定震度(JMA震度階)  
[数字上・調査地域]  
[下・震 度]

表-3 解析結果一覧表

| No | 地 域 名                   | 有効調<br>査票数 | 推定震度<br>J M A | 最大強震<br>加速度記録 | 地 盤 種 類 | 備 考                       |
|----|-------------------------|------------|---------------|---------------|---------|---------------------------|
| 1  | U N A M 周 辺             | 31         | 3.6           | 39 (EW)       | 丘 陵     | 無被害,<br>低中高層              |
| 2  | コ ヨ ア カ ン               | 12         | 3.9           | 44 (NS)       | 中 間     | 無被害, 低層<br>中流住宅地          |
| 3  | ア バ ス ト ス 周 辺           | 25         | 4.7           | 95 (EW)       | 中間・旧湖   | ほぼ無被害, 低層<br>貧民住宅地        |
| 4  | S C T 付 近               | 18         | 5.4           | 168 (EW)      | 旧 湖     | 被害, 高層・<br>低層にも被害         |
| 5  | H I D A L G O           | 23         | 3.9           | 34 (NS)       | 丘 陵     | 無被害, 低層<br>中流住宅地          |
| 61 | ヘ ネ ラ ル 病 院 付 近         | 21         | 5.6           | —             | 旧 湖     | 被害, 建物密度低い                |
| 62 | ソ カ ロ ・ ア ラ メ ダ         | 20         | 5.3           | —             | 旧 湖     | 被害, 市中心部                  |
| 63 | ト ラ テ ロ ル コ             | 19         | 5.2           | —             | 旧 湖     | 被害, 5層, 8層<br>14層, 20層の団地 |
| 7  | P E N I T E C I A R I A | 22         | 5.2           | —             | 旧 湖     | 中被害, 中高層建物<br>少なし         |
| 8  | チャ プ ル テ ベ ッ ク          | 20         | 4.0           | —             | 中 間     | 無被害, 低層<br>中流住宅地          |
| 9  | C R U Z G A L V E Z     | 23         | 4.3           | —             | 中 間     | 無被害, 低層<br>中流住宅地          |

尚, 253データ中, 19データは住所不明,  
調査地から離れすぎているなどの理由で無  
効票として解析から除外した。



## 5 調査に関する問題点

今回の調査は、被災地がメキシコという遠く離れた外国の、しかも中米の心文化圏における調査で、期間および条件が制限されているため方法や内容に関するいくつかの問題点が指摘できる。ここで、その主な点をまとめて列記し、それに対する所感を述べることにする。

1. 調査地が外国であり社会・経済・文化・宗教の違いによる習慣や国民性の相違による問題点
2. 調査方法・内容および項目に関する問題点
3. 震度の算定方法に関する問題点

上記1. は最も根本的な問題点であり、本調査に関するすべての問題点がここに集約される。本調査ではメキシコ市を中心に発生した地震災害を考察する上で基本的に重要となる地震動の強さの分布を何らかの方法で評価することの必要性を最大の主目的として、そこから派生する種々の問題点については今後細かい検討をしていきたいと考えた。そのため、いろいろな制約条件を考慮して調査方法として我が国で比較的良好に実施されている北大グループによる方法で戸別訪問方式とすることとした。

調査票を用意するにあたって、原票をメキシコにおける生活様式・習慣等を考慮して取捨選択してスペイン語に翻訳したものを、筆者らの1人であるペルー人女子留学生とメキシコ大使館の書記官に通読して貰っていくつかの忠告と指示を受け、不適当な表現を訂正し、さらにメキシコ人には判断しにくい項目などを削除した。調査実施段階においても生活様式や習慣による相違は所々に感じられたが、スペイン語を母国語とするロシアと調査に協力してくれたメキシコ人ヴィットル氏の参加により被調査者は全般に好意的で調査を歓迎してくれたので習慣や国民性に対する違和感はなく、調査は極めてスムーズに進展したと考えている。

上記2. に関する問題点は、前述のようにこの方法の調査項目が基本的に我が国の木造建物を対象として作成されているため、その方法を外国の異なる建物形式に生活する人々に適用して精度の

高い震度の評価が可能かどうかという点である。このことについては結論的には今後細かい検討を必要とするが、本調査法には木造と非木造建物の相違による条件係数(補正係数)が既に示されており、その条件係数を見る限り差違は極めて小さく、このことを考えれば今回の調査で対象とした低層の住宅に対しても本調査法を適用することは可能であろうと考える。また、筆者らは、1985年10月4日に発生した地震(東京の震度5)について同様な調査方法によって震度分析調査を実施しておりそのデータによってこの点に関するより詳細な検討も実施したいと考えている。

上記3. については、2. との関連で調査項目を減らして震度を算定する場合の精度に対する問題点である。削除した項目の多くは屋外に居た者に対する質問や周囲の被害状況を問う項目で通信調査を前提にして設定されたものである。もちろん、前述したように生活様式や習慣の相違を考慮して削除した項目もあるが、震度の評価に基本的に重要となる項目(物理的被害に関する項目)はあまり減らしていないことを考えれば、算定結果にそれ程大きく影響するとは考えられない。また先に述べた我が国におけるデータを用いて項目を減らして検討し、影響度を調べる予定である。

## 6 まとめ

以上によって、なおいくつかの問題点を残してはいるものの本調査による震度は、強震記録と比較しても、かなり高い精度で推定されたといえる。

メキシコ市内の震度は我が国の気象庁震度階で3.6~5.6の範囲にあり、地盤種別によって、極端な違いのあることが明らかとなった。

図一1と図一2を対応させてみると、4地区、7地区の震度は各々5.2と5.4と推定されたにもかかわらず図一2の被害地域の境界又は域外に位置している。現地調査から被害集中地区は中高層建物の多い地域で、4地区や7地区は中心市街地の外縁部にあたり、大多数は低層建物である。このことから、被害や被害率の大小のみで地震動の強さを論じると誤りをおかす危険性がある。

本調査結果は、被害の考察のみならず震災復興や今後の都市計画の視点から見てもかなり有効な資料となりうると言える。ただ、短期間の調査で調査地域の数が不十分で、できれば、更に多数の地域で実施し面的な震度分布図が描かれるのが理

想である。

一方、震度が大きいにもかかわらず低層住宅はかなり粗雑なものでも被害のない地域もあり、震度に加えて、地震動の周波数特性や継続時間なども明らかにされる必要のあることは当然である。

#### Key Words (キー・ワード)

Mexico Earthquake (メキシコ地震), Seismic Wave Characteristics (地震動特性), Distribution of Seismic Intensity (震度分布), Questionare (アンケート調査), Underground Condition (地盤条件)