

## 11 - 4 1923 年関東大震災と南関東の強震動

### The 1923 Great Kanto Earthquake Disaster and its strong ground motions in the southern Kanto district

諸井 孝文 (J-POWER 設計コンサルタント)

Takafumi Moroi (J-POWER Design Co., Ltd.)

#### 1. はじめに

1923 年関東地震は首都圏に最大級の被害を与え、その後の耐震設計や防災計画にひとつの基準を与えた地震である。この地震には数多くの調査報告書や各地の郷土史料に被害統計が残されており、今日においても被害の実態を垣間見ることができる。関東地震は近代化した首都圏を襲った唯一の巨大地震であり、残された資料に学ぶべき点は多い。ところが一方で、複数の資料を見比べると多くの相違点が散見され、それらが被害データの活用を妨げる原因となっていた。

本稿では諸井・武村(2002)<sup>1)</sup>、諸井・武村(2004)<sup>2)</sup>及び諸井・武村(2006)<sup>3)</sup>に基づき、1923 年関東地震の被害資料に対して詳細な検討を加え、その結果を踏まえて作成した被害データベースの概要を示す。次にそこから得られる関東大震災の特徴ならびに南関東の強震動と地形・地質との関連性について議論する。最後に関東大震災における大規模火災の原因とその再来について考察する。

#### 2. 住家被害及び人的被害のデータベース

1923 年関東地震の実像を伝える代表的な資料に震災予防調査会報告第 100 号がある。これは全 6 編で構成され、そのうちの甲(地震編)に載せられた今村(1925)<sup>4)</sup>の各府県別被害調査表(第 1 表)は、長期にわたり関東大震災の概要として取り上げられてきた。しかしながら、この表に示された被害データには次のような問題点が指摘される。

- ① それぞれの被害数の出典が記されていない
- ② 東京府の膨大な行方不明者数にも係らず、大規模火災が生じた東京市は異常に少ない
- ③ 家屋数の単位が建物棟数か世帯数か不明であり、かつ住家・非住家の区別が無い
- ④ 焼失・流失家屋数に全半壊家屋が含まれているのか不明である

一方、被災地全域を網羅した被害資料として松澤(1925)<sup>5)</sup>、内務省社会局(1926)<sup>6)</sup>及び内務省社会局(1924)<sup>7)</sup>があげられる。前半の 2 資料は第 1 図に見るとおり、地方自治体や管轄警察署の報告が主体である。最後の資料はそれとは異なり、地震直後に政府の勅令で設置された臨時震災救護事務局によって行われた全国一斉のアンケート方式による罹災者の後追い調査がまとめられている。このアンケート調査は、国による罹災状況の把握に加え、震災や復興に伴う人口動態調査が目的であった。

被害データの問題点の例として、第 2 図に松澤(1925)<sup>5)</sup>のデータ(松澤データ)と内務省社会局(1926)<sup>6)</sup>のデータ(内務省データ)の全壊数を比較する。埼玉県や千葉県では概ね一致するものの、東京市や神奈川県では違いが大きい。これは埼玉県や千葉県のデータに住家・非住家の分類があるのに対し、東京府や神奈川県では区別されていないこと、さらに東京市の内務省データの単位が他と異なり世帯数であることなどが原因である。また火災被害の大きい本所区、浅草区、神田区などの内務省データからは全壊後に焼失した世帯数が除かれているため、松澤データの全壊棟数よりも極端に少ない値が示されている。

こうした被害資料間のくい違いをデータの統計処理を介して取り除き、市区町村単位の住家被害ならびに人的被害のデータベースを作成した。第 2 表にはその府県ならびに主要 3 市の集計を示す。

### 3. 関東大震災の特徴

第 2 表によれば、関東大震災の住家被害は合計 37 万棟以上、総死者数は 10 万 5 千余名にのぼり、住家被害の約 57%、死者数の約 87% は火災が発生要因となっている。特に東京市と横浜市の焼死者をあわせると総死者数の約 86% を占め、両市の火災が大震災の中心と見て間違いはない。ところが同時に、揺れによる住家全壊あるいは津波や山崩れ等による流失・埋没からも膨大な犠牲者が生じている。住家全壊による死者数 11,086 名だけを見ても 1891 年濃尾地震 (7,273 名) や 1995 年兵庫県南部地震 (関連死除き 5,504 名) を凌ぐ大きさであり、関東大震災は甚大な火災被害に留まらず、あらゆる震災が首都圏を含む南関東一円を同時に襲った歴史的な災害であったと言える。

市区町村別の住家全壊率及び震度の分布を第 3 図、被害要因別の死者数の分布を第 4 図にそれぞれ示す。震源断層の直上から埼玉県東部にかけての一带で高い全壊率や震度の広がりが見られている。ところが被災状況は一様ではなく、地域ごとのばらつきが目立つ。また住家全壊を要因とした死者数は当然ながら住家全壊率と対応して広く分布するが、火災や流失・埋没による死者はそれと異なり局所的に発生し、特に焼死者は東京市と横浜市で極端に集中していたことが良くわかる。また大正期の基幹産業であった紡績工場などの産業施設において、作業場や寄宿舎で就寝中あるいは移動中の女工などの職工に大量の犠牲者が発生したことは、当時の社会背景を知る上からも見逃せない。

住家全壊率及び焼失率に伴う死者の増加率を第 5 図に示す。これは焼失率が全壊率の 10 分の 1 以下の市区町村を非火災地域、それ以上を火災地域と定義し、左図は非火災地域の全壊率  $Y$  に伴う死者増加率、右図は火災地域の焼失率  $Y_B$  に伴う死者増加率を表している。ここで死者増加率とは実際の死者数  $D$  と住家全壊による死者数の推定値  $D_0$  の比としており、 $D_0$  は非火災地域の分析をふまえて全壊住家の居住者の 1.634% と見なしている。非火災地域の左図は、揺れが強く全壊率が大きい地域においても全壊住家 1 棟あたりの死者数に大きな変化が見られない。これに対し火災地域の右図からは焼失率に伴って死者数が大幅に増加する傾向が認められ、平均的に見ると焼失率が 80% を越えた地域では火災が無い場合の 15 ~ 30 倍の死者が発生したことを示している。

### 4. 住家全壊率から推定される強震動

先の第 3 図では住家全壊率ないし震度の広がりが一様ではないことを述べた。この現象は強震動が震源からの距離ばかりでなく、地形・地質などの地盤条件に左右される可能性を示唆している。そのことを明確にするため、第 6 図では南関東の地形・地質を地質調査所 (1995)<sup>8)</sup> より作成し、震度分布との関係について示している。震源断層直上に位置する神奈川県相模川低地や酒匂川低地、千葉県の館山低地では大半が震度 7 に達しており、周辺の台地・丘陵地にも震度 6 強以上の強い揺れが生じている。一方、震源から離れた埼玉県東部の中川低地・荒川低地から東京湾沿岸の東京低地にも高震度の帯が発生し、台地との境界をトレースするように震度 6 弱以上が認められる。

次に、埼玉県東部から東京湾沿岸に現れた沖積低地の強震動についてさらに考える。これらの低地は江戸初期まで利根川や荒川などの大河川が集合する地域であり、それが高震度の帯と密接に関連する可能性が高い。大河川が現在の流路に改変される以前の水脈想定図を吉田 (1910)<sup>9)</sup> より引用し、震度分布と重ねて第 7 図に示す。大宮台地東側の中川低地には荒川、利根川、太日川というかつての大河川が流れており、その流域と高震度の帯が見事に一致する。大宮台地と武蔵野台地間の

荒川低地も同様であり、中心を流れる入間川に沿って高い震度が広がっている。埼玉県東部に認められるこのような高震度の原因として大河川流域の堆積地盤の影響が考えられるが、それ以上に大河川を形成した基盤の谷地形が根本的な要因と見た方が合理的である。最近では本震直後の余震やフィリピン海プレートの深さが埼玉県東部の強震動の原因とする議論もあるが、低地に沿って北に伸びる高震度の帯を考えるにあたり、深く刻まれた基盤構造の影響は無視できないであろう。

## 5. 火災による大震災の原因と再来

中村 (1925)<sup>10)</sup>によれば関東大震災における東京府の火元の数 は 163 個であるが、そのうち延焼火災に発展した起災火元は 84 個であった。これに対し 1855 年安政江戸地震の起災火元は 66 個であり、両者に著しい違いは無い。しかしながら焼失面積は大きく異なり、安政江戸地震の 1.5km<sup>2</sup> (中村・他 (2005)<sup>11)</sup>) に比べると関東大震災は 38km<sup>2</sup> (中村 (1925)<sup>10)</sup>) と極端に広い。

焼失面積の違いの原因として風の影響が考えられる。安政江戸地震当時の天候は薄曇り、風は微風に対し、関東大震災時は前日に九州の有明海上陸した台風が勢力を弱めながら日本海を北上し、曇りがちで蒸し暑く、帽子を飛ばすほどの突風が吹いていた。関東大震災における大規模な延焼火災とそれに伴う膨大な数の焼死者は、こうした気象条件が強く影響したものと考えられる。

藤原 (1924)<sup>12)</sup>は、関東地震前後の東京の気圧、気温、風向、風速を記録している。その中から東京元衛町 (大手町) の中央气象台で観測された風速の変化を第 8 図に示す。本所被服廠跡で火災旋風が発生した 9 月 1 日 16 時以降から風速は急激に増加し、23 時には約 22m/s のピークを迎えている。しかしながら藤原 (1924)<sup>12)</sup>は、同日夜半前後に風速が強まったのは神田日本橋方面の猛火のためと推測している。つまり大規模火災をもたらした風速は、発震時の正午から火災旋風拡大前の 18 時の 10 ~ 15m/s とするのが妥当である。次に現在の風速を理科年表の 1991 年 ~ 2020 年平均値で調べると、東京において日最大風速が 15m/s 以上となる日数は 0.4 日 / 年となっている。つまり大震災をもたらした風速を超える 15m/s 以上の強風は、2.5 年に 1 回程度の発生が予想されることになる。大震災時の強風はそれほど特殊な気象条件とは言えず、大地震との同時発生も想定すべき事象であろう。

## 6. まとめ

1923 年関東大震災に関する既往資料の問題点を分析し、その結果をふまえて住家被害と人的被害のデータベースを作成した。総死者数 10 万 5 千余名の約 86% は東京市及び横浜市の焼死者であり、両市の大規模火災をこの大震災の中心と見て間違いはない。ところが同時に、揺れ・津波・山崩れ等のあらゆる震災が首都圏を含む南関東一円で同時に襲った歴史的な災害であったとも言える。住家全壊率から強震動を推定すると、震源断層直上から埼玉県東部の沖積低地に震度 6 弱から震度 7 に至る高震度地帯が現れ、南関東の地形・地質ならびに旧河川流路との強い相関が認められた。関東大震災における大規模火災の主要因は台風の余波による風速 10 ~ 15m/s の強風であったが、この程度の強風は特殊な気象条件とは言えず、大地震との同時発生も想定すべき事象であろう。

(J-POWER 設計コンサルタント 諸井 孝文)

MOROI Takafumi

## 参考文献

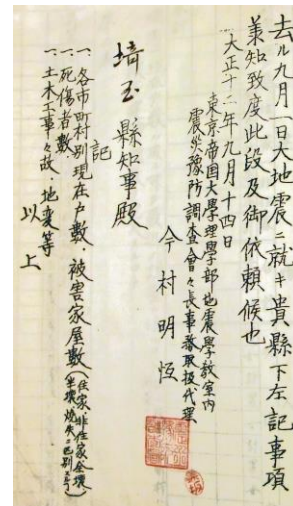
- 1) 諸井・武村 (2002), *日本地震工学会論文集*, **2**, 35-71. 関東地震 (1923 年 9 月 1 日) による木造住家被害データの整理と震度分布の推定.
- 2) 諸井・武村 (2004), *日本地震工学会論文集*, **4**, 21-45. 関東地震 (1923 年 9 月 1 日) による被害要因別死者数の推定.
- 3) 諸井・武村 (2006), *歴史地震*, **21**, 47-58. 1923 年関東地震における死者発生のプロセスー 1855 年安政江戸地震との比較をふまえてー.
- 4) 今村 (1925), *震災予防調査会報告*, **100(甲)**, 21-140. 関東大地震調査報告.
- 5) 松澤 (1925), *震災予防調査会報告*, **100(甲)**, 163-260. 木造建築物に依る震害分布調査報告.
- 6) 内務省社会局 (1926), *大正震災志 (上)*, 1236pp.
- 7) 内務省社会局 (1924), *震災調査報告*, 162pp.+141pp.
- 8) 地質調査所 (1995), *100 万分の 1 日本地質図第 3 版 CD-ROM 版*, 数値地質図 G-1.
- 9) 吉田 (1910), *利根治水考*, *日本歴史地理学会*, (復刻版, 1974, 崙書房), 254pp.
- 10) 中村 (1925), *震災予防調査会報告*, **100(戊)**, 81-134. 大地震による東京火災調査報告.
- 11) 中村・茅野・松浦 (2005), *歴史地震*, **20**, 223-232. 安政江戸地震 (1855) の江戸市中の焼失面積の推定.
- 12) 藤原 (1924), *関東大震災調査報告 (気象篇)*, 中央气象台, 161pp.
- 13) Kanamori (1971), *Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo*, **49**, 13-18. Faulting of the great Kanto earthquake of 1923 as revealed by seismological data.

第 1 表 今村 (1925)<sup>1)</sup> による各府県別被害調査表.

Table 1 Damage survey table for each prefecture by Imamura(1925).

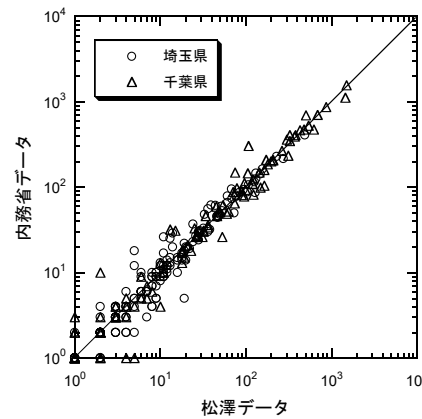
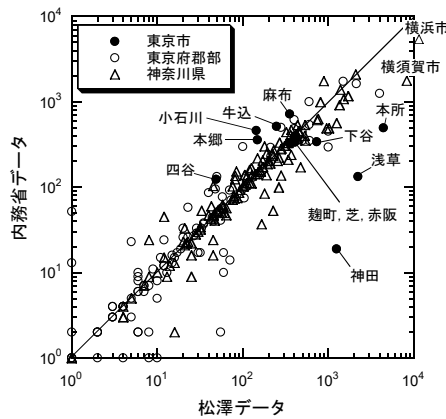
第二表 大正十二年九月一日大地震  
各府県別被害調査表

| 府 県                | 死者<br>ノ数 | 傷者<br>ノ数 | 行 方<br>不明者 | 家 屋 数  |        |        |     | 合計<br>(合計<br>除ク) |
|--------------------|----------|----------|------------|--------|--------|--------|-----|------------------|
|                    |          |          |            | 全潰     | 半潰     | 焼失     | 流失  |                  |
| 神奈川<br>(横須賀<br>横浜) | 29065    | 56269    | 4002       | 62887  | 52863  | 68569  | 136 | 131592           |
| 横須賀市               | 23440    | 42053    | 3183       | 11615  | 7992   | 58981  |     | 70496            |
| 横浜市                | 540      | 982      | 125        | 8300   | 2500   | 3500   |     | 11800            |
| 東京府<br>(東京市<br>含む) | 68215    | 42135    | 39304      | 20179  | 34632  | 377907 |     | 398086           |
| 東京市                | 59065    | 15674    | 1055       | 3886   | 4230   | 366262 |     | 370148           |
| 千葉県                | 1335     | 3426     | 7          | 31186  | 14919  | 647    | 71  | 31904            |
| 埼玉県                | 316      | 497      | 95         | 9268   | 7577   |        |     | 9268             |
| 山梨県                | 20       | 116      |            | 1763   | 4994   |        |     | 1763             |
| 静岡県                | 375      | 1243     | 68         | 2298   | 10219  | 5      | 661 | 2964             |
| 茨城県                | 5        | 40       |            | 517    | 681    |        |     | 517              |
| 長野県                |          |          |            | 45     | 176    |        |     | 45               |
| 栃木県                |          | 3        |            | 16     | 2      |        |     | 16               |
| 群馬県                |          | 4        |            | 107    | 170    |        |     | 107              |
| 合 計                | 99331    | 103733   | 43476      | 128266 | 126233 | 447128 | 868 | 576262           |



第 1 図 審査予防調査会から埼玉県への調査依頼書.

Fig. 1 Damage investigation request letter from the Investigation Committee to Saitama Prefecture.



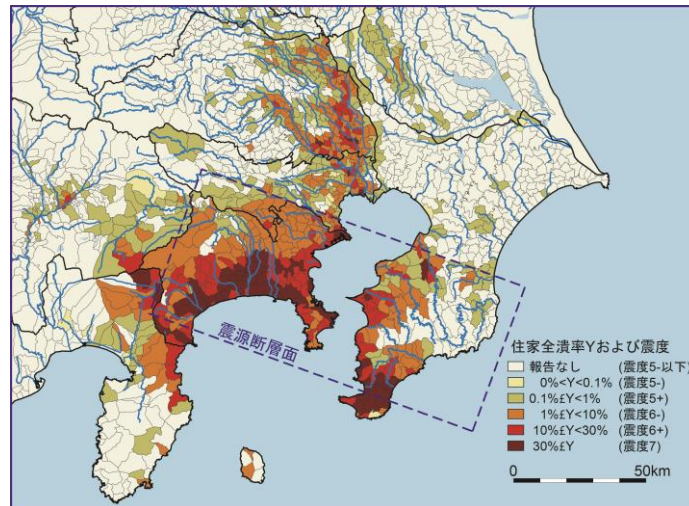
第 2 図 松澤データと内務省データの全壊数の比較.

Fig. 2 Comparison of collapse numbers between the Matsuzawa data and the Ministry of Home Affairs data.

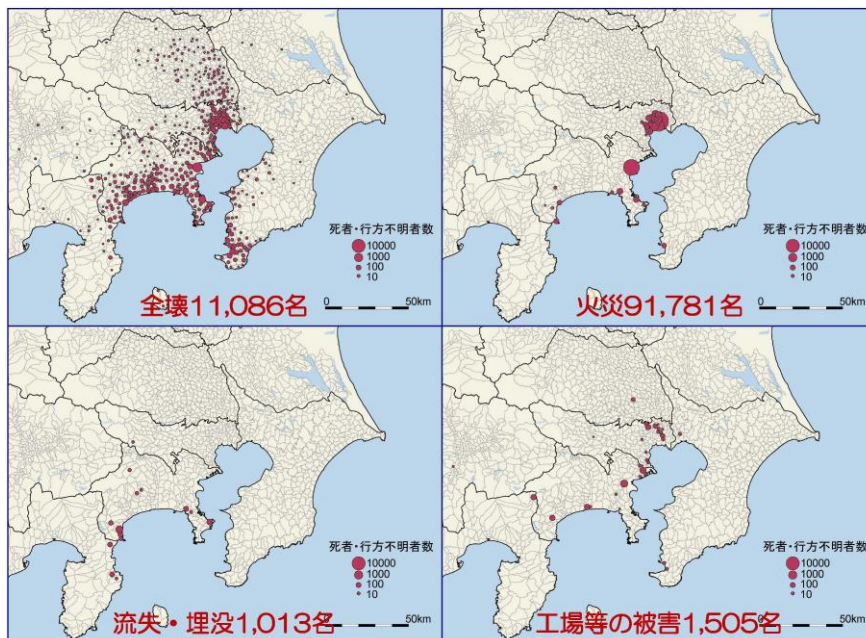
第 2 表 市区町村データベースに基づく住家被害棟数及び死者数の集計.

Table 2 Statistics of structural damage and casualties based on the detailed database.

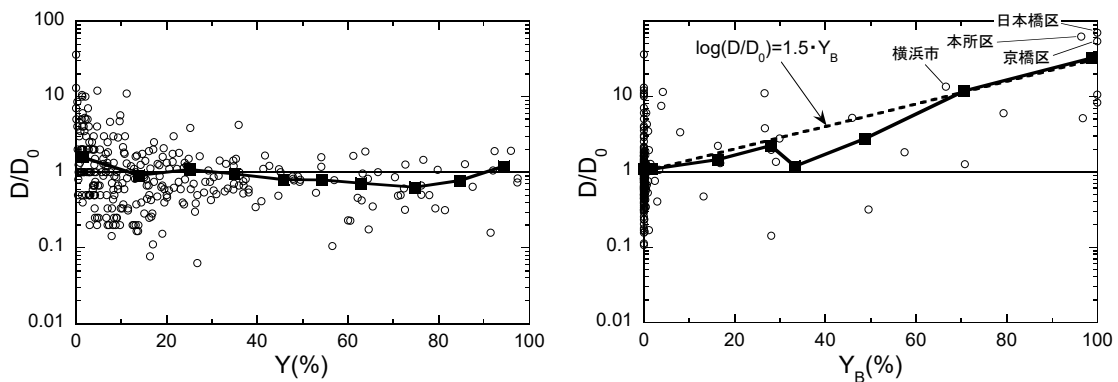
| 府 県  | 住家被害棟数 |             |        |             |        |          |        | 死者数(行方不明者含む) |       |          |            |        |
|------|--------|-------------|--------|-------------|--------|----------|--------|--------------|-------|----------|------------|--------|
|      | 全潰     | (うち<br>非焼失) | 半潰     | (うち<br>非焼失) | 焼失     | 流失<br>埋没 | 合 計    | 住家<br>全潰     | 火災    | 流失<br>埋没 | 工場等<br>の被害 | 合 計    |
| 神奈川県 | 63577  | 46621       | 54035  | 43047       | 35412  | 497      | 125577 | 5795         | 25201 | 836      | 1006       | 32838  |
| 東京府  | 24469  | 11842       | 29525  | 17231       | 176505 | 2        | 205580 | 3546         | 66521 | 6        | 314        | 70387  |
| 千葉県  | 13767  | 13444       | 6093   | 6030        | 431    | 71       | 19976  | 1255         | 59    | 0        | 32         | 1346   |
| 埼玉県  | 4759   | 4759        | 4086   | 4086        | 0      | 0        | 8845   | 315          | 0     | 0        | 28         | 343    |
| 山梨県  | 577    | 577         | 2225   | 2225        | 0      | 0        | 2802   | 20           | 0     | 0        | 2          | 22     |
| 静岡県  | 2383   | 2309        | 6370   | 6214        | 5      | 731      | 9259   | 150          | 0     | 171      | 123        | 444    |
| 茨城県  | 141    | 141         | 342    | 342         | 0      | 0        | 483    | 5            | 0     | 0        | 0          | 5      |
| 長野県  | 13     | 13          | 75     | 75          | 0      | 0        | 88     | 0            | 0     | 0        | 0          | 0      |
| 栃木県  | 3      | 3           | 1      | 1           | 0      | 0        | 4      | 0            | 0     | 0        | 0          | 0      |
| 群馬県  | 24     | 24          | 21     | 21          | 0      | 0        | 45     | 0            | 0     | 0        | 0          | 0      |
| 合 計  | 109713 | 79733       | 102773 | 79272       | 212353 | 1301     | 372659 | 11086        | 91781 | 1013     | 1505       | 105385 |
| (うち) |        |             |        |             |        |          |        |              |       |          |            |        |
| 東京市  | 12192  | 1458        | 11122  | 1253        | 166191 | 0        | 168902 | 2758         | 65902 | 0        | 0          | 68660  |
| 横浜市  | 15537  | 5332        | 12542  | 4380        | 25324  | 0        | 35036  | 1977         | 24646 | 0        | 0          | 26623  |
| 横須賀市 | 7227   | 3740        | 2514   | 1301        | 4700   | 0        | 9741   | 495          | 170   | 0        | 0          | 665    |



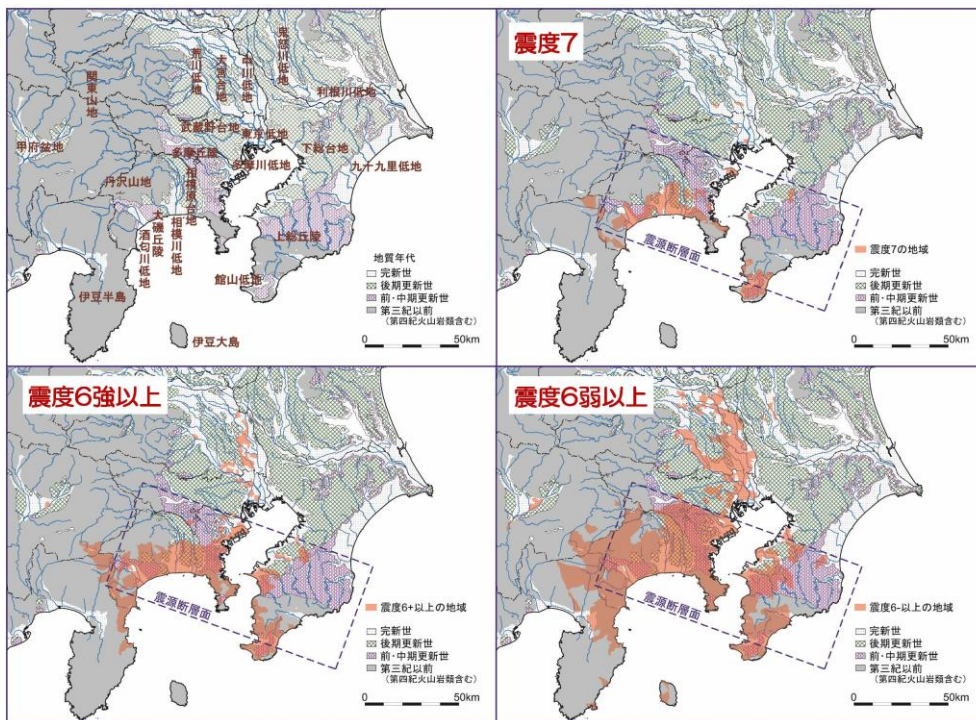
第 3 図 市区町村別の住家全壊率及び震度の分布. 破線は Kanamori(1971)<sup>13)</sup> による震源断層の地表投影を示す.  
 Fig. 3 Distribution of housing collapse rate and seismic intensity. Broken lines indicate surface projection of the fault plane after Kanamori(1971)<sup>13)</sup>.



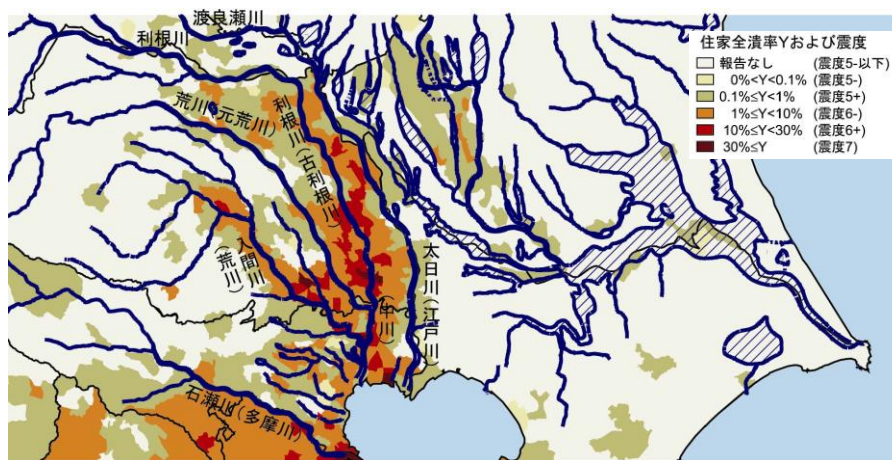
第 4 図 被害要因別の死者数の分布.  
 Fig. 4 Distribution of death tolls by cause of death.



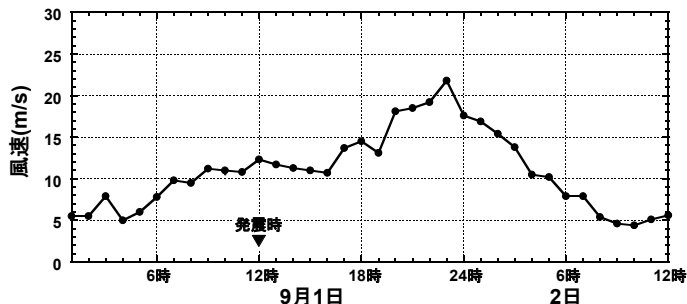
第 5 図 非火災地域の住家全壊率 Y 及び火災地域の焼失率 YB に伴う死者増加率.  
 Fig. 5 Increase rate of death toll due to collapse rate Y in non-fire areas and burnt down rate YB in fire areas.



第 6 図 南関東の地形・地質と震度分布の関係.  
 Fig. 6 Relationship between topography/geology and seismic intensity distribution in southern Kanto district.



第 7 図 埼玉県東部から東京湾に至る地域の旧河川流路と震度分布の関係.  
 Fig. 7 Relationship between old river flows and seismic intensity distribution in the area from eastern Saitama Prefecture to Tokyo Bay.



第 8 図 1923 年関東地震当時の東京元衛町(大手町)の中央気象台における風速.  
 Fig. 8 Wind speeds observed at the Central Meteorological Observatory in Motoeicho(Otemachi), Tokyo at the time of the 1923 Kanto Earthquake.