

# 土木研究所資料

## 木造家屋震害分布および地震時出火率の 推定法に関する研究

昭和52年5月

建設省土木研究所  
耐震研究室

## ま え が き

都市の地震防災対策を立案する場合、すくなくとも各種の構造物の被害を定量的に予測することが望ましい。

すでに提案した木造家屋震害分布の推定法、およびその補正方法にもとづき、東京区部およびその周辺部の震害分布を求めた。

ここでは、木造家屋震害率と地震時出火率の既往地震の関係づけを行い、その震害分布から地震時における木造家屋の出火率を求めた。

本報告は、木造家屋における震害分布および地震時における木造家屋からの出火率（地震時出火率）について、その推定法を検討したものである。

昭和52年5月

耐震研究室 室 長 栗 林 栄 一  
研究員 羽 立 隆 幸  
技 官 干 場 良 信

# 目 次

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 1. 木造家屋震害分布の推定法について .....                           | 1  |
| 1.1 概 説 .....                                       | 1  |
| 1.2 既往地震における木造家屋震害分布の性状 .....                       | 3  |
| 1.3 木造家屋震害分布の推定法 .....                              | 4  |
| 1.4 推定結果の検定 .....                                   | 11 |
| 2. 地震時出火率の推定法について .....                             | 13 |
| 2.1 概 説 .....                                       | 13 |
| 2.2 目 的 .....                                       | 13 |
| 2.3 地震時出火率の推定法に関する地震被害率 .....                       | 13 |
| 2.4 河角の關係を用いた出火率の推定法および水野・堀内による出火率の<br>推定法の概要 ..... | 14 |
| 2.5 木造家屋震害分布に基づく地震時出火率 .....                        | 16 |
| 2.6 全焼家屋率と全壊率の關係について .....                          | 17 |
| 3. ま と め .....                                      | 25 |
| 4. 謝 辞 .....                                        | 26 |
| 5. 参考文献 .....                                       | 27 |
| 6. 附 録 .....                                        | 29 |
| 6.1 記 号 .....                                       | 29 |
| 6.2 附 表 .....                                       | 31 |

# 1. 木造家屋震害分布の推定法について<sup>1)</sup>

## 1.1 概 説

地震想定にもとづいた地震防災計画の立案にあたっては、被害が予想される構造物の被害分布の推定が重要な問題の一つである。そのため、既往地震における災害記録を用い、各種構造物の震害および火害を含めた被害を分析しようとするデータの制約等から木造家屋の震害をその指標にせざるを得ない場合がある。

例えば、図1は水野・堀内<sup>1)</sup>による関東地震(1923. 9. 1)以降の火災を伴った13の地震の、木造家屋(住家)の震害と、地震時出火率の関係を示したものである。この調査結果をもとに、水野・堀内は、地震による火害を推定する場合の基礎データとなる地震時出火率<sup>\*</sup>は、住家全壊率<sup>\*\*</sup>を指標として求められるものであるとしている<sup>2)</sup>。さらに図2は<sup>3), 4)</sup>は、木造家屋の震害を指標とした場合の人的被害を示したものである。

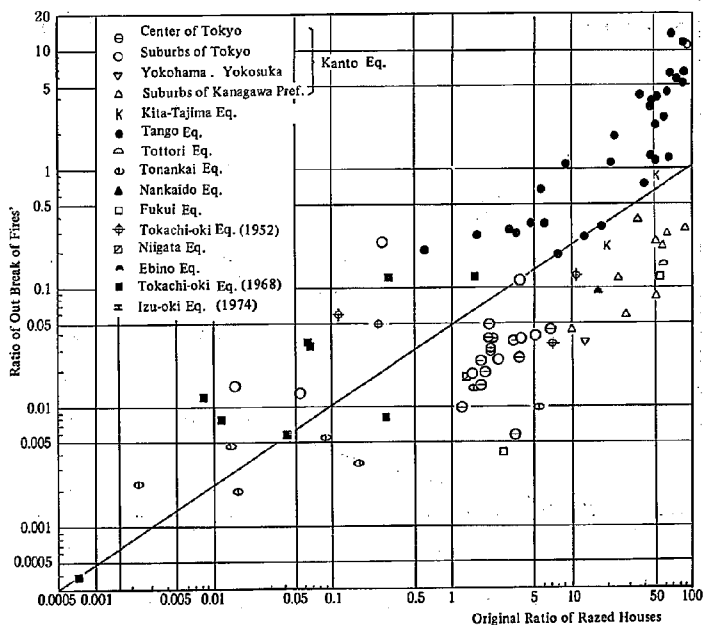


図1 水野・堀内による住家全壊率と地震時出火率の関係<sup>1), 2)</sup>

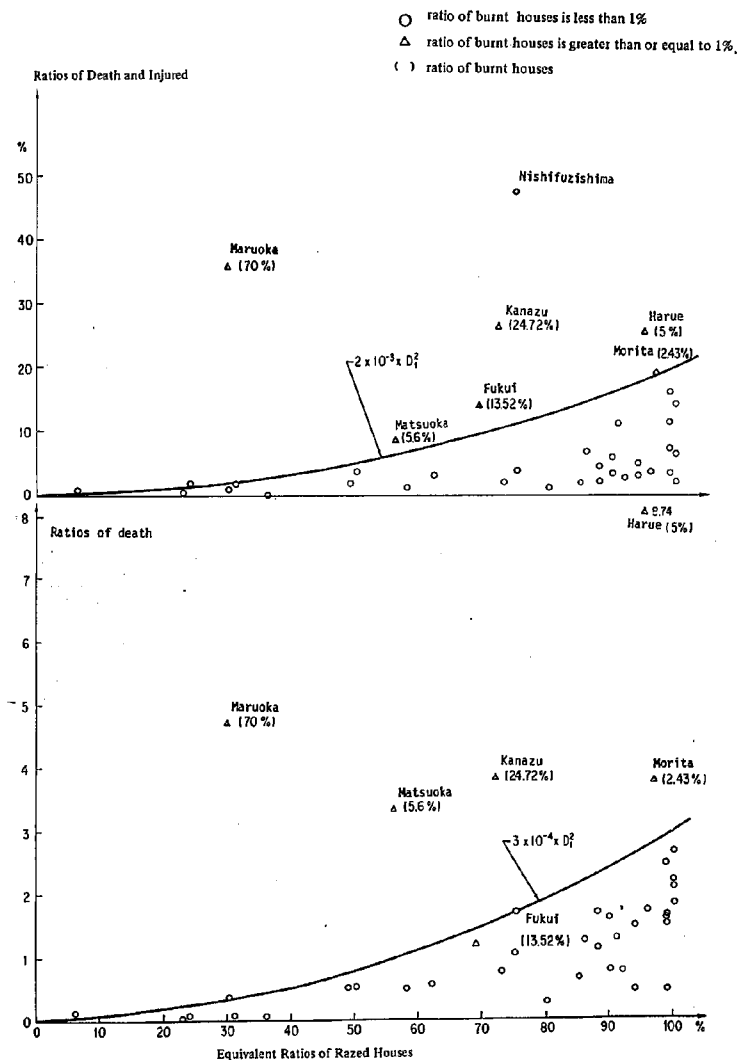


図2 木造家屋の震害を指標とした場合の人的被害率<sup>3),4)</sup>

\* 市区町村単位でとられた全世帯数に対する全出火件数または、炎上火災件数の比率（炎上火災件数とは延焼の火元になった件数）

\*\* 住家全壊世帯数 / { 全世帯数 - ( 焼失世帯数 + 流失世帯数 ) }

このように、木造家屋の震害が、他の構造物等の被害を評価しようとする場合にその被害指標ともなりうるのは、地震動強度の尺度としての木造家屋震害率が、次のような性質をもつからに他ならない。

地震動強度は、地震工学的には、地震動の加速度、速度、周期、主要動の継続時間ならびに構造物が倒壊する時の主因となる地盤破壊の程度などであろうが、しかしながら、これらのデータは既往の地震について、十分に調査はされていない。特に、構造物の震害を想定しようとする場合に最も重要である震央近傍におけるこれらのデータは、ほとんどないものと考えられる。ところが、ある限られた地域（単位地域）における木造家屋の震害を定量的に表わす家屋震害率は、既往地震の災害記録に数多くみられるように、行政区域別（市町村別・部落別・字別・所轄警察署別）に詳細に調査されている。さらに、家屋震害率は上記に示す地盤破壊の程度をもある程度含んだものであり、また他の構造物に比べ地理的に広く数多く分布していることなどを考え合わせると、木造家屋の震害を調査する報告者の統計結果による差異を十分にとらえておけば、木造家屋震害率は十分に地震動強度の尺度として有用であり、他構造物の被害指標ともなりうる。

上記のように木造家屋の震害は他の構造物の被害指標としても重要であり、地震想定に基づくその推定が地震防災計画上の一つの重要な基本的事項にもなっている。

ここでは、まず、文献3)、4)に示す地盤別の木造家屋震害率とマグニチュードおよび震央距離の関係を用いた推定法について述べ、比較的震源深さの浅いマグニチュード6～7程度の中規模地震を想定し木造家屋震害率の分布を推定する。次に、推定結果と想定した地震と同等であるとみなしうる既往の地震の実際の木造家屋震害率とを比較検討することによって推定法の検定を行う。

## 12 既往地震における木造家屋震害分布の性状

文献3)、4)では家屋の地理的一様性および震源深さの影響を考慮し、直下型地震と呼ばれる1948年福井地震（マグニチュード7.3、震源深さ20Km）、1974年伊豆半島沖地震（マグニチュード6.8、震源深さ20Km）および1968年えびの地震（マグニチュード6.1、震源深さ0Km）を採り上げ家屋震害率の分布性状を解析した。その結果、家屋震害率は地盤別にマグニチュードおよび震央距離によって次のように表わされる。

$$D_{II} = \frac{1}{164} \times 10^{0.625M+0.025dM-0.272d} \dots\dots\dots(1)$$

$$D_{III} = \frac{1}{73} \times 10^{0.576M+0.026dM-0.248d} \dots\dots\dots(2)$$

ここで  $D_{II}$  ; 第三紀層および洪積地盤地域（地盤Ⅰ地域）における家屋震害率（%）

$D_{III}$  ; 沖積地盤地域（地盤Ⅱ地域）における家屋震害率（%）

$d$  ; 震央距離 (Km)

$M$  ; マグニチュード

であり、家屋震害率は次の定義による。

$$\text{家屋震害率} = \frac{\text{全壊戸数} + 0.5 \times \text{半壊戸数}}{\text{全戸数}} \dots\dots\dots(3)$$

### 1.3 木造家屋震害分布の推定法

福井地震、伊豆半島沖地震、えびの地震における地盤別の家屋震害率と震央距離およびマグニチュードの定量的関係(1)、(2)式のように求めた。(1)、(2)式を用い、東京23区、横浜14区および川崎5区を適用地域として、家屋震害率の分布を推定する。そのためには、まず、想定地震のマグニチュードおよび震央位置を仮定しなければならない。ここでマグニチュード6～7程度の中規模地震で、震源の深さが50km以下で比較的浅い地震であると仮定する。震央位置は1855年安政江戸地震(マグニチュード6.9)の震央位置 $\lambda = 139.8^\circ E$ 、 $\phi = 35.8^\circ N$ とし、マグニチュードは6から7の間とする。各区の震央距離は震央を中心とした最大半径と最小半径の平均値とし、そこにおける地点を各区の代表的地点として家屋震害率を求める。さらに、(1)および(2)式を適用するにあたり、単位地域における家屋の耐力による影響を次のように考慮する。

一般的に、木造家屋は振幅が小さいうちは弾性的挙動を示すが、ある限度を越えると弾塑性的挙動を示す。そのときの限度を震度で示したものを、すなわち降伏震度を家屋の耐力として、梅村他は住宅の平屋(規準固有周期0.3 sec)に対し0.6、2階建家屋(規準固有周期0.5)に対し0.4を与えている<sup>5)、6)</sup>。一方、物部は、統計的に一地方の家屋強度は、平均的な強度 $K_0$ の周辺にガウス分布するものと考え、全壊率\*と震度 $K$ の関係を(5)式のように与えている<sup>7)</sup>。すなわちある震度 $K$ と $K + dK$ の間で全壊する家屋の百分率 $dD_2$ は、

$$dD_2 = \frac{100}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-(K-K_0)^2/2\sigma^2} dK \dots\dots\dots(4)$$

で与えられる。したがって震度 $K$ に達すれば、それに耐え切れぬすべての弱い家屋は全壊するはずであるから、(4)式を $-\infty$ から $K$ まで積分して全壊率は

$$D_2 = \frac{100}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^K e^{-(K-K_0)^2/2\sigma^2} dK \dots\dots\dots(5)$$

のように求められる。ここに $\sigma$ はその地方における家屋耐力の一様性を示すパラメーターである。

図3は濃尾地震<sup>7)</sup> $K_0 = 0.40$ 、 $\sigma = 0.053$ 、福井地震<sup>8)</sup> $K_0 = 0.40$ 、 $\sigma = 0.071$ 、関東地震<sup>7)</sup> $K_0 = 0.45$ 、

$\sigma = 0.071$ 、仙北地震<sup>7)</sup> $K_0 = 0.47$ 、 $\sigma = 0.105$ としたときの(5)式を一括して領域として示したものである。この図から、上記の梅村他によつて与えられている木造家屋の降伏震度0.4(2階建)および0.6(平屋)に対する全壊率がそれぞれ20～50%、90～100%であることを考慮して、平屋を基準とした場合の2階建家屋における全壊率を求めると $\delta = 1.80 \sim 5.0$ になる。この範囲において $\delta = 1.80$ と仮定する。なお、家屋震害率についてもこの倍率が使えるものとする。

また、(2)式における $D_{11}$ は沖積層の厚さの平均が、ほぼ10～30mの所の家屋震害率と考えられるので、それ以上に厚い地域は、家屋震害率への影響が大きいとして、その地域における既往地震

\* 全壊率=全壊戸数/全戸数

の家屋震害率（又は全壊率）と沖積層の厚さの係数を用いて補正する。図4は河角<sup>9)</sup>、大崎<sup>10)</sup>、表・宮村<sup>11)</sup>の報告に基づいて、関東地震の旧東京市内および横浜市内における家屋震害率（または全壊率）と沖積層の厚さの係数を示したものである。この図から明かなように、その関係は地域および報告者によって異なる。ところが旧東京市内における大崎の報告で、沖積層の厚さ10~30m（平均20m）を基準として、30~40m（平均35m）、40~50m（平均45m）の家屋の震害率および全壊率の倍率を計算すると図4に示される値となる。同様に河角の得た関係についても計算すると、データに乏しい40m付近を除いてほとんど一致する。この結果にもとづいて、特に、東京都区部および横浜市区部における沖積層の厚さが30~40mおよび40m以上の地域における補正倍率 $r$ を表1のように定める。なお、図4の旧東京市内における関係において沖積層の厚さがほぼ20mよりも厚くなると $D_2$ の増加する割合が大きくなり、一方横浜市内においては、ほぼ30mぐらより $D_1$ の増加する割合が小さくなっている。この理由としては縦軸の $D_1$ と $D_2$ の相違にもよるが、旧東京市内における地盤と横浜市内における地盤の性質の相違のためとの報告<sup>22)</sup>もある。よって東京と横浜における補正倍率を区分し算定したものである。

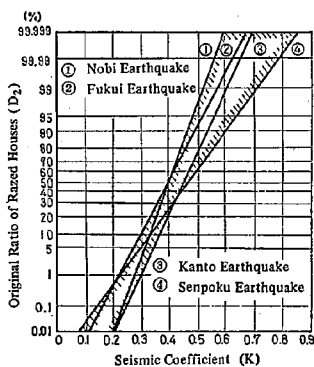


図3 物部式による全壊率と震度の関係

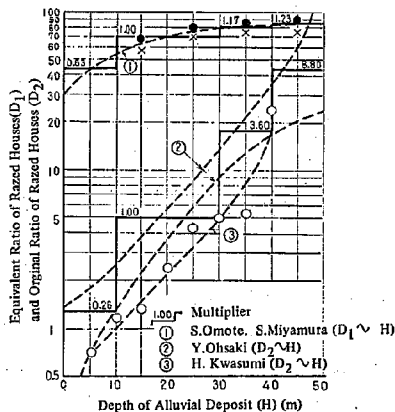


図4 家屋震害率および全壊率と沖積層の厚さの関係

図5は福井地震の地盤II地域における震央5kmごとの家屋震害率の変動を示したものである。図中、横軸の番号は表2に示す単位地域の番号を示す。図5から明かなように、家屋震害率の変動は震央距離および地盤条件の影響を除去してもなおかつ大きい。したがって地震特性（マグニチュード；

表1 沖積層の厚さによる補正倍率

| District                         | Tokyo | Yokohama |
|----------------------------------|-------|----------|
| Depth of Alluvial Deposit        |       |          |
| $40\text{m} > H \geq 30\text{m}$ | 5.60  | 1.17     |
| $H \geq 40\text{m}$              | 8.80  | 1.23     |

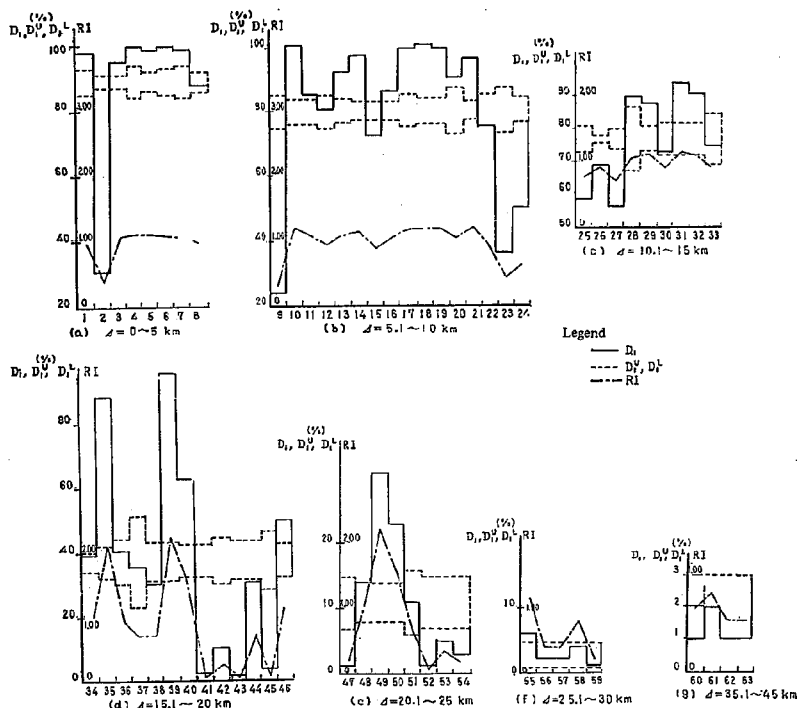


図5 福井地震における震央距離5 Kmごとの  $D_1^U$ ,  $D_1^L$ ,  $R_1$

震源深さ、震央距離)および地盤条件以外の要因に起因する影響度を、既存家屋戸数  $N$  すなわち標本の規模に支配されるとする。また、震央距離を小さく固定して単位地域を小刻みにとれば  $N$  および  $R^*$  (被害戸数) は小さくなるので、念のためにその変動が2項分布で与えられると仮定し、管理限界法を用い3シグマに対する係数  $R_1$  (Risk Index) を(6)式のように定義して、家屋被害率を補正する。

$$R_1 = D_1 / D_1^U \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$D_1^L = \bar{D}_1 \pm 3 \sqrt{\bar{D}_1 (100 - \bar{D}_1) / N} (\%) \quad \dots\dots\dots (7)$$

ここに、 $D_1^U$  は震央距離を固定した場合における家屋被害率の変動の設定した上限値、 $D_1^L$  は変動の設定した下限値、 $\bar{D}_1$  は震央距離を固定した場合における地盤別家屋被害率の標本の平均値(福井地震の場合は、震央距離を5 Kmごとに区切り、その区間に入る単位地域を震央距離が一定と考えた)、 $N$  は単位地域の家屋全戸数、 $D_1$  は既往地震における単位地域の実際の家屋被害率として与え

\* 被害戸数=全壊戸数+0.5×半壊戸数

られる。なお、二項分布は  $N$  が十分大きく  $\bar{D}_1$  が小さいという\*\* 条件下で正規分布へと近似される。その時の確率分布関数の差は(8)式のように  $N$  をパラメーターとして  $P_{b-n} \sim R$  図を描くと図6のようになる。

$$P_{b-n} = P_{\text{binomial}} - P_{\text{normal}} = \sum_{R=0}^{\infty} \frac{N!}{R!(N-R)!} (\bar{D}_1)^R (1-\bar{D}_1)^{N-R} - \int_{-\infty}^{\infty} \left( c + \frac{1}{2} - N \cdot \bar{D}_1 \right) / \sqrt{N \cdot \bar{D}_1 (1-\bar{D}_1)} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{R^2}{2}} dR \quad (8)$$

$P_{\text{binomial}}$  ;

二項確率分布関数

$P_{\text{normal}}$  ;

正規確率分布関数

$C = 1, 2, \dots, N$

図6の(b)および(c)図より  $N$  が百を越すような場合には、 $P_{b-n}$  が  $\pm 2\%$  以内になり正規分布を仮定した  $R$  を用いてもよい。ここで上記の  $R$  が1.0より大きいならば、実際の家屋被害率は明らかに  $D_1^U$  を越えていることを意味するため、 $R$  は前述の要因による危険性を評価した一種の係数とみなすことができる。図5に福井地震における単位地域(地盤II地域)の  $D_1^U$ ,  $D_1^L$  および  $R$  を示す。図から判るように、 $RI > 1.00$  の場合の平均した  $RI$  は固定した震央距離のレンジの種類(a, b, c, d, e, f, g の場合)によって異なり、最も大きいのは  $d=15.1 \sim 20.0$  km の場合、すなわち d) の場合である。

以上、述べたように家屋の平屋2階別耐力による影響、沖積層の厚さが30mを越す場合の影響および任意の単位地域における家屋戸数の大き

\* 単位地域を市町村単位とするような場合

\*\* 概ね30%程度以下の場合

表2 福井地震の被害市町村の家屋被害率

| Index | Town or Village  | Epicentral Distance (Km) | Number of Existing Houses | Equivalent Ratio of Razed Houses (%) |
|-------|------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| 1     | Ii               | 4.1                      | 497                       | 58                                   |
| 2     | Marucka          | 4.7                      | 1,650                     | 30                                   |
| 3     | Barue            | 2.7                      | 2,418                     | 25                                   |
| 4     | Byogo            | 2.0                      | 320                       | 100                                  |
| 5     | Higashijuzo      | 1.4                      | 904                       | 99                                   |
| 6     | Ohishi           | 4.5                      | 568                       | 100                                  |
| 7     | Ohzeki           | 3.4                      | 415                       | 99                                   |
| 8     | None             | 5.0                      | 780                       | 88                                   |
| 9     | Natsune          | 9.2                      | 535                       | 100                                  |
| 10    | Nakafujishima    | 6.5                      | 808                       | 85                                   |
| 11    | Kibe             | 5.5                      | 770                       | 99                                   |
| 12    | Hanashigo        | 8.5                      | 508                       | 80                                   |
| 13    | Honayo           | 5.6                      | 760                       | 92                                   |
| 14    | Morita           | 5.2                      | 1,773                     | 97                                   |
| 15    | Kanazee          | 6.2                      | 1,230                     | 72                                   |
| 16    | Awara            | 7.8                      | 1,254                     | 86                                   |
| 17    | Kawasi           | 5.6                      | 692                       | 100                                  |
| 18    | Higashifujishima | 9.0                      | 747                       | 99                                   |
| 19    | Izobe            | 6.8                      | 880                       | 99                                   |
| 20    | Goryogashima     | 8.1                      | 300                       | 90                                   |
| 21    | Takaboko         | 5.6                      | 1,366                     | 96                                   |
| 22    | Nishifujishima   | 9.2                      | 674                       | 75                                   |
| 23    | Shinbo           | 9.2                      | 310                       | 36                                   |
| 24    | Unusa            | 7.5                      | 756                       | 58                                   |
| 25    | Yashiro          | 13.0                     | 911                       | 69                                   |
| 26    | Kokui            | 10.5                     | 17,505                    | 56                                   |
| 27    | Matsuo           | 10.2                     | 1,501                     | 90                                   |
| 28    | Yoshizaki        | 15.0                     | 159                       | 88                                   |
| 29    | Kitagata         | 11.7                     | 644                       | 73                                   |
| 30    | Teuboe           | 10.1                     | 703                       | 94                                   |
| 31    | Rokujo           | 14.7                     | 563                       | 91                                   |
| 32    | Okabe            | 11.6                     | 634                       | 75                                   |
| 33    | Yoshino          | 13.7                     | 262                       | 39                                   |
| 34    | Datsuhiji        | 18.5                     | 3,553                     | 88                                   |
| 35    | Shioya           | 15.4                     | 741                       | 40                                   |
| 36    | Hiki             | 16.1                     | 431                       | 35                                   |
| 37    | Segee            | 15.6                     | 115                       | 30                                   |
| 38    | Kaminonju        | 19.0                     | 545                       | 94                                   |
| 39    | Shimononju       | 17.0                     | 565                       | 62                                   |
| 40    | Sakau            | 15.9                     | 108                       | 2                                    |
| 41    | Takanatsu        | 17.7                     | 856                       | 10                                   |
| 42    | Nishigo          | 17.5                     | 448                       | 1                                    |
| 43    | Amatsu           | 16.3                     | 647                       | 30                                   |
| 44    | Nango            | 18.8                     | 565                       | 2                                    |
| 45    | Sandani          | 15.2                     | 284                       | 49                                   |
| 46    | Togo             | 17.3                     | 813                       | 14                                   |
| 47    | Yoshikawa        | 21.9                     | 591                       | 31                                   |
| 48    | Katayanazu       | 24.4                     | 1,416                     | 23                                   |
| 49    | Kita Nakayama    | 25.0                     | 878                       | 11                                   |
| 50    | Nakagawa         | 23.3                     | 780                       | 1                                    |
| 51    | Katagami         | 22.3                     | 397                       | 5                                    |
| 52    | Yutake           | 24.7                     | 486                       | 2                                    |
| 53    | Shizu            | 21.8                     | 570                       | 6                                    |
| 54    | Iburihashi       | 24.0                     | 491                       | 2                                    |
| 55    | Kuribata         | 27.0                     | 865                       | 2                                    |
| 56    | Kita Shinjo      | 25.5                     | 519                       | 2                                    |
| 57    | Kunitaka         | 26.5                     | 947                       | 4                                    |
| 58    | Minami Nakayama  | 26.0                     | 566                       | 1                                    |
| 59    | Yatano           | 27.0                     | 604                       | 1                                    |
| 60    | Neagari          | 40.0                     | 1,398                     | 1                                    |
| 61    | Minato           | 42.2                     | 279                       | 1                                    |
| 62    | Hisathune        | 42.0                     | 375                       | 1                                    |
| 63    | Yoshida          | 41.5                     | 336                       | 1                                    |

さ、換言して標本の大きさに支配される影響を考慮して、想定される地震に基づき推定される単位地域の推定家屋震害率 $\widehat{D}_{II}$ および $\widehat{D}_{III}$ は次式のように得られる。

$$\widehat{D}_{II} = \delta \cdot RI \cdot D_{II}^U (\%) \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\widehat{D}_{III} = \varepsilon \cdot RI \cdot D_{III}^U (\%) \quad \dots\dots\dots 10$$

ここで

$$\varepsilon = \delta + \gamma$$

$$D_{II} = D_{II}^U + 3 \sqrt{D_{II}(100 - D_{II})/N}$$

$$D_{III} = D_{III}^U + 3 \sqrt{D_{III}(100 - D_{III})/N}$$

であり、 $\delta$ は、単位地域における家屋のほとんどが平屋であるとみなされる場合には1.00、2階建とみなされる場合は1.80を用いる。 $\gamma$ は沖積層の厚さが30mを越す場合のその地域における補正倍率で、 $N$ は単位地域の木造家屋全戸数、 $D_{II}$ および $D_{III}$ は(1)、(2)式、さらに $RI$ は(9)式によって与えられる。ここで、特に東京都の墨田区および江東区、横浜市の鶴見区および港北区、さらに川崎市の川崎区に対し表1で示される沖積層の厚さ30~40mの補正倍率を用い、東京都、横浜市および川崎市の各区について(9)および(10)式を適用し計算してみると図7に示す結果となる。(附表1参照)

$P_{b-n}$  (Binominal Probability - Normal Probability)

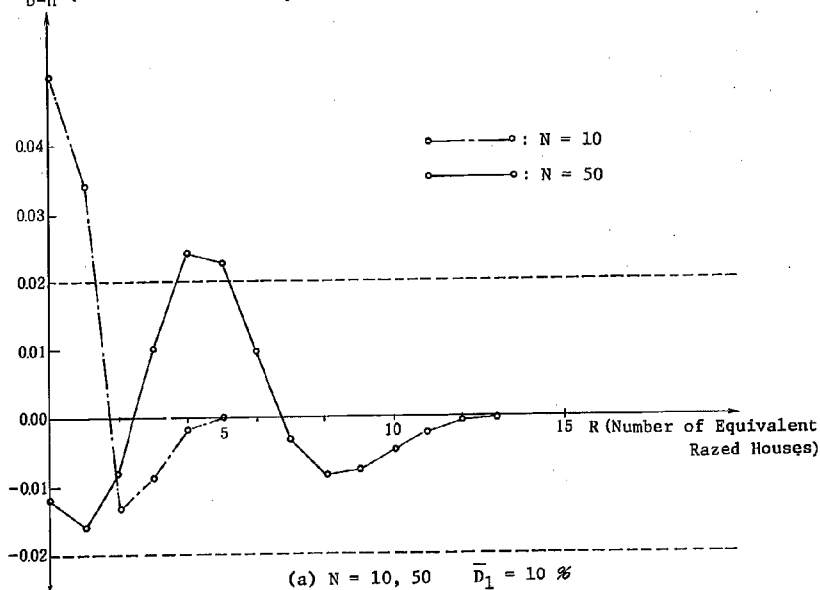


図6 家屋震害率のバラツキに及ぼす既存家屋戸数の影響

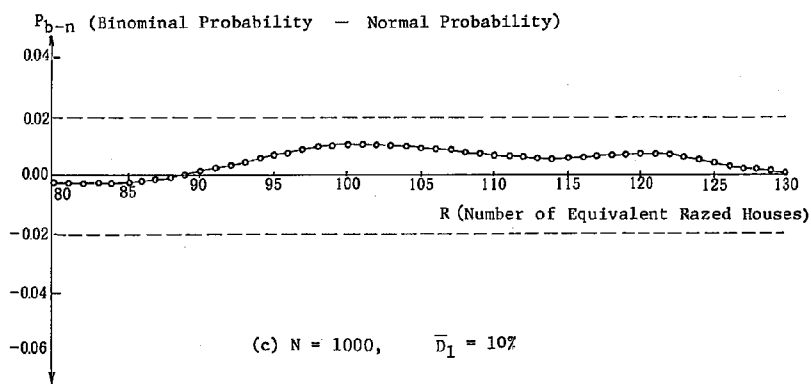
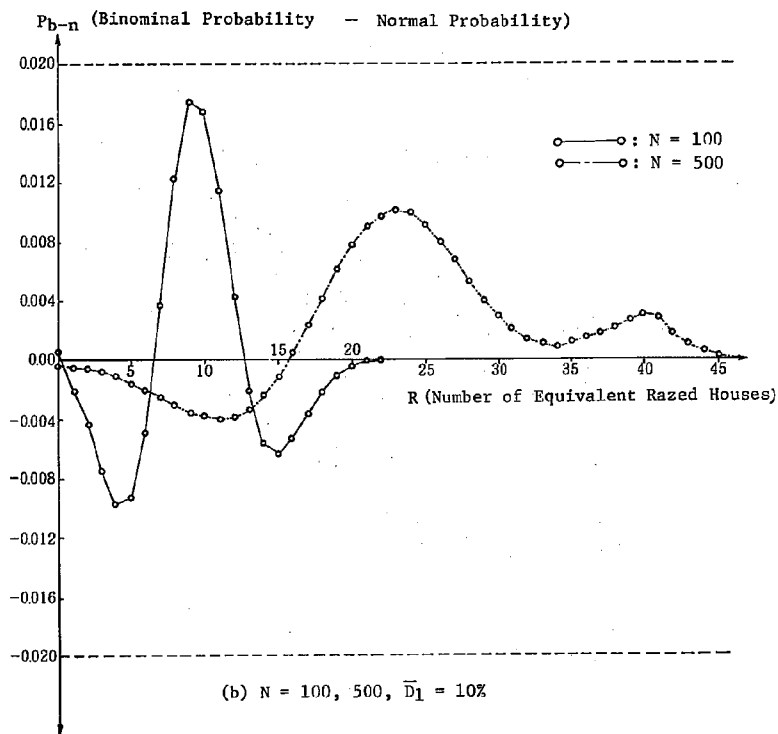


図6 家屋被害率のパラツキに及ぼす既存家屋戸数の影響

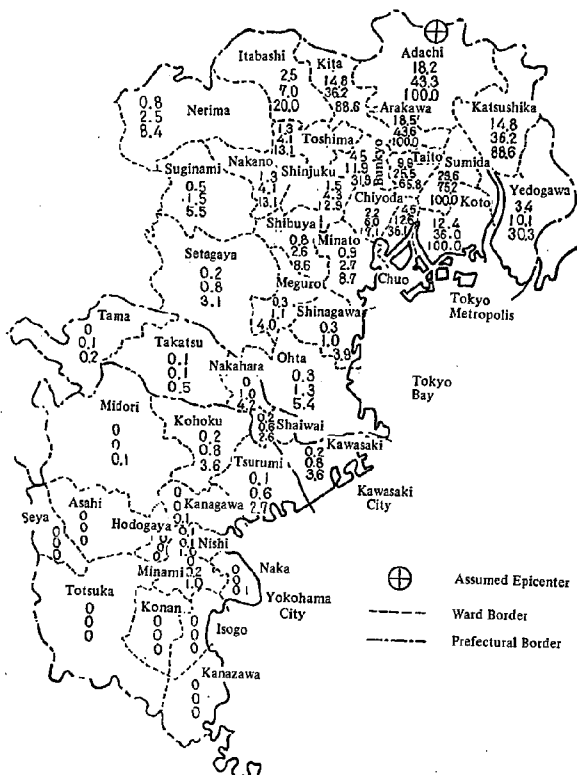


図7 マグニチュード別推定家屋被害率の分布

なお、ここで用いた  $R1$  は、福井地震における地盤II地域の  $R1 > 1.00$  の単位地域における震央距離5kmごとの平均値であり、さらに各区における木造家屋平屋・2階建別は、各区とも圧倒的に2階建が多かったのですべて2階建とし、 $\delta = 1.80$  を採用して計算した。また、東京23区における木造家屋の平均した階別戸数比(2階建戸数/平屋戸数)は約7、横浜14区については約2、さらに川崎5区については約3であった<sup>12)</sup>。

図7のマグニチュード別家屋被害率の分布を示す図において、上段はマグニチュード6.0の地震、中段はマグニチュード6.5の地震、下段はマグニチュード7.0の地震に対して推定される値である。

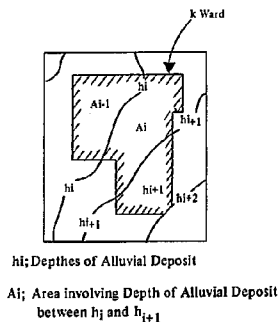


図8  $k$  単位地域の平均沖積層の厚さの算定に関する図

また、平均沖積層の厚さは次のようにして求めた<sup>10),13)</sup>。図8から $k$ 単位地域の平均沖積層の厚さ $h_{km}$ は、

$$h_{km} = \frac{\sum_{i=1}^n (h_i + h_{i+1})}{2} A_i / \sum_{i=1}^n A_i \quad \dots\dots\dots (1)$$

となる。ここで、

$h_i$  : 沖積層の等深線

$A_i$  :  $h_i$  と  $h_{i+1}$  の等深線によって囲まれる面積

であり、附表2にその算定例を示した。なお附表2の谷合の沖積層の厚さはすべて2.5mとして計算した。

#### 1.4 推定結果の検定

ここで1855年安政江戸地震の木造家屋震害率と比較を試みる。

図9は、参考文献14)および20)に示される安政江戸地震の家屋震害率の分布である。この図から、江戸山の手および下町においては港区浜松町、千代田区丸の内、台東区上野・浅草付近、墨田区錦糸町、江東区亀戸・佐賀町付近などの沖積地盤地域および文京区本駒込・湯島・小石川付近などの台地内の谷底平野に多く震害がみられる。そこで図のように震害を受けた地域を①から⑦のグループに分類しその平均した家屋震害率を示すと表3(左欄)のようになる。一方、本節で述べた方法によって推定した家屋震害率を示せば表3(右欄)のようになる。(附表3に計算に使用したデータを示す)。②グループおよび③グループを除けば両者は定性的にはほぼ一致している。なお、②グループにおける震害の軽微なところは、現在の日本橋付近であって、安政江戸地震当時、大商人の住む商業中心地であった。そのため呉服問屋、薬種問屋および両替屋などの強固な土蔵造りの住家や店蔵(たなぐら)が多く、材料および構造の面からも建物は堅固な作りであったものと推定される。

一方、江戸郊外の震害については、各種の災害記録が宇佐美によって調査されている。附表4はその記載内容を示したものである。安政江戸地震当時における家屋の震害判定基準もはっきりせず皆潰、潰大破、……等の言葉の定義も明確性にかけるが、一応、震害戸数を図9に示すように判定し家屋震害率を求め、定量的比較を行ってみると、推定結果と大幅な相違はないようである。

なお、図9に示す⑧～⑬の箇所の家屋震害率を計算すると⑧=8.35~8.85%、⑨=3.02%、⑩=11.4%、⑪=1.6%、⑫=0.4%、⑬=2.3%、⑭=1.5%および⑮=1.8%となる。図7の⑧～⑬の属する区における推定家屋震害率( $M=6.5\sim7.0$ )と大きな相違はない。

表3 安政江戸地震の江戸山の手および下町における家屋震害率と推定家屋震害率

| Group            | Equivalent Ratio of Razed Houses | Equivalent Ratio of Razed Houses obtained from Documents 14) | Estimated Equivalent Ratio of Razed Houses |
|------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1 (Chiyoda Ward) |                                  | 46%                                                          | 35%                                        |
| 2 (Chuo Ward)    |                                  | 8                                                            | 26                                         |
| 3 (Minato Ward)  |                                  | 80                                                           | 34                                         |
| 4 (Bunkyo Ward)  |                                  | 68                                                           | 46                                         |
| 5 (Taito Ward)   |                                  | 51                                                           | 54                                         |
| 6 (Sumida Ward)  |                                  | 80                                                           | 100                                        |
| 7 (Koto Ward)    |                                  | 76                                                           | 84                                         |

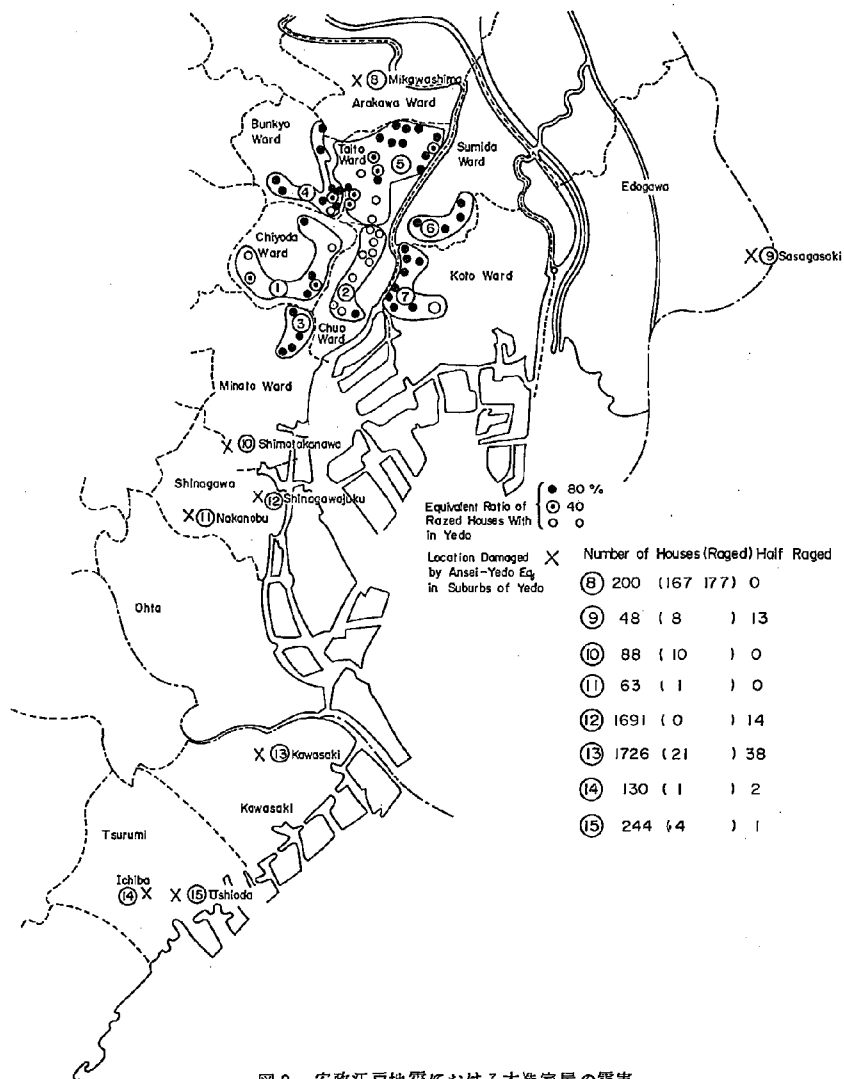


図9 安政江戸地震における木造家屋の被害

## 2. 地震時出火率の推定法について

### 2.1 概 説

地震時における木造家屋の全壊率と出火率の関係に関する従来の研究例としては、河角の関東地震における研究、および水野・堀内<sup>1),2)</sup>による既往の13の地震における研究がある。

これらの研究の成果によって、全壊率から出火率を推定する場合に仮定する全壊率は、地震の規模性状および推定する地域の地盤条件等を考慮せず、単にその地域に被害をもたらした地震による全壊率をそのまま用いていることが多い。ところが、全壊率は、想定する地震の規模性状および適用地域の地盤条件等によってその推定値が異なる。

ここでは、(1)および(2)式により得られる家屋被害率を用いた場合の将来予想される地震時出火率（以下単に出火率と記す）、さらには関東地震以降の比較的大きな火災を伴った地震の全焼家屋率と全壊率の関係について述べる。なお、文献4)に示す焼失家屋率の定義において、ここでは特に全焼戸数のみを考慮するので全焼家屋率とする。

### 2.2 目 的

1923年における関東地震は、火災による被害、すなわち火害がほとんどを占め、関東南部に未曾有の大災害をもたらした。今日ほど、当時の出火危険および延焼危険のポテンシャルが大きくなかったにもかかわらず、ひとたび出火すれば膨大な被害をもたらす可能性のあることを示す1つの事例であったといえよう。このような経験から地震災害の軽減に関する対策上、出火率の推定法に関する研究が極めて重要であることが認識されている。それにもかかわらず、その研究例は極めて少なく本格的な研究は、緒についたばかりである。そのため木造家屋における火害に関するデータの蓄積を図るとともに、都市における地震災害の軽減に関する対策の一環として本研究を実施するものである。

### 2.3 地震時出火率の推定法に關係する地震被害率<sup>1),2),3),4)</sup>

既往地震における災害記録の被害に関する統計資料を整理し、木造家屋の被害を代表するパラメータを示せば、図10のようになる。図10に示すパラメータの分類にもとづいて、それぞれの提案者による木造家屋の単位地域の出火に關係する地震被害率を示せば表4のようになる。表で全世帯数から換算される全戸数は、例えば、図11に示すような關係から求められる。なお、使用したデータについては文献24)を参照のこと。

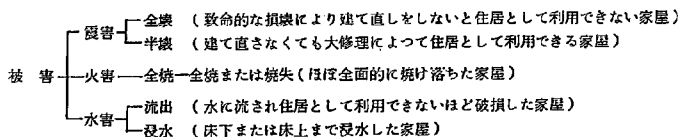


図10 地震による木造家屋の被害を代表するパラメーター

表4 木造家屋の出火に関係する地震被害率

| 地震被害率<br>提議者                | 家屋被害率 ( $D_1$ )                                                                                  | 全 壊 率 ( $D_2$ )                                                   | 全焼家屋率 ( $F$ )                                                     | 出 火 率 ( $f$ )                               |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 河 角 <sup>2), 21), 23)</sup> | $\frac{\text{木造家屋の全壊棟数} + 0.5 \times \text{木造家屋の半壊棟数}}{\text{木造家屋の全棟数}}$                         | $\frac{\text{木造家屋の全壊棟数}}{\text{木造家屋の全棟数}}$                        | /                                                                 | $\frac{\text{全出火件数}}{\text{木造家屋の全棟数}}$      |
| 水野・堀内 <sup>1), 2)</sup>     | $\frac{\text{全壊世帯数} + 0.5 \times \text{半壊世帯数}}{\text{全世帯数}}$                                     | $\frac{\text{全壊世帯数}}{\text{全世帯数}}$                                | /                                                                 | $\frac{\text{全出火件数または炎上火災件数}}{\text{全世帯数}}$ |
| 著 者 <sup>4)</sup>           | $\frac{\text{全壊戸数(または世帯数)} + 0.5 \times \text{半壊戸数(または世帯数)}}{\text{木造家屋の全戸数(または全世帯数から換算した全戸数)}}$ | $\frac{\text{全壊戸数(または全壊世帯数)}}{\text{木造家屋の全戸数(または全世帯数から換算した全戸数)}}$ | $\frac{\text{全焼戸数(または全焼世帯数)}}{\text{木造家屋の全戸数(または全世帯数から換算した全戸数)}}$ | 水野・堀内の方法による                                 |

## 2.4 河角の關係を用いた出火率の推定法および

水野・堀内による出火率の推定法の概要 <sup>2), 21), 23)</sup>

図・12に示す河角の関東地震における全壊率と出火率の關係を用い、夏の昼食時および冬の夕食時における出火率は次のように求められる。

まず、推定しようとする単位地域における平均沖積層の厚さから、全壊率は河角の調査した関東地震における沖積層の厚さと全壊率の關係を用いて求められるが、その場合に、今日における建物の耐震性の向上を考慮し、その値に補正倍率 0.75 を乗じた値とされる。次に図 12 から夏の昼食時における出火率を全壊率の関数として求め、冬の夕食時における出火率を夏の昼食時の出火率に、さらに次に示すような日常時の小火を含む建物の火災統計から求めた補正倍率を乗じて求めるものとする。

$$\left. \begin{aligned} \mu (\text{時刻別補正倍率}) &= \frac{\text{夕食時の出火率 (出火件数)}}{\text{昼食時の出火率 (出火件数)}} = \text{図 12 1.3} \sim 1.5 \\ \eta (\text{季節別補正倍率}) &= \frac{\text{冬の出火率 (出火件数)}}{\text{夏の出火率 (出火件数)}} = \text{図 12 2.0} \end{aligned} \right\} \dots\dots 24$$

すなわち、平均沖積層の厚さから求められる全壊率を  $D_2$  とすれば、 $0.75 \times D_2$  を図 12 の横軸の全壊率として夏の昼食時の出火率を求め、その値に  $\mu \times \eta$  すなわち 2.6 ~ 3.0 を乗じた値を冬の夕食時の出火率とする方法である。

一方、水野・堀内は既往の 13 の地震における災害記録を用い、出火率と全壊率の關係を調べ、将来予想される地震による地震発生時の季節と時刻を考慮した出火率  $f(Z, a, S)$  を 23 式のように与えている。

$$f = (Z)^2 \times \alpha \times \exp \left\{ \lambda \times S + b + t (\varphi_s, \delta_0) \sqrt{\frac{S_s}{(n-3)}} \left[ 1 + \frac{1}{n} \right. \right.$$

$$\left. + (\ell_n(Z) - \bar{u})^2 \times C_{11} + 2 (\ell_n(Z) - \bar{u}) (S - \bar{S}) \times C_{21} + (S - \bar{S})^2 \times C_{22} \right\} \dots\dots 03$$

ここに、 $\ell_n(Z) = \log_e(Z)$ であり4つの変数 $f, Z, \alpha, S$ はそれぞれ

$f$ ：表4に示す水野・堀内による出火率

$Z$ ：表4に示す水野・堀内による全壊率

$\alpha$ ：水野・堀内による火気使用率（1日1時間あたりの平均した火気使用数に対する各時刻の火気使用数の比率で表5による）

$S$ ：春および秋を $S=0$ ，夏を $S=-1$ ，および冬を $S=1$ とした場合の季節を表わす変数を表わし、 $a, b, \lambda, n, t(\varphi_s, \delta_0), S_s, \bar{u}, \bar{S}, C_{11}, C_{21}$ および $C_{22}$ は、全出火に対する出火率と炎上出火に対する出火率の場合によって異なる定数である（表6参照）。すなわち、水野・堀内の方法はまず全壊率を仮定し、次に予想される地震発生時の季節別の変数と地震発生時における時刻別の火気使用率を考慮して出火率を推定するという方法である。

なお、03式は出火率の予測に対する点推定の場合の95%信頼区間の上限値を与える式であることに注意を要し、平均値を与える式は02式で指数項第2項までである。

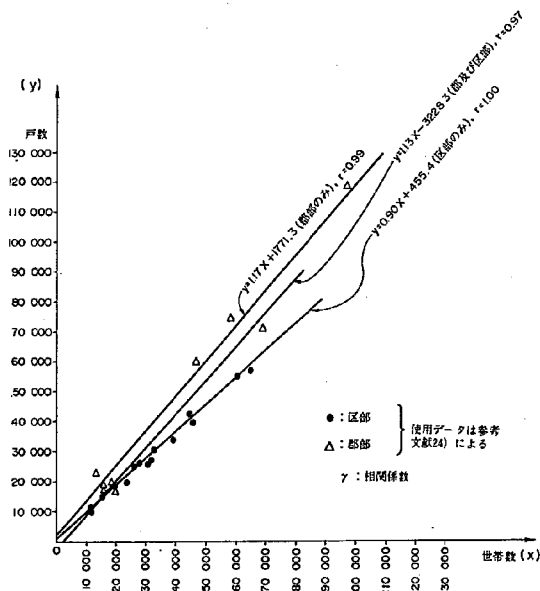


図11 関東地震当時の東京府区部および郡部における世帯数と戸数の関係

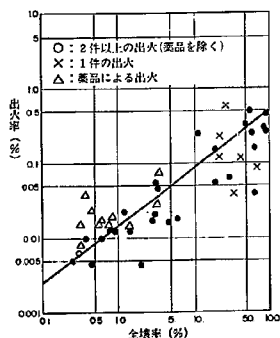


図12 河角による関東地震の出火率と全壊率の関係

## 2.5 木造家屋震害分布に基づく地震時出火率

2.4 節で述べた全壊率を、半壊戸数も考慮した 2.3 節の家屋震害率に置き換えて出火率を推定する方が、より震害の程度を考慮した推定であろう。そこで、(9)および(10)式によって得られた東京 23 区、横浜 14 区および川崎 5 区におけるマグニチュード別の推定家屋震害率（図 7 参照）を用い、出火率の推定を試みた。季節および時刻は夏の昼食時および冬の夕食時とし、2.4 節で述べた河角の係数を用いた出火率の推定法、と水野・堀内による推定法の比較検討が可能のように、両方の方法で推定した。図 12 から判るように、用いた河角による関係が平均的な関係であるため、水野・堀内による出火率の予測式も、バラツキの幅を考慮しない平均値を与える式を用い計算した。その結果を表 7 に示す。表 7 から判るように東京都区部の冬の夕食時において顕著なところでほぼ 8 倍、夏の昼食時で 3 倍程度の差が生じているところもある。

なお、マグニチュードおよび震央距離の関数として表わされる地盤別の家屋震害率に基づく出火率の推定式は、(9)および(10)式を(13)式に代入し(14)式のように得られる。(14)式によるマグニチュード別推定出火率は表 7' に示される。

$$f = (\hat{D}_1)^a \times \alpha \times \exp \left\{ \lambda \times S + b + t \times \sqrt{\frac{S_0}{(n-3)}} \left( 1 + \frac{1}{n} \right) \right. \\ \left. + \frac{(\ell_n(\hat{D}_1) - \bar{u})^2 \times C_{11} + 2(\ell_n(\hat{D}_1) - \bar{u})(S - \bar{S}) \times C_{21} + (S - \bar{S})^2 \times C_{22}}{N} \right\} \quad \dots\dots\dots (14) \\ \hat{D}_1 = (\delta + \gamma) \times R1 \times \left\{ D_1 + 3 \sqrt{\frac{D_1(1-D_1)}{N}} \right\} \\ D_1 = G_1 \times \exp(G_2 \times M + G_3 \times d \times M - G_4 \times d)$$

ここで、

$$\ell_n(\hat{D}_1) = \log_e(\hat{D}_1)$$

$f$  ; 出火率

$\alpha$  ; 火気使用率で表 5 による

$S$  ; 春および秋を  $S=0$ 、夏を  $S=-1$ 、および冬を  $S=1$  とした場合の季節を表わす変数

$M$  ; 地震のマグニチュード

$d$  ; 震央距離または断層からの距離

$N$  ; 単位地域の木造家屋の全戸数または全世帯数からの換算した全戸数

$\delta$  ; 木造家屋の平屋・2階建別耐力による補正倍率で、単位地域の木造家屋のほとんどが平屋の場合は 1.00、2階建の場合は 1.80 の値を用いる。

$a, b, \lambda, n, t, S_0, \bar{u}, \bar{S}, C_{11}, C_{21}$  および  $C_{22}$  ; 全出火に対する出火率と炎上火災に対する出火率の場合によって異なる定数で表 6 による。

$G_1, G_2, G_3, G_4$  および  $\gamma$  ; 単位地域の地盤によって異なる定数で表 8 による。

となる。

表5 水野・堀内による火気使用率<sup>1),2)</sup>

| 時 刻     | 火気使用率 |
|---------|-------|
| 0 ~ 4   | 0.046 |
| 4 ~ 5   | 0.15  |
| 5 ~ 6   | 0.98  |
| 6 ~ 8   | 1.64  |
| 8 ~ 11  | 1.10  |
| 11 ~ 13 | 1.52  |
| 13 ~ 16 | 0.85  |
| 16 ~ 17 | 1.30  |
| 17 ~ 19 | 2.50  |
| 19 ~ 20 | 1.80  |
| 20 ~ 21 | 1.10  |
| 21 ~ 23 | 0.45  |
| 23 ~ 24 | 0.12  |

表6 水野・堀内による出火に関するパラメーター<sup>1),2)</sup>

|         | a      | b       | $\lambda$ | n   | t     | $S_x$   | $\bar{U}$ | $\bar{S}$ | $C_{11}$ | $C_{22}$ | $C_{21}$  |
|---------|--------|---------|-----------|-----|-------|---------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 全出火の場合  | 0.5696 | -5.4907 | 0.9730    | 90  | 1.982 | 68.215  | -3.2713   | 0.1222    | 0.001489 | 0.01256  | -0.001226 |
| 炎上火災の場合 | 0.6041 | -5.7597 | 0.8791    | 114 | 1.978 | 121.691 | -2.3491   | -0.3158   | 0.002118 | 0.01257  | 0.002061  |

## 2.6 全焼家屋率と全壊率の関係について

表4に示す全焼家屋率と全壊率を用い、関東地震以降の比較的大きな火災を伴った地震(表9)について、全焼家屋率と全壊率の関係を検討した。図13はそれぞれを示したもので、図中の破線および一点鎖線は、水野・堀内による冬の夕食時および夏の昼食時における出火率の95%信頼区間(全出火)を示したものである(使用したデータを附表5に示す)。この図から全てのデータについて全焼家屋率と全壊率の明確な関係は認められない。しかしながら、各地震ごとの全焼家屋率を相互に比較すると、関東地震における東京府区部(○印)の全壊率が小さいにもかかわらず全焼家屋率は大きい方に散在し福井地震の場合は逆の傾向がみられる。そこで関東地震および福井地震における出火件数が調査されていない被害市区町村の出火率も図中の冬の夕食時の上限値と夏の昼食時の下限値の間に存在するものと仮定すれば、関東地震の東京府区部における全焼家屋率は、全壊率に上限値と下限値の幅をもつて比例するとした出火率に比べ、極めて大きく、延焼焼失した戸数がいかに大きかったものであるかを示している。一方、2, 3の例を除き、福井地震における出火件数が調査されていない被害市区町村の全焼家屋率もほぼこの区間内に散在しており、出火件数より焼失戸数が小さかった可能性も十分に考えられる。これは、地震による被害地域の都市構造や地域特性等の相違によるものと考えられるが、初期消火の程度が主要な要因を占めるものと考えられる。これらについては今後より詳細な調査が望まれる。

なお、図13の地震別のデータについて、北丹後地震をとりだしてみると図14に示すような傾向がみられる。

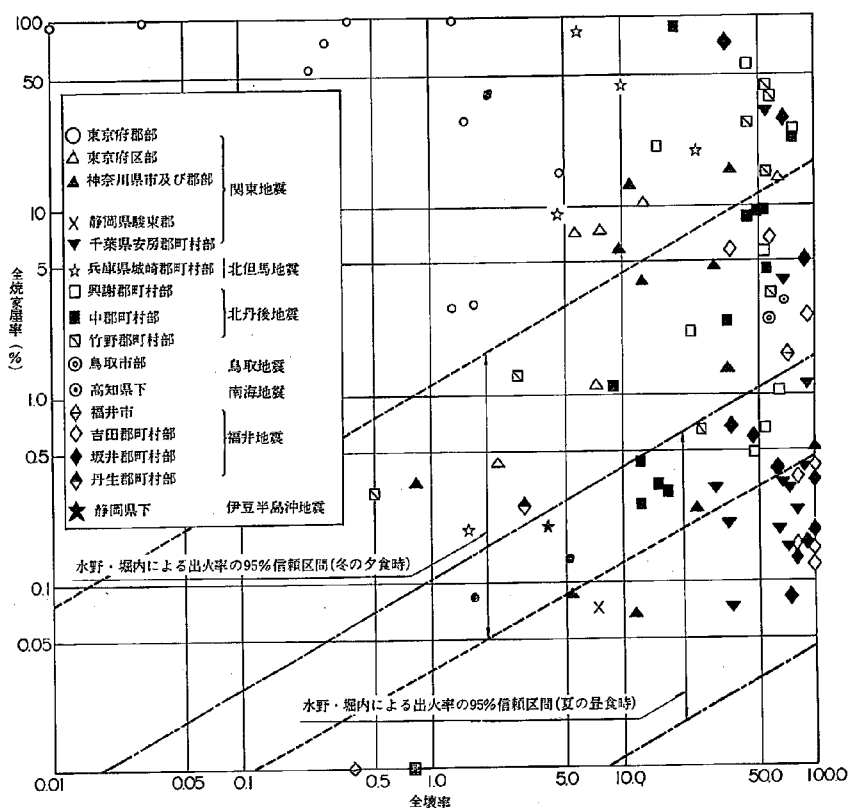


図 13 全焼家屋率～全焼率と水野・堀内による  
出火率の信頼区間

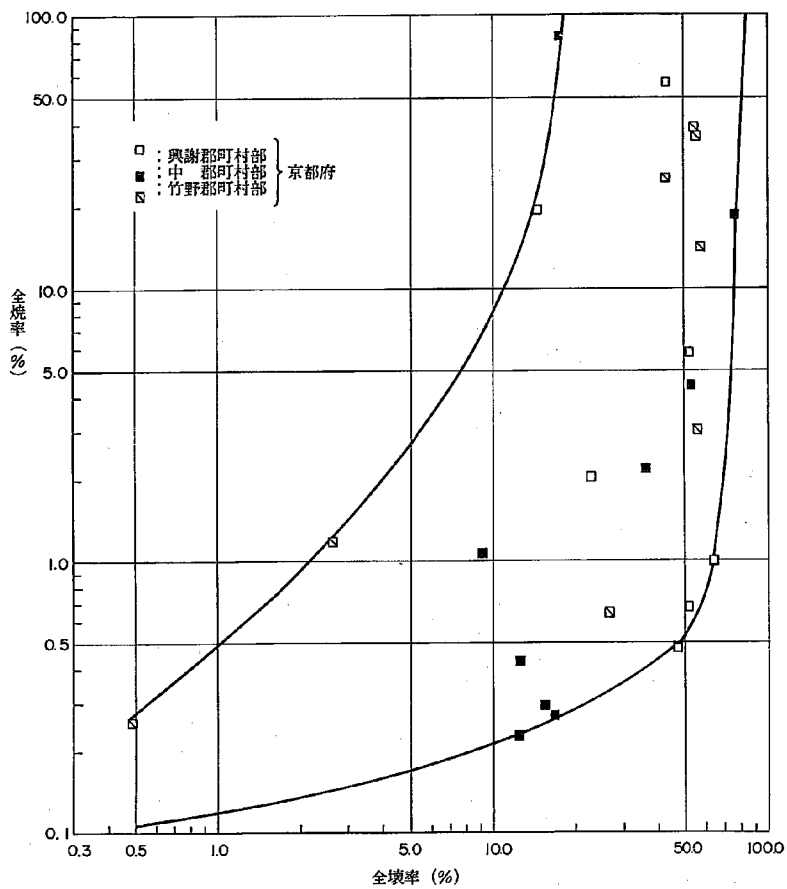


図14 北丹後地震の全焼家屋率と全壊率の関係  
全壊率の関係

表7 マグニチュード別推定出火率

 上段 M=6.0  
 中 M=6.5  
 下 M=7.0

| 区 分          | マグニチュード別推定出火率 f (%) |                |                 |                 |                |                |
|--------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|              | 水 野 ・ 堀 内 の 方 法     |                |                 |                 | 河角の図表を用いた方法    |                |
|              | 夏の昼食時<br>(全出火)      | 冬の夕食時<br>(全出火) | 夏の昼食時<br>(炭上火災) | 冬の夕食時<br>(炭上火災) | 夏の昼食時<br>(全出火) | 冬の夕食時<br>(全出火) |
| (東京都)<br>千代田 | 0.027               | 0.310          | 0.020           | 0.189           | 0.027          | 0.07~0.08      |
|              | 0.048               | 0.549          | 0.036           | 0.347           | 0.060          | 0.16~0.18      |
|              | 0.087               | 0.998          | 0.068           | 0.653           | 0.130          | 0.34~0.39      |
| 中 央          | 0.041               | 0.466          | 0.031           | 0.292           | 0.048          | 0.12~0.14      |
|              | 0.073               | 0.838          | 0.057           | 0.543           | 0.100          | 0.26~0.30      |
|              | 0.133               | 1.527          | 0.107           | 1.026           | 0.230          | 0.60~0.69      |
| 港            | 0.016               | 0.186          | 0.012           | 0.110           | 0.014          | 0.04~0.04      |
|              | 0.030               | 0.349          | 0.022           | 0.214           | 0.031          | 0.08~0.09      |
|              | 0.059               | 0.679          | 0.046           | 0.434           | 0.078          | 0.20~0.23      |
| 新 宿          | 0.022               | 0.249          | 0.016           | 0.150           | 0.020          | 0.05~0.06      |
|              | 0.039               | 0.455          | 0.030           | 0.284           | 0.046          | 0.12~0.14      |
|              | 0.100               | 0.850          | 0.058           | 0.551           | 0.110          | 0.29~0.33      |
| 文 京          | 0.041               | 0.466          | 0.031           | 0.292           | 0.048          | 0.12~0.14      |
|              | 0.070               | 0.812          | 0.055           | 0.525           | 0.100          | 0.26~0.30      |
|              | 0.124               | 1.423          | 0.100           | 0.952           | 0.210          | 0.55~0.63      |
| 台 東          | 0.063               | 0.731          | 0.049           | 0.469           | 0.088          | 0.23~0.26      |
|              | 0.070               | 1.253          | 0.087           | 0.831           | 0.180          | 0.47~0.54      |
|              | 0.124               | 2.150          | 0.154           | 1.474           | 0.360          | 0.94~1.08      |
| 品 田          | 0.118               | 1.364          | 0.095           | 0.910           | 0.200          | 0.52~0.60      |
|              | 0.201               | 2.320          | 0.167           | 1.598           | 0.410          | 1.07~1.23      |
|              | 0.237               | 2.729          | 0.199           | 1.898           | 0.500          | 1.30~1.50      |
| 江 東          | 0.072               | 0.831          | 0.056           | 0.538           | 0.096          | 0.25~0.29      |
|              | 0.132               | 1.525          | 0.107           | 1.024           | 0.220          | 0.57~0.66      |
|              | 0.223               | 2.729          | 0.199           | 1.898           | 0.500          | 1.30~1.50      |
| 品 川          | 0.010               | 0.100          | 0.006           | 0.057           | 0.006          | 0.02~0.02      |
|              | 0.017               | 0.198          | 0.012           | 0.118           | 0.015          | 0.04~0.05      |
|              | 0.037               | 0.430          | 0.028           | 0.267           | 0.042          | 0.11~0.13      |
| 目 黒          | 0.009               | 0.100          | 0.006           | 0.057           | 0.006          | 0.02~0.02      |
|              | 0.018               | 0.209          | 0.013           | 0.124           | 0.016          | 0.04~0.05      |
|              | 0.038               | 0.436          | 0.028           | 0.272           | 0.043          | 0.11~0.13      |
| 大 田          | 0.009               | 0.100          | 0.006           | 0.057           | 0.006          | 0.02~0.02      |
|              | 0.020               | 0.230          | 0.014           | 0.138           | 0.018          | 0.05~0.05      |
|              | 0.045               | 0.517          | 0.034           | 0.326           | 0.054          | 0.14~0.16      |
| 世 田 谷        | 0.007               | 0.079          | 0.005           | 0.044           | 0.004          | 0.01~0.01      |
|              | 0.015               | 0.174          | 0.011           | 0.103           | 0.013          | 0.03~0.04      |
|              | 0.033               | 0.377          | 0.024           | 0.233           | 0.035          | 0.09~0.11      |
| 澁 谷          | 0.015               | 0.174          | 0.011           | 0.103           | 0.013          | 0.03~0.04      |
|              | 0.030               | 0.341          | 0.022           | 0.209           | 0.031          | 0.08~0.09      |
|              | 0.059               | 0.675          | 0.045           | 0.431           | 0.077          | 0.20~0.23      |
| 中 野          | 0.020               | 0.230          | 0.014           | 0.138           | 0.018          | 0.05~0.05      |
|              | 0.038               | 0.442          | 0.029           | 0.276           | 0.045          | 0.12~0.14      |
|              | 0.074               | 0.857          | 0.058           | 0.556           | 0.102          | 0.27~0.31      |
| 杉 並          | 0.012               | 0.133          | 0.008           | 0.077           | 0.009          | 0.02~0.03      |
|              | 0.022               | 0.249          | 0.016           | 0.150           | 0.020          | 0.05~0.06      |
|              | 0.045               | 0.523          | 0.034           | 0.329           | 0.055          | 0.14~0.17      |
| 豊 島          | 0.020               | 0.230          | 0.014           | 0.138           | 0.018          | 0.05~0.05      |
|              | 0.038               | 0.442          | 0.029           | 0.276           | 0.045          | 0.12~0.14      |
|              | 0.074               | 0.857          | 0.058           | 0.556           | 0.102          | 0.27~0.31      |
| 北            | 0.080               | 0.919          | 0.063           | 0.599           | 0.120          | 0.31~0.36      |
|              | 0.133               | 1.530          | 0.108           | 1.027           | 0.220          | 0.57~0.66      |
|              | 0.224               | 2.547          | 0.185           | 1.764           | 0.480          | 1.25~1.44      |
| 荒 川          | 0.091               | 1.044          | 0.072           | 0.685           | 0.140          | 0.36~0.42      |
|              | 0.148               | 1.701          | 0.120           | 1.150           | 0.280          | 0.73~0.84      |
|              | 0.237               | 2.729          | 0.199           | 1.898           | 0.500          | 1.30~1.50      |
| 板 橋          | 0.029               | 0.334          | 0.021           | 0.204           | 0.030          | 0.08~0.09      |
|              | 0.052               | 0.600          | 0.040           | 0.381           | 0.066          | 0.17~0.20      |
|              | 0.095               | 1.091          | 0.075           | 0.718           | 0.150          | 0.39~0.45      |

表7 マグニチュード別推定出火率

 上段 M=6.0  
 中 M=6.5  
 下 M=7.0

| 区 分       | マグニチュード別推定出火率   |                |                 |                 | f (%)          |                |
|-----------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
|           | 水 野 ・ 堀 内 の 方 法 |                |                 |                 | 河角の関係を用了方法     |                |
|           | 夏の昼食時<br>(全出火)  | 冬の夕食時<br>(全出火) | 夏の昼食時<br>(炭上火災) | 冬の夕食時<br>(炭上火災) | 夏の昼食時<br>(全出火) | 冬の夕食時<br>(全出火) |
| 練 馬       | 0.015           | 0.174          | 0.011           | 0.103           | 0.013          | 0.03 ~0.04     |
|           | 0.029           | 0.334          | 0.021           | 0.204           | 0.030          | 0.08 ~0.09     |
|           | 0.058           | 0.666          | 0.045           | 0.425           | 0.175          | 0.20 ~0.23     |
| 足 立       | 0.090           | 1.034          | 0.071           | 0.678           | 0.240          | 0.36 ~0.42     |
|           | 0.147           | 1.694          | 0.120           | 1.145           | 0.570          | 0.70 ~0.81     |
|           | 0.237           | 2.729          | 0.199           | 1.898           | 0.100          | 1.30 ~1.50     |
| 葛 飾       | 0.080           | 0.919          | 0.063           | 0.599           | 0.220          | 0.31 ~0.36     |
|           | 0.133           | 1.530          | 0.108           | 1.027           | 0.420          | 0.57 ~0.66     |
|           | 0.221           | 2.547          | 0.112           | 1.763           | 0.080          | 1.25 ~1.44     |
| 江 戸 川     | 0.035           | 0.398          | 0.026           | 0.246           | 0.038          | 0.10 ~0.11     |
|           | 0.064           | 0.739          | 0.050           | 0.475           | 0.289          | 0.23 ~0.27     |
|           | 0.120           | 1.382          | 0.097           | 0.923           | 0.010          | 0.55 ~0.63     |
| (横浜市) 見 鱒 | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
|           | 0.013           | 0.148          | 0.009           | 0.086           | 0.010          | 0.03 ~0.03     |
|           | 0.030           | 0.349          | 0.022           | 0.214           | 0.031          | 0.08 ~0.09     |
| 神 奈 川     | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.005           | 0.003          | 0.003           | 0.009           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
| 西         | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
|           | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
|           | 0.017           | 0.098          | 0.012           | 0.118           | 0.015          | 0.04 ~0.05     |
| 中         | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.008 ~0.009   |
| 南         | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.007           | 0.079          | 0.005           | 0.044           | 0.004          | 0.011 ~0.013   |
|           | 0.017           | 0.198          | 0.012           | 0.118           | 0.015          | 0.04 ~0.05     |
| 港 南       | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
| 保 土 ヶ 谷   | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
| 旭         | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
| 磯 子       | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
| 金 沢       | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
| 港 北       | 0.007           | 0.079          | 0.005           | 0.044           | 0.004          | 0.011 ~0.013   |
|           | 0.015           | 0.174          | 0.011           | 0.103           | 0.013          | 0.03 ~0.04     |
|           | 0.036           | 0.411          | 0.027           | 0.255           | 0.040          | 0.10 ~0.12     |
| 練         | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
| 戸 塚       | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
| 瀬 谷       | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
| (川崎市) 崎 川 | 0.007           | 0.079          | 0.005           | 0.044           | 0.004          | 0.011 ~0.013   |
|           | 0.013           | 0.148          | 0.009           | 0.103           | 0.013          | 0.03 ~0.04     |
|           | 0.036           | 0.411          | 0.027           | 0.255           | 0.040          | 0.10 ~0.12     |
| 幸         | 0.007           | 0.079          | 0.005           | 0.044           | 0.004          | 0.011 ~0.013   |
|           | 0.013           | 0.148          | 0.009           | 0.086           | 0.010          | 0.03 ~0.03     |
|           | 0.030           | 0.341          | 0.022           | 0.209           | 0.031          | 0.08 ~0.09     |
| 中 原       | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.017           | 0.198          | 0.012           | 0.118           | 0.015          | 0.04 ~0.05     |
|           | 0.039           | 0.448          | 0.029           | 0.280           | 0.044          | 0.11 ~0.13     |
| 高 津       | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
|           | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
|           | 0.012           | 0.133          | 0.008           | 0.077           | 0.009          | 0.02 ~0.03     |
| 多 摩       | 0.000           | 0.000          | 0.000           | 0.000           | 0.000          | 0.000          |
|           | 0.005           | 0.053          | 0.003           | 0.029           | 0.003          | 0.01 ~0.01     |
|           | 0.007           | 0.079          | 0.005           | 0.044           | 0.004          | 0.011 ~0.013   |

表7' マグニチュード別推定出火率のバラツキの上限値

 上段 M=6.0  
 中 M=6.5  
 下 M=7.0

| 区 分   | マグニチュード別推定出火率 f (%)  |                        |                         |                         |
|-------|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|       | 水野・堀内の方法             |                        |                         |                         |
|       | 夏の昼食時<br>(全出火)       | 冬の夕食時<br>(全出火)         | 夏の昼食時<br>(炎上火災)         | 冬の夕食時<br>(炎上火災)         |
| (東京都) | 0.16                 | 1.79                   | 0.002                   | 0.015                   |
| 千代田   | 0.28<br>0.49         | 3.24<br>6.01           | 0.003<br>0.006          | 0.028<br>0.054          |
| 中 央   | 0.24<br>0.41<br>0.74 | 2.73<br>5.02<br>9.37   | 0.003<br>0.005<br>0.009 | 0.024<br>0.045<br>0.085 |
| 港     | 0.10<br>0.13<br>0.34 | 1.06<br>2.02<br>4.03   | 0.001<br>0.002<br>0.004 | 0.009<br>0.018<br>0.036 |
| 新 宿   | 0.13<br>0.23<br>0.42 | 4.03<br>2.66<br>5.09   | 0.001<br>0.002<br>0.005 | 0.012<br>0.023<br>0.045 |
| 文 京   | 0.24<br>0.40<br>0.69 | 2.73<br>4.85<br>8.70   | 0.003<br>0.004<br>0.008 | 0.024<br>0.043<br>0.079 |
| 台 東   | 0.36<br>0.61<br>1.03 | 4.35<br>7.62<br>13.39  | 0.004<br>0.007<br>0.013 | 0.039<br>0.067<br>0.123 |
| 品 川   | 0.66<br>1.10<br>1.29 | 8.33<br>14.50<br>17.18 | 0.008<br>0.014<br>0.016 | 0.075<br>0.134<br>0.159 |
| 江 東   | 0.41<br>0.74<br>1.29 | 4.97<br>9.35<br>17.18  | 0.005<br>0.009<br>0.016 | 0.044<br>0.085<br>0.159 |
| 品 川   | 0.05<br>0.10<br>0.22 | 0.56<br>1.13<br>2.51   | 0.001<br>0.001<br>0.002 | 0.005<br>0.010<br>0.022 |
| 目 黒   | 0.05<br>0.11<br>0.22 | 0.56<br>1.19<br>2.55   | 0.001<br>0.001<br>0.002 | 0.005<br>0.010<br>0.022 |
| 大 田   | 0.22<br>0.12<br>0.26 | 0.56<br>1.32<br>3.04   | 0.001<br>0.001<br>0.003 | 0.005<br>0.011<br>0.027 |
| 世 田 谷 | 0.04<br>0.09<br>0.19 | 0.44<br>0.99<br>2.19   | 0.001<br>0.001<br>0.002 | 0.004<br>0.008<br>0.019 |
| 澁 谷   | 0.09<br>0.17<br>0.34 | 0.99<br>1.98<br>4.00   | 0.001<br>0.002<br>0.004 | 0.008<br>0.017<br>0.035 |
| 中 野   | 0.12<br>0.22<br>0.42 | 0.12<br>0.22<br>0.42   | 0.001<br>0.002<br>0.005 | 0.011<br>0.023<br>0.046 |
| 杉 並   | 0.07<br>0.13<br>0.26 | 0.07<br>0.13<br>0.26   | 0.001<br>0.001<br>0.003 | 0.006<br>0.012<br>0.027 |
| 豊 島   | 0.12<br>0.22<br>0.42 | 0.12<br>0.22<br>0.42   | 0.001<br>0.002<br>0.005 | 0.011<br>0.023<br>0.046 |
| 北     | 0.45<br>0.74<br>1.21 | 0.45<br>0.74<br>1.21   | 0.005<br>0.009<br>0.015 | 0.049<br>0.085<br>0.148 |
| 荒 川   | 0.51<br>0.82<br>1.29 | 0.51<br>0.82<br>1.29   | 0.006<br>0.010<br>0.016 | 0.056<br>0.095<br>0.159 |
| 板 橋   | 0.17<br>0.30<br>0.53 | 0.17<br>0.30<br>0.53   | 0.002<br>0.003<br>0.006 | 0.017<br>0.031<br>0.059 |

表7' マグニチュード別推定出火率のバラツキの上限値

上段 M=6.0  
中 M=6.5  
下 M=7.0

| 区 名          | マグニチュード別推定出火率 f (‰) |                |                 |                 |
|--------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|
|              | 水野・堀内の方法            |                |                 |                 |
|              | 夏の昼食時<br>(全出火)      | 冬の夕食時<br>(全出火) | 夏の昼食時<br>(炎上火災) | 冬の夕食時<br>(炎上火災) |
| 練 馬          | 0.09                | 0.09           | 0.001           | 0.008           |
|              | 0.17                | 0.17           | 0.002           | 0.017           |
|              | 0.33                | 0.33           | 0.015           | 0.035           |
| 足 立          | 0.51                | 0.51           | 0.006           | 0.056           |
|              | 0.81                | 0.81           | 0.010           | 0.095           |
|              | 1.29                | 1.29           | 0.016           | 0.159           |
| 葛 飾          | 0.45                | 0.45           | 0.005           | 0.049           |
|              | 0.74                | 0.74           | 0.009           | 0.085           |
|              | 1.21                | 1.21           | 0.015           | 0.148           |
| 江 戸 川        | 0.20                | 0.20           | 0.002           | 0.020           |
|              | 0.37                | 0.37           | 0.004           | 0.039           |
|              | 1.57                | 0.57           | 0.008           | 0.076           |
| (横浜市)<br>鶴 見 | 0.03                | 0.03           | 0.000           | 0.002           |
|              | 0.08                | 0.08           | 0.000           | 0.007           |
|              | 0.18                | 0.18           | 0.002           | 0.018           |
| 神 奈 川        | 0.00                | 0.00           | 0.000           | 0.000           |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.000           | 0.000           |
|              | 0.03                | 0.03           | 0.000           | 0.002           |
| 西            | 0.03                | 0.03           | 0.000           | 0.002           |
|              | 0.03                | 0.03           | 0.000           | 0.002           |
|              | 0.10                | 0.10           | 0.001           | 0.010           |
| 中            | 0.00                | 0.00           | 0.000           | 0.000           |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.000           | 0.000           |
|              | 0.03                | 0.03           | 0.000           | 0.002           |
| 南            | 0.00                | 0.00           | 0.000           | 0.000           |
|              | 0.04                | 0.04           | 0.000           | 0.004           |
|              | 0.10                | 0.10           | 0.001           | 0.010           |
| 港 南          | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 保土ヶ谷         | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 旭            | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 磯 子          | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 金 沢          | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 港 北          | 0.04                | 0.44           | 0.000           | 0.004           |
|              | 0.09                | 0.99           | 0.001           | 0.008           |
|              | 0.21                | 2.40           | 0.002           | 0.021           |
| 緑            | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.03                | 0.30           | 0.000           | 0.002           |
| 戸 塚          | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| 瀬 谷          | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
| (川崎市)<br>川 崎 | 0.04                | 0.44           | 0.000           | 0.004           |
|              | 0.09                | 0.99           | 0.001           | 0.008           |
|              | 0.21                | 2.40           | 0.002           | 0.021           |
| 幸            | 0.04                | 0.44           | 0.000           | 0.004           |
|              | 0.08                | 0.84           | 0.001           | 0.007           |
|              | 0.17                | 1.98           | 0.002           | 0.017           |
| 中 原          | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.10                | 1.13           | 0.001           | 0.010           |
|              | 0.23                | 2.67           | 0.002           | 0.023           |
| 高 津          | 0.03                | 0.30           | 0.000           | 0.002           |
|              | 0.03                | 0.30           | 0.000           | 0.002           |
|              | 0.07                | 0.75           | 0.001           | 0.006           |
| 多 摩          | 0.00                | 0.00           | 0.00            | 0.00            |
|              | 0.03                | 0.30           | 0.000           | 0.002           |
|              | 0.04                | 0.44           | 0.000           | 0.004           |

表 8 地盤に関するパラメーター

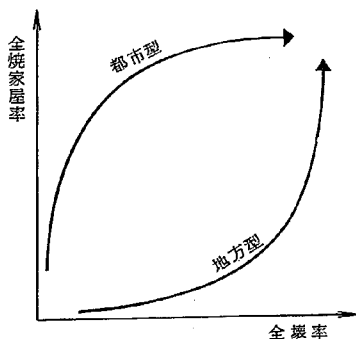
|            | $G_1$             | $G_2$  | $G_3$  | $G_4$  | $r$                |               |
|------------|-------------------|--------|--------|--------|--------------------|---------------|
| 洪積地盤・岩盤の場合 | $\frac{1}{16400}$ | 1.4391 | 0.0576 | 0.6263 | 0                  |               |
| 沖積地盤の場合    | $\frac{1}{7300}$  | 1.3263 | 0.0599 | 0.5710 | 沖積層厚 30m 以上 40m 未満 | 1.17 または 3.60 |
|            |                   |        |        |        | " 40m 以上           | 1.23 または 8.80 |

表 9 関東地震以降の比較的大きな火災を伴った地震の概要

| 地 震   | マグニ<br>チュード<br>(M) | 発生年月日        | 時刻    | 被害概要                                                                  | 地 震   | マグニ<br>チュード<br>(M) | 発生年月日         | 時刻    | 被害概要                                                                              |
|-------|--------------------|--------------|-------|-----------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|---------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 関 東   | 7.9                | 1923<br>9.1  | 11:58 | 死者 99331 人<br>行方不明 43476<br>家屋全壊 128266<br>" 半壊 126233<br>" 焼失 447128 | 南 海   | 8.1                | 1946<br>12.21 | 4:19  | 死者 1330 人<br>行方不明 102 人, 1451<br>家屋全壊 11591, 浸水<br>" 半壊 23487, 33093<br>" 焼失 2598 |
| 北 但 馬 | 7.0                | 1925<br>5.25 | 11:10 | 死者 428 人<br>家屋全壊 1295<br>" 焼失 2180                                    | 福 井   | 7.3                | 1948<br>6.28  | 16:13 | 死者 3895 人<br>家屋倒壊 35420<br>" 半壊 11449<br>" 焼失 3691                                |
| 北 丹 後 | 7.5                | 1927<br>3.7  | 18:27 | 死者 2925 人<br>家屋全壊 12584<br>" 焼失 3711                                  | 伊豆半島沖 | 6.8                | 1974<br>5.9   | 8:33  | 死者 25 人<br>行方不明 4 人<br>家屋全壊 121<br>" 半壊 243<br>" 焼失 5                             |
| 鳥 取   | 7.4                | 1943<br>9.10 | 17:38 | 死者 1083 人<br>家屋全壊 7485<br>" 半壊 6158<br>" 焼失 254                       | —     | —                  | —             | —     | —                                                                                 |

### 3. ま と め

- (a) 足立区附近に震央を持つ、マグニチュード6～7程度の中規模地震を想定するならば、川崎市および横浜市における木造家屋の震害は、家屋震害率で5%には至らないものと推定される。
- (b) 安政江戸地震における災害記録の家屋震害率と今回推定した家屋震害率とを比較検討した結果、若干の例外はあるが定性的に一致した。この点で木造家屋の震害分布と震害率に対する評価法の検定の1つが行なわれた。これらの結果を用い将来の地震による人的被害および物的震害を評価することは可能である。
- (c) 地震時出火率は、河角の係を用いた場合の方法と水野・堀内による方法では、両者に相当大きな相違があるところもある。そのため、今後、さらにデータの集積を行い解析精度の向上を計ることが必要である。
- (d) 都市に発生した地震と地方に発生した地震の全焼家屋率と全壊率の関係は一般的に下記の図のような傾向をもつ。



#### 4. 謝 辞

本報告の資料収集（特に被害統計資料の収集）にあたり次に示す機関の御協力を頂いた。

- 1) 総理府統計局国勢統計課
- 2) 東京都総務局災害対策部調整課
- 3) 東京都立中央図書館
- 4) 福井県消防防災課
- 5) 福井県立図書館参考資料調査室
- 6) 石川県統計調査課
- 7) 鹿児島県消防防災課
- 8) 宮崎県えびの市役所飯野支所・真幸支所

ここに記して謝意を表する。

## 5. 参 考 文 献

- 1) 市原薫他：木造家屋の地震による被害の推定法の検定，日米天然会議第9回合同育了会，1977.5
- 1) 水野弘之・堀内三郎：地震時の出火件数の予測に関する研究，建築学会論文報告集，250，1976
- 2) 水野弘之・堀内三郎：地震時の出火率と住家全壊率の関係，建築学会論文集，247，1976
- 3) E.Kuribayashi, T.Tazaki and T.Hadate ; Relationships between Earthquake Damage of Existing Wooden Houses and Seismic Intensities, U.S.-Japan Panel on Wind and Seismic Effects, Eighth Joint Meeting, May 18-26, 1976
- 4) 栗林栄一・羽立隆幸・干場良信：地震被害の分布性状，土木技術資料，18-9，1976
- 5) 梅村勉他：建築物の地震被害推定に関する調査，東京都防災会議，1970
- 6) 望月利男：東京都区内における木造家屋の震害予測のための実態調査と地震応答計算について，建築学会論文報告集，230，1975
- 7) 物部長穂著：土木耐震学
- 8) 昭和23年6月28日一北陸震災調査報告一，建設省土木研究報告第78号，1949
- 9) 河角広：東京の震害分布と地震に就いて，建築雑誌，773，1951
- 10) Y. Ohsaki : Earthquake Damage of Wooden Buildings and Depth of Alluvial Deposit, 日本建築学会論文報告集 72, 1962
- 11) 表俊一郎・宮村振三：横浜市並びに名古屋市の震害分布と地盤との関係，建築雑誌，773，1951
- 12) 総理府統計局国勢統計課国勢統計審査係の資料で昭和48年住宅統計調査一人口10万以上の市一覧一の中における東京特別区，横浜市，川崎市の各区についてまとめたもの
- 13) 東京湾周辺地帯の地盤，17巻，建設省計画局・東京湾総合開発協議会編
- 14) 東京都：安政江戸地震災害誌，1973
- 15) N. Koiwai and K. Miyawaki : Determination of earthquake hazards in densely populated area and preventive measures to be considered in urban planning, Proc. of 5th Joint Meeting U.S. and Japan Panel on Wind Seismic Effects, UJNR, Tokyo, May 14-16, 1973
- 16) 金井清：木造家屋の震害について，地震研究所震報，29，1951
- 17) 東京都防災会議：東京直下型地震に関する調査（その1，2，3），1974～1975
- 18) 国土庁：土地分類図
- 19) 福田治郎著：応用統計入門，日刊工業新聞社
- 20) 宇佐美龍夫：安政2年江戸地震の新史料，地震予知連絡会報，第16巻，1976
- 21) 地震災害とその対策，編集，産業技術問題研究会
- 22) 地震災害，河角広編，P. 213，共立出版K.K

23) 河角広博士論文選集, 故河角博士論文選集刊行会, P. 335 ~ 336

24) 東京府大正震災誌第7編 P. 2およびP. 12

## 6.1 記 号

$D_I$  ; 木造家屋における家屋震害率(%)

$D_{II}$  ; 第三紀層および洪積地盤地域における家屋震害率(%)

$D_{III}$  ; 沖積地盤地域における家屋震害率(%)

$d$  ; 震央距離 (km)

$M$  ; 地震のマグニチュード

$K$  ; 震度 =  $\frac{\text{最大水平加速度}}{\text{重力加速度} - \text{最大鉛直加速度}}$

$K_0$  ; 統計的にみたある地域の木造家屋の平均的な強度(終局耐力を震度で表わした値)

$\sigma$  ; 家屋耐力の一様性を示すパラメーター

$D_2$  ; 木造家屋における全壊率 (%)

$\delta$  ; 平屋・2階建別耐力の相違による補正倍率

$\gamma$  ; 沖積層の厚さが30mを越す場合の補正倍率

$N$  ; 単位の地域における木造家屋の全戸数

$R$  ; 震害戸数 = 全壊戸数 + 0.5 × 半壊戸数

$RI$  ; Risk Index =  $\frac{D_I}{D_I^U}$

$D_I^U$  ; 福井地震における沖積地盤地域の震央距離を5kmごとのレンジで固定した場合における、 $D_I$ の $N$ による変動の設定した上限値(%)

$D_I^L$  ; 福井地震における沖積地盤地域の震央距離を5kmごとのレンジで固定した場合における、 $D_I$ の $N$ による変動の設定した下限値(%)

$\bar{D}_I$  ; 福井地震における沖積地盤地域の震央距離を5kmごとのレンジで固定した場合の $D_I$ の平均値

$P_{n-1}$  ; 二項確率分布関数と正規確率分布関数の差を表わす関数

$D_1$  ; 木造家屋における推定家屋震害率

$\hat{D}_{II}$  ; 第三紀層および洪積地盤地域における推定家屋震害率 (%)

$\hat{D}_{III}$  ; 沖積地盤地域における推定家屋震害率 (%)

$D_{II}^U$  ; 第三紀層および洪積地盤地域の震央距離を固定した場合における $D_I$ の $N_I$ による変動の設定した上限値 (%)

$\bar{D}_{III}^U$  ; 沖積地盤地域における震央距離を固定した場合における $D_I$ の $N$ による変動の設定した上限値 (%)

hkm ;  $k$  単位地域の平均沖積層の厚さ

$h_i, h_{i+1}$  ; 沖積層の等深線

$A_i$  ;  $k$  単位地域において  $h_i$  と  $h_{i+1}$  によって囲まれる地域の面積

$F$  ; 木造家屋における全焼家屋率 (%)

$f$  ; 地震時における木造家屋からの出火率 (%)

$r$  ; 相関係数

$\mu$  ; 出火に関する時刻別補正倍率

$\eta$  ; 出火に関する季節別補正倍率

$Z$  ; 木造家屋における水野・堀内による全壊率

$\alpha$  ; 火気使用率

$S$  ; 季節を表わす変数

$a, b, \lambda, n, t, S_2, \bar{U}, \bar{S}, C_{11}, C_{21}, C_{22}$  ; 出火に関するパラメータ—<sup>1), 2)</sup>

$G_1, G_2, G_3, G_4$  ; 地盤に関するパラメータ—<sup>4)</sup>

## 6.2 附 表

- 附表. 1    マグニチュード別推定家屋被害率
- 附表. 2    平均沖積層の厚さの算定例（東京23区）
- 附表. 3    江戸山の手および下町における推定家屋  
            被害率の計算に使用したデータ
- 附表. 4    宇佐美の調査による安政江戸地震の江戸郊外における木造家屋の被害
- 附表. 5    図. 13 に使用したデータ

附表1 マグニチュード別推定家屋被害率

上段 M=6.0  
中 M=6.5  
下 M=7.0

| 区 別          | 平均震<br>央距離<br>(km) | 地 盤 |    | 平均沖積<br>層厚(m) | 木 造 家 屋 戸 数 |        |        |       | $\delta = \frac{D_{11}}{D_{12}}$<br>$\epsilon = \delta + \gamma$ | R1   | $\frac{D_{11}}{D_{12}}$ | $\frac{D_{11}}{D_{12}}$ |
|--------------|--------------------|-----|----|---------------|-------------|--------|--------|-------|------------------------------------------------------------------|------|-------------------------|-------------------------|
|              |                    | I   | II |               | 1 階         | 2 階以上  | 総 数N   | 階別戸数比 |                                                                  |      |                         |                         |
| (東京都)<br>千代田 | 13                 | ○   |    | 4.53          | 900         | 7900   | 8800   | 8.78  | 1.8                                                              | 1.10 | 1.1                     | 2.2                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 3.0                     | 6.0                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 6.5                     | 17.1                    |
| 中 央          | 14                 |     | ○  | 10.11         | 800         | 13800  | 14600  | 17.25 | 1.8                                                              | 1.10 | 2.2                     | 4.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 6.3                     | 12.6                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 18.2                    | 36.1                    |
| 港            | 18                 | ○   |    | 4.65          | 4500        | 32800  | 37300  | 7.29  | 1.8                                                              | 1.74 | 0.3                     | 0.9                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.6                     | 2.7                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 2.7                     | 8.7                     |
| 新 宿          | 14                 | ○   |    | 0.90          | 9300        | 85200  | 94500  | 9.16  | 1.8                                                              | 1.10 | 0.7                     | 1.5                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 2.1                     | 4.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 6.5                     | 12.9                    |
| 文 京          | 10                 | ○   |    | 1.06          | 5300        | 45100  | 50400  | 8.51  | 1.8                                                              | 1.12 | 2.2                     | 4.5                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 5.9                     | 11.9                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 15.8                    | 31.9                    |
| 台 東          | 10                 |     | ○  | 10.36         | 2700        | 43300  | 46000  | 16.04 | 1.8                                                              | 1.12 | 4.9                     | 8.9                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 12.6                    | 25.5                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 32.6                    | 65.8                    |
| 墨 田          | 10                 |     | ○  | 30.00         | 8200        | 47300  | 55500  | 5.77  | $\frac{1.8+3.5}{=5.4}$                                           | 1.12 | 4.9                     | 28.6                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 12.4                    | 75.2                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 16.5                    | 100.0                   |
| 江 東          | 14                 |     | ○  | 34.24         | 7500        | 50300  | 57800  | 6.71  | 5.4                                                              | 1.10 | 2.0                     | 12.4                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 6.0                     | 36.0                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 16.6                    | 100.0                   |
| 品 品          | 22                 | ○   |    | 3.20          | 12600       | 95000  | 107600 | 7.54  | 1.8                                                              | 1.93 | 0.0                     | 0.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.2                     | 1.0                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 1.1                     | 3.9                     |
| 目 黒          | 22                 | ○   |    | 0.91          | 11300       | 64000  | 75300  | 5.66  | 1.8                                                              | 1.93 | 0.0                     | 0.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.3                     | 1.1                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 1.1                     | 4.0                     |
| 大 田          | 27                 |     | ○  | 10.46         | 34500       | 148600 | 183100 | 4.31  | 1.8                                                              | 1.20 | 0.1                     | 0.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.6                     | 1.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 2.5                     | 5.4                     |
| 世 田 谷        | 23                 | ○   |    | 0.93          | 38600       | 153100 | 191700 | 3.97  | 1.8                                                              | 1.93 | 0.0                     | 0.2                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.2                     | 0.8                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.9                     | 3.1                     |
| 澁 谷          | 18                 | ○   |    | 0.77          | 7100        | 54400  | 61500  | 7.66  | 1.8                                                              | 1.74 | 0.2                     | 0.8                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.8                     | 2.6                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 2.7                     | 8.6                     |
| 中 野          | 16                 | ○   |    | 0.79          | 13300       | 89700  | 103000 | 6.74  | 1.8                                                              | 1.74 | 0.4                     | 1.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 1.3                     | 4.1                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 4.1                     | 13.1                    |
| 杉 並          | 20                 | ○   |    | 0.61          | 25800       | 132100 | 157900 | 5.12  | 1.8                                                              | 1.74 | 0.1                     | 0.5                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.4                     | 1.5                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 1.7                     | 5.5                     |
| 豊 島          | 16                 | ○   |    | 0.70          | 10800       | 91200  | 101600 | 8.77  | 1.8                                                              | 1.74 | 0.4                     | 1.3                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 1.3                     | 4.1                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 4.1                     | 13.1                    |
| 北 区          | 8                  |     | ○  | 9.22          | 17100       | 86800  | 103900 | 5.08  | 1.8                                                              | 1.12 | 7.3                     | 14.8                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 17.9                    | 36.2                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 43.9                    | 88.6                    |
| 荒 川          | 7                  |     | ○  | 21.31         | 8700        | 44700  | 53400  | 5.14  | 1.8                                                              | 1.12 | 9.1                     | 18.5                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 21.6                    | 43.6                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 49.6                    | 100.0                   |
| 板 橋          | 12                 | ○   |    | 4.11          | 23100       | 101300 | 124400 | 4.39  | 1.8                                                              | 1.10 | 1.2                     | 2.5                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 3.5                     | 7.0                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 10.1                    | 20.0                    |
| 練 馬          | 18                 | ○   |    | 0.55          | 37000       | 101400 | 141000 | 2.81  | 1.8                                                              | 1.74 | 0.2                     | 0.8                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 0.8                     | 2.5                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 2.6                     | 8.4                     |
| 足 立          | 7                  |     | ○  | 12.57         | 37500       | 88700  | 126200 | 2.37  | 1.8                                                              | 1.12 | 9.0                     | 18.2                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 21.4                    | 43.3                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 49.6                    | 100.0                   |
| 葛 飾          | 8                  |     | ○  | 14.60         | 25100       | 83300  | 108400 | 3.32  | 1.8                                                              | 1.12 | 7.3                     | 14.8                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 13.0                    | 26.2                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 43.9                    | 88.6                    |
| 江 戸 川        | 15                 |     | ○  | 21.46         | 27000       | 94400  | 121400 | 3.50  | 1.8                                                              | 1.10 | 1.7                     | 3.4                     |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 5.1                     | 10.1                    |
|              |                    |     |    |               |             |        |        |       |                                                                  |      | 15.3                    | 30.3                    |

附表1 マグニチュード別推定家屋被害率

 上段 M=6.0  
 中 M=6.5  
 下 M=7.0

| 区 別          | 平均震<br>央距離<br>(km) | 地 盤 |    | 木 造 家 屋 戸 数   |       |       |       | δ=または<br>ε=δ+γ | R1               | D <sub>1</sub> I<br>または<br>D <sub>1</sub> II | D <sub>2</sub> I<br>または<br>D <sub>2</sub> II |
|--------------|--------------------|-----|----|---------------|-------|-------|-------|----------------|------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|              |                    | I   | II | 平均軒根<br>厚厚(m) | 1 階   | 2階以上  | 総数 N  | 階別戸数比          |                  |                                              |                                              |
| (横浜市)<br>鶴 見 | 34                 |     | ○  | 38.0          | 15800 | 48200 | 64000 | 3.05           | 180+<br>1.17=297 | 1.00                                         | 0.0<br>0.2<br>0.9<br>2.7                     |
| 神 奈 川        | 40                 | ○   |    | 17.0          | 17400 | 38300 | 55700 | 2.20           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.1                     |
| 西            | 42                 |     | ○  | 15.0          | 7000  | 14500 | 21500 | 2.07           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.5<br>1.0                     |
| 中            | 44                 | ○   |    | 19.0          | 9000  | 19400 | 28400 | 2.16           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.1                     |
| 南            | 45                 |     | ○  | 10~30         | 16200 | 34300 | 50500 | 2.12           | 5.4              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.1<br>1.0                     |
| 保 土 ケ 谷      | 43                 | ○   |    | 16.0          | 15300 | 23800 | 39100 | 1.56           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.0                     |
| 磯 子          | 49                 | ○   |    | 0~20          | 10000 | 15500 | 25500 | 1.55           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.0                     |
| 金 沢          | 53                 | ○   |    | 0.0           | 9800  | 19700 | 29500 | 2.01           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.0                     |
| 鹿 北          | 32                 |     | ○  | 33.0          | 15800 | 48100 | 63900 | 3.04           | 297              | 1.00                                         | 0.0<br>0.2<br>1.2<br>3.6                     |
| 戸 塚          | 51                 | ○   |    | 23.0          | 27200 | 37600 | 64800 | 1.38           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.0                     |
| 港 南          | 50                 | ○   |    | 20.0          | 9700  | 19200 | 28900 | 1.98           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.0                     |
| 旭            | 44                 | ○   |    | 25.0          | 17600 | 19500 | 37300 | 1.10           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.0                     |
| 緑            | 38                 | ○   |    | 23.0          | 15200 | 20200 | 35400 | 1.33           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.1                     |
| 瀬 谷          | 47                 | ○   |    | 33.0          | 9800  | 9900  | 19700 | 1.01           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.0<br>0.0                     |
| (川崎市)<br>川 崎 | 32                 |     | ○  | 38.0          | 13100 | 43300 | 56400 | 3.31           | 297              | 1.00                                         | 0.0<br>0.2<br>1.2<br>3.6                     |
| 幸            | 31                 |     | ○  | 28.0          | 7600  | 28900 | 36500 | 3.80           | 1.8              | 1.00                                         | 0.1<br>0.3<br>1.4<br>2.5                     |
| 中 原          | 29                 |     | ○  | 17.0          | 9900  | 41800 | 51700 | 4.22           | 1.8              | 1.20                                         | 0.0<br>0.4<br>1.5<br>4.2                     |
| 高 津          | 30                 | ○   |    | 18.0          | 13800 | 31800 | 45600 | 2.30           | 1.8              | 1.20                                         | 0.0<br>0.0<br>1.5<br>4.2                     |
| 多 摩          | 33                 | ○   |    | 16.0          | 13700 | 27400 | 41100 | 2.00           | 1.8              | 1.00                                         | 0.0<br>0.0<br>0.1<br>0.2                     |

附表2 平均沖積層の厚さの算定例(東京23区)

| 区別  | 地盤 | 面積<br>(Km <sup>2</sup> ) | 平均沖積層厚(m) | 区別  | 地盤   | 面積<br>(Km <sup>2</sup> ) | 平均沖積層厚(m) | 区別  | 地盤 | 面積<br>(Km <sup>2</sup> ) | 平均沖積層厚(m) |
|-----|----|--------------------------|-----------|-----|------|--------------------------|-----------|-----|----|--------------------------|-----------|
| 千代田 | 台地 | 4.00                     | 453       | 江東  | 0~10 | 0.82                     | 34.24     | 北   | 台地 | 6.19                     | 9.22      |
|     | 谷合 | 2.53                     |           |     | 沖積   | 10~20                    |           |     | 谷合 | 4.02                     |           |
|     | 沖積 | 0~10                     |           |     | 沖積   | 20~30                    |           |     | 沖積 | 0~10                     |           |
|     | 沖積 | 10~20                    |           |     | 沖積   | 30~40                    |           |     | 沖積 | 10~20                    |           |
|     | 沖積 | 20~30                    |           |     | 沖積   | 40~50                    |           |     | 沖積 | 20~30                    |           |
| 中央  | 沖積 | 0~10                     | 10.11     | 品川  | 台地   | 7.91                     | 3.20      | 荒川  | 台地 | 0.15                     | 21.31     |
|     | 沖積 | 10~20                    |           |     | 谷合   | 3.89                     |           |     | 谷合 | 0.43                     |           |
|     | 沖積 | 20~30                    |           |     | 沖積   | 0~10                     |           |     | 沖積 | 0~10                     |           |
| 港   | 台地 | 7.86                     | 465       | 目黒  | 沖積   | 10~20                    | 0.91      | 板橋  | 沖積 | 10~20                    | 4.11      |
|     | 谷合 | 3.98                     |           |     | 台地   | 9.22                     |           |     | 沖積 | 20~30                    |           |
|     | 沖積 | 0~10                     |           |     | 谷合   | 5.32                     |           |     | 沖積 | 30~40                    |           |
|     | 沖積 | 10~20                    |           |     | 谷合   | 9.42                     |           |     | 台地 | 1.547                    |           |
| 新宿  | 台地 | 11.88                    | 0.90      | 太田  | 谷合   | 5.46                     | 10.46     | 練馬  | 谷合 | 9.58                     | 0.55      |
|     | 谷合 | 6.74                     |           |     | 沖積   | 0~10                     |           |     | 沖積 | 0~10                     |           |
|     | 沖積 | 0~10                     |           |     | 沖積   | 10~20                    |           |     | 沖積 | 10~20                    |           |
| 文京  | 台地 | 7.08                     | 1.06      | 世田谷 | 沖積   | 20~30                    | 0.93      | 足立  | 沖積 | 20~30                    | 1.257     |
|     | 谷合 | 3.49                     |           |     | 台地   | 3.598                    |           |     | 沖積 | 0~10                     |           |
|     | 沖積 | 0~10                     |           |     | 谷合   | 2.142                    |           |     | 沖積 | 10~20                    |           |
| 台東  | 台地 | 1.27                     | 10.36     | 荒谷  | 台地   | 10.51                    | 0.77      | 葛飾  | 沖積 | 0~10                     | 1.460     |
|     | 谷合 | 1.50                     |           |     | 谷合   | 4.66                     |           |     | 沖積 | 10~20                    |           |
|     | 沖積 | 0~10                     |           |     | 台地   | 10.51                    |           |     | 沖積 | 20~30                    |           |
|     | 沖積 | 10~20                    |           |     | 谷合   | 4.90                     |           |     | 沖積 | 30~40                    |           |
|     | 沖積 | 20~30                    |           |     | 台地   | 2.518                    |           |     | 沖積 | 0~10                     |           |
| 墨田  | 沖積 | 30~40                    | 30.00     | 杉並  | 谷合   | 8.12                     | 0.70      | 江戸川 | 沖積 | 10~20                    | 21.46     |
|     | 沖積 | 40~50                    |           |     | 台地   | 9.02                     |           |     | 沖積 | 20~30                    |           |
|     | 沖積 | 0~10                     |           |     | 谷合   | 3.51                     |           |     | 沖積 | 30~40                    |           |
|     | 沖積 | 10~20                    |           |     | 台地   | 3.51                     |           |     | 沖積 | 40~50                    |           |

注) 面積については東京消防庁の研究資料による。各区とも台地は沖積層の厚さ0m, 谷合は2.5m程度とした。

附表3 江戸山の手および下町における推定家屋被害率の計算に使用したデータ

| 場所      | 平均震央距離<br>(Km) | 地盤 |    | δ<br>または<br>ε=δ+r | RI   | 推定家屋被害率(%) |
|---------|----------------|----|----|-------------------|------|------------|
|         |                | I  | II |                   |      |            |
| ①(千代田区) | 13             | ○  |    | 1.80              | 1.10 | 46         |
| ②(中央区)  | 13             | ○  |    | 1.80              | 1.10 | 8          |
| ③(港区)   | 16             | ○  |    | 1.80              | 1.74 | 80         |
| ④(文京区)  | 11             | ○  |    | 1.80              | 1.10 | 68         |
| ⑤(台東区)  | 10             | ○  |    | 1.80              | 1.12 | 51         |
| ⑥(墨田区)  | 11             | ○  |    | 30.00             | 1.10 | 80         |
| ⑦(江東区)  | 13             | ○  |    | 34.22             | 1.10 | 76         |

附表4 宇佐美の調査による安政江戸地震の江戸郊外における木造家屋の被害

| Title of Documents                                                         | CONTENTS                                                                                        |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         | Today's Place Name                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------|------|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| (Tokyo Metro)                                                              | Number of Houses 200, Mostly Damaged 150 ~ 160, Totally Damaged 17                              |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
| History of<br>Mikavashina Town<br>History of<br>Shinagawa Ward             | Location                                                                                        | Number of<br>Houses | Totally<br>Damaged   | Partly<br>Damaged                                           | Totally<br>Damaged<br>Warehouses | Partly<br>Damaged<br>Warehouses |                                                     | Dead | Wounded | Near Arakawa,<br>Nipori in<br>Arakawa Ward                            |
|                                                                            |                                                                                                 |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Higashiohori                                                                                    | 468                 |                      | 41                                                          |                                  | 25                              |                                                     | 1    | 1       | Near Arakawa,<br>Nipori in<br>Arakawa Ward                            |
|                                                                            | Nishiohori                                                                                      | 305                 |                      | 32                                                          |                                  | 12                              |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Kitaohori                                                                                       | 262                 |                      | 35                                                          |                                  | 9                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Iriyamasu                                                                                       | 197                 |                      | 20                                                          |                                  | 2                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Shimofukuro                                                                                     | 68                  |                      | 4                                                           |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Mine                                                                                            |                     |                      | 11                                                          |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Arakijuku                                                                                       |                     |                      | 5                                                           |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Ichinokura                                                                                      |                     | 1                    | 3                                                           | 1                                |                                 | 1 (One of<br>Tenement<br>House,<br>Half<br>Damaged) |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Kugahara                                                                                        |                     |                      | 3                                                           |                                  | 5                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Kitakamata                                                                                      |                     |                      | 12                                                          |                                  | 8                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Ohnasuka                                                                                        |                     | 1                    | 2                                                           |                                  | 3                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Magone                                                                                          |                     | 1                    | 86                                                          |                                  | 3                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Kirigaya                                                                                        | 17                  |                      | 1                                                           |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Ikegami                                                                                         |                     |                      | 2                                                           |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Shinoikegami                                                                                    |                     | 1                    | 9                                                           |                                  | 3                               |                                                     | 1    | 1       |                                                                       |
|                                                                            | Nichisuka                                                                                       |                     |                      |                                                             |                                  | 1                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Yukigaya                                                                                        |                     |                      |                                                             |                                  | 5                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Nakanobe                                                                                        | 63                  | 1                    | 2                                                           |                                  | 5                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Himonya                                                                                         |                     |                      | 1                                                           |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Ohyana                                                                                          | 65                  |                      | 20                                                          |                                  | 1                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Kaninoguro                                                                                      |                     |                      |                                                             |                                  | 7                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Ohi                                                                                             | 662                 |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Shinojagakubo                                                                                   | 51                  |                      |                                                             |                                  | 1                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Kanijagakubo                                                                                    | 36                  |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Togoshi                                                                                         | 141                 |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Taniyama                                                                                        |                     |                      | 1 (Half<br>Damaged)                                         |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Kanohsaki                                                                                       | 24                  |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Shinoohsaki                                                                                     | 49                  |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Teukibashi                                                                                      | 39                  |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Futsukatsukaichi                                                                                | 64                  |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Shimotakanawa                                                                                   | 88                  | 10                   | 25                                                          |                                  | 3                               |                                                     |      |         |                                                                       |
|                                                                            | Shinagawajuku                                                                                   | 1691                | 14 (Half<br>Damaged) | 1422<br>(Mostly<br>Damaged)<br>160<br>(Slightly<br>Damaged) |                                  | 217<br>(Mostly<br>Damaged)      |                                                     |      |         |                                                                       |
| Record of<br>Personal Ex-<br>perience of<br>Big Earthquake<br>and Big Wind | In Kanemori Village, most houses were destroyed, turned up and down.                            |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         | Kanemori in<br>Katsushika Ward                                        |
| History of<br>Yedogawa Ward<br>Makaguchi Book                              | Sawagasaki Village, Number of Houses; 48, Population; 245, Totally Damaged; 8, Half Damaged; 13 |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         | Near Shinosaki in<br>Yedogawa Ward.                                   |
|                                                                            | Totally Damaged; 11, Half Damaged; 45                                                           |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         | Kusakawa Town in<br>Yedogawa Ward.                                    |
| (Kanagawa Pref.)                                                           |                                                                                                 |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
| History of<br>Kawasaki City                                                | Number of Houses; 1726, Totally Damaged; 21, Half Damaged; 38                                   |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         |                                                                       |
| History of<br>Yokohama City                                                | Ichiba Village, Number of Houses; 130, Totally Damaged; 1, Half Damaged; 2                      |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         | Near Ichibanaka-<br>machi, Ichiba-<br>yanato Town in<br>Teurumi Ward. |
|                                                                            | Ushichda Village, Number of Houses; 246, Totally Damaged; 4, Half Damaged; 1                    |                     |                      |                                                             |                                  |                                 |                                                     |      |         | Near Ushichda in<br>Teurumi Ward.                                     |

by T. Usami

附表5 図1.3に使用したデータ

| 地震  | 地 域                  |        | 震災当時の<br>戸数(世帯数) | 全壊戸数<br>(世帯数) | 全 壊 率<br>(%) | 全壊戸数<br>(世帯数) | 全壊家屋率<br>(%) |
|-----|----------------------|--------|------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 関東  | a) 東京府<br>区部         | 麹 町    | 10393            | 27            | 0.26         | 5793          | 55.74        |
|     |                      | 神 田    | 26610            | 2             | 0.01         | 24644         | 92.61        |
|     |                      | 麻 布    | 18334            | 269           | 1.47         | 15            | 0.08         |
|     |                      | 赤 坂    | 11151            | 529           | 4.74         | 1597          | 14.32        |
|     |                      | 四 谷    | 15296            | 252           | 1.65         | 438           | 2.86         |
|     |                      | 小 石 川  | 30935            | 387           | 1.25         | 849           | 2.74         |
|     |                      | 本 郷    | 26253            | 377           | 1.44         | 6443          | 24.54        |
|     |                      | 下 谷    | 40805            | 128           | 0.31         | 32050         | 78.54        |
|     |                      | 浅 草    | 56902            | 211           | 0.37         | 56145         | 98.67        |
|     |                      | 本 所    | 54987            | 18            | 0.03         | 54089         | 98.37        |
| 関東  | b) 東京府<br>郡部         | 深 川    | 42574            | 572           | 1.34         | 42654         | 100.19       |
|     |                      | 荏 原    | (57700)          | (1293)        | 2.24         | ( 243)        | 0.42         |
|     |                      | 豊 多 摩  | (68500)          | ( 559)        | 0.82         | ( 206)        | 0.3          |
|     |                      | 北 豊 島  | (96600)          | (5507)        | 5.7          | (7139)        | 7.39         |
|     |                      | 南 足 立  | (12900)          | (1099)        | 8.52         | ( 137)        | 1.06         |
|     |                      | 南 葛 飾  | (46100)          | (3423)        | 7.43         | (3313)        | 7.19         |
|     |                      | c) 横 浜 | (99840)          | (9800)        | 9.82         | (62608)       | 62.71        |
|     |                      | 横 須 賀  | (17010)          | (1764)        | 10.37        | (2094)        | 12.31        |
|     |                      | 都 筑    | ( 7130)          | ( 382)        | 5.36         | ( 6)          | 0.08         |
|     |                      | 三 浦    | (20570)          | (2571)        | 12.5         | ( 135)        | 0.66         |
|     | 神奈川県<br>市及び郡部        | 鎌 倉    | (13990)          | (4021)        | 28.74        | ( 670)        | 4.79         |
|     |                      | 中      | (21950)          | (7705)        | 35.1         | ( 284)        | 1.29         |
|     |                      | 足 柄 上  | ( 8500)          | (2075)        | 24.41        | ( 19)         | 0.22         |
|     |                      | 足 柄 下  | (16930)          | (6127)        | 36.19        | (2561)        | 15.13        |
|     |                      | 愛 甲    | ( 7130)          | 936           | 13.13        | ( 257)        | 3.6          |
|     |                      | 磯 東    | (20100)          | (1516)        | 7.54         | ( 14)         | 0.07         |
| 関東  | e) 千葉県<br>安房郡<br>町村部 | 北 条    | 1616             | 1502          | 92.95        | 18            | 1.11         |
|     |                      | 館 山    | 1618             | 1128          | 69.22        | 62            | 3.69         |
|     |                      | 神 戸    | 563              | 197           | 34.99        | 1             | 0.18         |
|     |                      | 館 野    | 507              | 478           | 94.28        | 2             | 0.39         |
|     |                      | 九 重    | 462              | 372           | 80.52        | 1             | 0.22         |
|     |                      | 稲 都    | 320              | 209           | 65.31        | 1             | 0.31         |
|     |                      | 船 形    | 1178             | 625           | 53.05        | 340           | 28.86        |
|     |                      | 八 束    | 340              | 71            | 20.88        | 1             | 0.29         |
|     |                      | 富 浦    | 960              | 690           | 71.88        | 3             | 0.31         |
|     |                      | 千 倉    | 1378             | 503           | 36.5         | 1             | 0.07         |
| 北但馬 | f) 兵庫県<br>淡路郡<br>町村部 | 千 歳    | 712              | 538           | 75.56        | 1             | 0.14         |
|     |                      | 我 田    | 562              | 381           | 67.79        | 1             | 0.18         |
|     |                      | 豊 岡    | 2178             | 213           | 9.78         | 1000          | 45.91        |
|     |                      | 内 川    | 305              | 14            | 4.59         | 28            | 9.18         |
|     |                      | 城 崎    | 702              | 42            | 5.98         | 548           | 78.06        |
|     |                      | 港      | 742              | 182           | 24.53        | 138           | 18.6         |
|     | 中 筋                  | 498    | 8                | 1.61          | 1            | 0.2           |              |

附表5 図1.3に使用したデータ

| 地域     | 地 域    | 震災当時の<br>戸数(世帯数) | 全焼戸数<br>(世帯数) | 全 焼 率<br>(%) | 全焼戸数<br>(世帯数) | 全焼家屋率<br>(%) |       |
|--------|--------|------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------|
| 丹 北 後  | 興田郡町村部 | 石 川              | 494           | 313          | 63.36         | 5            | 1.01  |
|        |        | 桑 飼              | 413           | 197          | 47.70         | 2            | 0.48  |
|        |        | 加 悦              | 835           | 191          | 22.87         | 17           | 2.04  |
|        |        | 三 河 内            | 351           | 51           | 14.53         | 68           | 19.37 |
|        |        | 岩 屋              | 292           | 148          | 50.68         | 2            | 0.68  |
|        |        | 市 堀              | 348           | 148          | 42.53         | 200          | 57.47 |
|        |        | 山 田              | 383           | 286          | 74.67         | 74           | 19.32 |
|        | 中郡町村部  | 岩 龍              | 821           | 425          | 51.77         | 48           | 5.85  |
|        |        | 峰 山              | 988           | 174          | 17.61         | 821          | 83.10 |
|        |        | 吉 原              | 387           | 289          | 74.68         | 70           | 18.09 |
|        |        | 五 箇              | 437           | 54           | 12.35         | 1            | 0.23  |
|        |        | 長 善              | 341           | 159          | 46.63         | 30           | 8.80  |
|        |        | 口 大 野            | 318           | 161          | 50.63         | 30           | 9.43  |
|        |        | 奥 大 野            | 154           | 74           | 48.05         | 14           | 9.09  |
|        |        | 常 吉              | 181           | 60           | 33.15         | 4            | 2.21  |
|        |        | 三 重              | 338           | 52           | 15.38         | 1            | 0.30  |
|        |        | 周                | 230           | 29           | 12.61         | 1            | 0.43  |
|        |        | 河 辺              | 275           | 25           | 9.09          | 3            | 1.09  |
|        |        | 中部町村部            | 新 山           | 368          | 61            | 16.58        | 1     |
|        | 丹 波    |                  | 341           | 180          | 52.79         | 15           | 4.40  |
|        | 横 野    |                  | 1093          | 461          | 42.18         | 278          | 25.43 |
|        | 民 誌    |                  | 304           | 162          | 53.29         | 115          | 37.83 |
|        | 木 津    |                  | 312           | 82           | 26.28         | 2            | 0.64  |
|        | 郷      |                  | 406           | 231          | 56.9          | 57           | 14.04 |
|        | 島 津    |                  | 564           | 307          | 54.43         | 144          | 25.53 |
|        | 島 取    |                  | 382           | 211          | 55.24         | 8            | 2.09  |
|        | 井      | 竹野郡町村部           | 溝 谷           | 389          | 2             | 0.51         | 1     |
| 豊 栄    |        |                  | 583           | 15           | 2.57          | 7            | 1.2   |
| 市島取    |        |                  | 10444         | 5690         | 54.46         | 247          | 2.36  |
| 中 村    |        |                  | 2338          | 1555         | 66.51         | 66           | 2.82  |
| 市福井    |        |                  | 17805         | 11404        | 64.05         | 2407         | 13.52 |
| 森 田    |        |                  | 1773          | 1723         | 97.18         | 43           | 2.43  |
| 中 藤 島  |        |                  | 806           | 805          | 99.88         | 1            | 0.12  |
| 岡 保    |        |                  | 544           | 557          | 86.49         | 3            | 0.47  |
| 東 藤 島  |        |                  | 747           | 744          | 99.6          | 3            | 0.4   |
| 松 岡    |        |                  | 1501          | 566          | 37.71         | 84           | 5.6   |
| 坂井郡町村部 |        | 五領ヶ島             | 300           | 243          | 81.0          | 1            | 0.33  |
|        |        | 芦 原              | 1254          | 912          | 72.73         | 1            | 0.08  |
|        |        | 細 呂 木            | 809           | 384          | 47.47         | 5            | 0.62  |
|        |        | 金 津              | 1230          | 845          | 68.7          | 304          | 24.72 |
|        |        | 丸 岡              | 1680          | 504          | 30.0          | 1176         | 70.0  |
|        | 高 棟    | 1366             | 1266          | 92.68        | 2             | 0.15         |       |

附表5 図1.3に使用したデータ

| 地震  | 地 域    |       | 震災当時の<br>戸数(世帯数) | 全壊戸数<br>(世帯数) | 全 壊 率<br>(%) | 全焼戸数<br>(世帯数) | 全焼家屋率<br>(%) |
|-----|--------|-------|------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 福井  | 坂井郡町村部 | 磯 部   | 880              | 862           | 97.95        | 3             | 0.34         |
|     |        | 春 江   | 2418             | 2297          | 95.0         | 121           | 5.0          |
|     |        | 大 石   | 568              | 565           | 99.47        | 1             | 0.18         |
|     |        | 大 開   | 415              | 409           | 98.55        | 2             | 0.48         |
|     |        | 本 荘   | 760              | 646           | 85.0         | 1             | 0.13         |
|     |        | 浜 四 郷 | 508              | 310           | 61.02        | 2             | 0.39         |
|     |        | 大 安 寺 | 450              | 159           | 35.33        | 3             | 0.67         |
|     | 丹生村郡部  | 三 方   | 392              | 12            | 3.06         | 1             | 0.26         |
| 伊豆沖 | 静岡県下   | 南 伊 豆 | (2637)           | (101)         | 3.83         | (5)           | 0.19         |

この表は、図1.3に使用したデータを示したもので、文献の抜粋箇所は次のとおりである。

- a) 大正震災誌第7編 P 12
- b) " " P 3
- c) " 内編 P 295
- d) " " P 299
- e) 関東地震調査報告，地質調査所，P 6～7
- f) 京都府及兵庫県震災地調査報文，商工省，P 23～24
- g) 北丹後烈震報告，中央気象台，P 34～36
- h) 鳥取地震概報 " P 27
- i) 昭和21年12月21日南海道大地震調査概報，中央気象台，P 53
- j) 福井震災誌，福井県，P 37～43
- k) 土木技術資料，16-7(1974)，P 38