

1923年関東地震における死者発生のプロセス

—1855年安政江戸地震との比較をふまえて—

鹿島小堀研究室* 諸井 孝文・武村 雅之

Generation process of casualties during the 1923 Kanto earthquake

—Based on comparisons with casualty factors in the 1855 Ansei-Edo earthquake—

Takafumi MOROI and Masayuki TAKEMURA

Kobori Research Complex, Kajima Corporation, 6-5-30 Akasaka, Minato-ku,
Tokyo, 107-8502 Japan

The Kanto earthquake (Mj7.9) of September 1, 1923 induced extremely large number of casualties caused by building collapses, fires following the earthquake, tsunamis, debris flows and landslides. Among these causes of death, fires that spread throughout huge area in the city of Tokyo and Yokohama dominantly determined the mortality level of this disaster. In fact, fires killed some 92,000 people of total death toll recorded in excess of 105,000. The casualties from the fires reached about 66,000 in Tokyo and 25,000 in Yokohama. These destructive fires were fueled by collapsed houses due to the strong shaking. In the Ansei-Edo earthquake of 1855, which hit the Tokyo metropolitan area as well as the 1923 earthquake, fires did not spread seriously and less people were burned to death though numerous houses were totally collapsed. This fact suggests that the strong gusts of wind after the occurrence of the 1923 Kanto earthquake were a major factor to increase the area of spreading fires and the human casualty level in this earthquake.

§1. はじめに

1923年(大正十二年)9月1日に発生した関東地震(Mj7.9, Mj:気象庁マグニチュード)の被害実数は諸井・武村(2002)や諸井・武村(2004)によって詳しく再調査され、南関東から東海地方に至る1府9県の被害の実態が明らかにされた。それによれば、全半潰・焼失・流失・埋没の被害を受けた住家は総計372,659棟にのぼり、あわせて105,385名の死者・行方不明者が発生した。このように膨大な量の被害は、人口および資源の集中化が進む首都圏をM8クラスの地震が襲ったことがまず原因としてあげられる。しかしながら、10万人以上の犠牲者の発生をこの一因に帰することはできない。今後の地震防災を考える上でも、人的被害の発生要因ならびに各要因の影響度は重要な検討課題と考えられる。

こうした観点から諸井・武村(2004)は、被災した各市区町村の住家全潰数や焼失数と死者発生数の関係を導き出し、その結果から被害要因別の人的被害規模を推定した。データのマクロ分析に基づくこのような方法は厳密と言えないまでも、ほとんどの死者について死亡原因が特定できない状況においては、ある程度の合理性を持った推定方法として受け入れられよう。

地震のタイプは異なるが、首都圏を襲ったことで共通する地震に1855年(安政二年)の江戸地震(1855年安政江戸地震)がある。この地震による主たる被害は揺れによる家屋倒潰であり、江戸下町を中心に武家・町人あわせて7,000名[東京都(1973)]ないし1万名[宇佐美(2003)]の死者が発生した。一方、関東地震による東京都心部の人的被害について、各警察署の検視をまとめた竹

* 〒107-8502 東京都港区赤坂6-5-30

内（1925）による詳細なデータがある。それには東京府 60,198 名の死者が男女別、死因別に分類され、町丁目番地ごとに整理されている。このデータから死因ごとの死者数分布を求めて安政江戸地震と比較することで、関東地震による巨大な人的被害の発生プロセスが明らかになる可能性がある。

本稿ではこれらのデータを用い、1923 年関東地震の人的被害規模を決定づけた要因について議論する。特に東京都心部（旧東京市 15 区）に対しては、1855 年安政江戸地震に関する既往の調査結果と比較しながら考察する。

§ 2. 南関東全域の人的被害とその要因

2.1 被害総数

関東地震によって発生した住家被害数および死者・行方不明者数の集計値を表 1 に示す。住家被害数の単位に関しては、これまでの被害統計に見られた不均質さ [武村・諸井 (2001)] を修正し、被害数を住家棟数に統一したデータとなっている。またデータの重複を避けるため、全半潰後に焼失した住家数が個別に評価されている。半潰を除く合計数（非焼失全潰、焼失、流失埋没の合計棟数）は 293,387 棟となるが、この数はよく知られた今村（1925）の被害調査表の約半数でしかない。諸井・武村（2002）によれば、これは今村（1925）の半潰を除く合計数が、全潰後焼失数の二重評価、全潰住家数と全潰非住家数の合算、東京市や横浜市における焼失戸数の集計などにより、あわせて 28 万棟以上が過大となっていることによる。また死者・行方不明者についても今村（1925）には矛盾点が認められ、東京府におけるかなりの数の行

方不明者が死者数と重複して集計されている可能性が高い [諸井・武村 (2004)]。そのため表 1 と比較して約 3 万 7 千名が過大評価と考えられる。

死者数について被害要因別に分類されているので、その割合を図 1 に示す。火災による死者は死者数全体の 87% を占める 91,781 名であり、そのうちの大部分は東京市と横浜市で犠牲となった。このように関東地震で大量の人的被害が発生した第一の原因は両市での大規模な火災にある。その一方で住家全潰による死者数も全体の 1 割を超え、11,086 名にのぼる。この数はすでに 1891 濃尾地震の 7,273 名や 1995 年兵庫県南部地震の 5,504 名（震災関連死を除く死者・行方不明者数）を凌ぐ大きさである。また津波や土砂災害による死者は全体の 1% 程度であるが 1 千名を超え、決して少ない数ではない。さらに特筆すべきは、当時の基幹産業であった紡績工場などの産業施設の倒潰や火災によって 1,505 名が犠牲になったことである。当時の工場は昼夜 2 交代制であり、犠牲者の多くは就寝中あるいは昼食後に移動中の女工であった。寄宿舎の全潰や焼失、渡り廊下の煉瓦塀の倒潰などが原因となっており、454 名の社員・工員が死亡した工場もある。

このように、1923 年関東地震は火災の他、揺れによる住家倒潰、津波や土石流による流失被害、山地崩壊による埋没被害など、あらゆる種類の地震災害が同時にかつそれぞれが大規模に発生した地震であった。その中でも火災被害は特に大きく、死者 10 万 5 千余名という巨大な人的被害を決定づけた主要因が、東京市ならびに横浜市における大規模火災と考えて間違いはない。

表 1 1923 年関東地震による被害集計 [諸井・武村 (2004)]

府 県	住家被害棟数						死者数(行方不明者含む)					
	全潰	(うち)非焼失	半潰	(うち)非焼失	焼失	流失埋没	合計	住家全潰	火災	流失埋没	工場等の被害	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

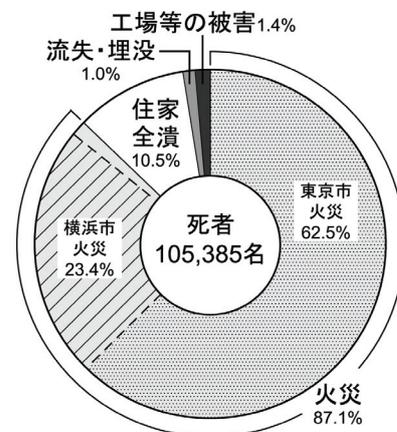


図 1 死者数の被害要因別の割合

2.2 被害要因別の死者数分布

住家全潰、火災、流失・埋没および工場等の被害によって発生した市区町村別の死者数の分布を図2に示す。住家全潰による死者の発生地点は諸井・武村（2002）の震度分布と対応し、被災地全域にわたっている。より詳細に見れば、例えば千葉県南部などで河川に沿った分布が認められる。このように住家全潰による死者が広範囲に生じたのに対し、火災あるいは流失・埋没は局所的に大きな人的被害を伴ったことがわかる。また工場等の全半潰や焼失による死者の発生は1府5県に及び、特定の地域に限った事例ではない。各地の工場が共通して耐震性に劣る労働環境にあったという関東地震当時の社会状況の一端が伺える。

§3. 東京都心部における人的被害とその要因

3.1 旧東京市15区の被害分布

東京市（山手線内側と隅田川両岸にほぼ相当）においては住家全潰（全潰後焼失を含む）が12,191棟に対して焼失は166,191棟と膨大であり、焼失

被害の実に約78%が東京市に集中した。このような東京市の大規模火災による犠牲者は65,902名に達し、住家全潰による2,758名を加えると人的被害の約65%が東京市で発生したと推定される。

図3は東京市各区の被害分布である。被害は東京市全域で発生した訳ではなく、主に沖積層の厚い東半部で生じたことがわかる。麻布、赤坂、四谷、牛込、小石川の各区では全半潰や焼失を免れた住家も多く、これらの区では一部の地域に被害が集中したと思われる。さらに全潰率に比較して焼失率は極めて高く、東半部では約70%ないし100%に達している。このような住家被害の傾向を反映し、人的被害もまた東部地域における焼死者数が圧倒的である。

各区の被害状況について郷土史料を調べると、本稿最終ページの表2のような記述がある。表には全潰棟数と焼失棟数を併記した。全潰・焼失とも大規模であった本所区、深川区、浅草区および神田区に関しては、倒潰家屋の多さとともに区内の大半が焼失したという凄惨な被害状況を異口同

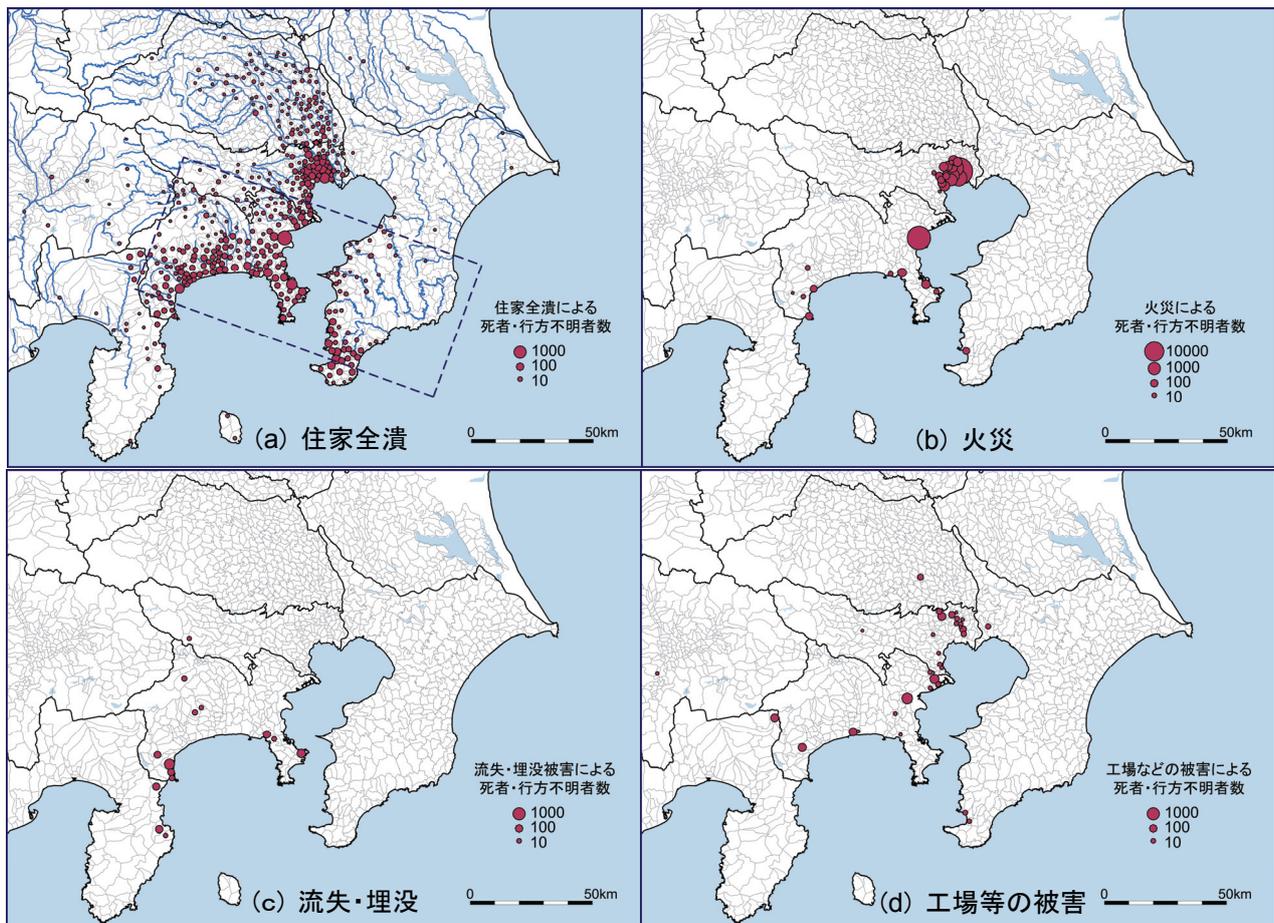


図2 被害要因で分けた市区町村別死者数の分布 [諸井・武村 (2004)]. (a)の破線は Kanamori (1971) による震源断層の地表投影を示す。

音に伝えている。一方、京橋区では「震災直後の被害は僅少」であるにも関わらず、その後の火災によって「月島・佃島の一部を僅か残して悉く焦土と化した」ことが説明されており、全潰棟数および焼失棟数の規模と対応する。さらに被災地域が局所的であったと思われる赤坂区については「本区の下町方面」、小石川区は「諏訪町付近の焼失区域及び江戸川沿岸、千川谷の倒壊区域」に被害が集中したという、この推測を支持する状況が

記されている。なお被害が比較的軽微な地域の中でも麻布区や牛込区は、火災被害がほとんど生じなかったことを勘案すると、率で数%とはいえ500~600棟の全半潰住家の発生は特記されることであろう。麻布区に関する「火災の損害の尠少な比較して、震災による家屋の倒壊は比較的多数に上った」という記述は、このことを考慮すると理解できる。このように、各区に伝えられる被害の状況は図3の被害分布と調和的である。例外的に下谷区は、全半潰が約1,400棟と他の区と比べて少なくないにも関わらず「地震被害は金杉上・下町・龍泉寺町を除いてさ程のこともなかった」と述べている。下谷区でも全半潰家屋は一部の地域に集中して発生した可能性が考えられる。

このように郷土史料に記された被害状況は図3の被害分布とよく整合し、データの有効性が確認される。一方、東京府あるいは東京市の人的被害に関しては竹内(1925)や緒方(1925)が震災予防調査会報告にまとめた死因別・男女別の詳細なデータがある。次に竹内(1925)のデータに注目し、諸井・武村(2004)のデータとの対応を調べた上で震度と死者数の関係について検討する。

3.2 震度分布と死者数の関係

竹内(1925)による死者調査表は、東京府の60,198名の死者が死因別および男女別に分離され、町丁目番地単位の細かさで整理されたものである。

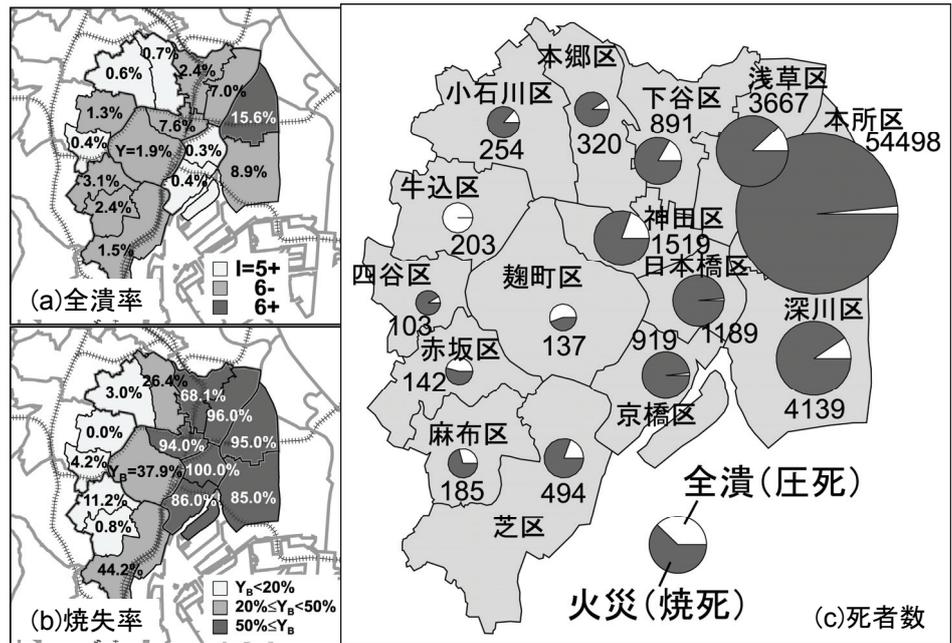


図3 東京市15区の被害分布。(a)と(b)の背景は現在のJRと23区境界。

このデータは「東京府下各警察署の検視したものを計上した」とあるので信頼性は高い。そのうち東京市の死者数について諸井・武村(2004)と比較して表3に示す。区によっては両者のデータに数値の開きが認められるものの、竹内(1925)の総死者数は58,420名であり、行方不明者を約1万名[内務省社会局(1926)]とみなすと諸井・武村(2004)の68,660名とよく一致する。また焼死52,178名と溺死5,358名を火災による死者と考えると全体の約98.5%となり、諸井・武村(2004)による約96%を多少上回るが対応した値となる。

表3 東京市における死因別死者数の比較

区	竹内(1925)					諸井・武村(2004)		
	圧死	焼死	溺死	その他	合計	全潰	火災	合計
麹町区	58	16	12	18	104	76	61	137
神田区	37	801	5	0	843	298	1221	1519
日本橋区	24	229	56	0	309	17	1172	1189
京橋区	34	254	8	0	296	17	902	919
芝区	148	115	4	3	270	96	398	494
麻布区	35	0	0	0	35	54	131	185
赤坂区	61	15	0	0	76	65	77	142
四谷区	3	1	0	0	4	9	94	103
牛込区	36	0	0	17	53	203	0	203
小石川区	95	2	0	119	216	34	220	254
本郷区	21	34	0	0	55	29	291	320
下谷区	42	166	0	0	208	149	742	891
浅草区	70	1974	200	0	2244	442	3225	3667
本所区	31	46985	1477	0	48493	878	53620	54498
深川区	32	1586	1213	0	2831	391	3748	4139
水上	0	0	2383	0	2383			
合計	727	52178	5358	157	58420	2758	65902	68660

(注)竹内(1925)が死者数のみであるのに対し、諸井・武村(2004)は行方不明者数を含む。

一方、圧死 727 名と住家全潰による死者 2,758 名には若干の相違が見られる。倒潰による圧死体が火災に遭遇し、そのうちの何体かが検視によって焼死と見なされた可能性もあるがよくわからない。

竹内（1925）のデータによれば東京市で 55,938 名の死亡場所が特定される。その死者数を町丁目単位で集計し、武村（2003a）による震度分布に重ねて図 4 に示す。図では圧死者および焼死者と溺死者の数をシンボルの大きさで表している。圧死者は、山の手では現在の赤坂見附から新橋、大手町と皇居を半周して神田川に伸びる地域、港区麻布周辺、また下町では台東区北部や墨田区、江東区に分布し、震度の高い地域を中心に広範囲に発生したことがわかる。一箇所ですべての圧死者が発生した場所は、芝区三田四國町日本電気工場 93 名、麴町区八重洲町内外ビルディング 46 名、小石川区久堅町博文館工場 40 名、浅草区千束町凌雲閣 34 名などであり、100 名を超えたところはない。一方、焼死および溺死に関しては、本所区被服廠跡の焼死 44,030 名が圧倒的であるが、その他にも浅草区の田中小学校（焼死 1,081）、吉原公園（焼死 490）、本所区の横川橋周辺（焼死 775、溺死 427）、枕橋周辺（焼死 157、溺死 370）、錦糸町駅構内（焼死 630）、深川区の伊豫橋周辺（焼死 209、溺死 140）、油堀川岸（溺死 417）、神田区の神田駅ガード下（焼死 108）などで大きな被害が生じている。このように焼死・溺死者は大規模火災地域に集中して発生したが、やはり震度との相関も認められる。

そこで、震度と死者数の関連性を見るために、各町丁目の人口〔東京市役所（1922）〕と圧死者数、焼死者数を震度で集計して図 5 に示す。このうち焼死者数は震度 6 強の被服廠跡の 44,030 名が支配的であるため、

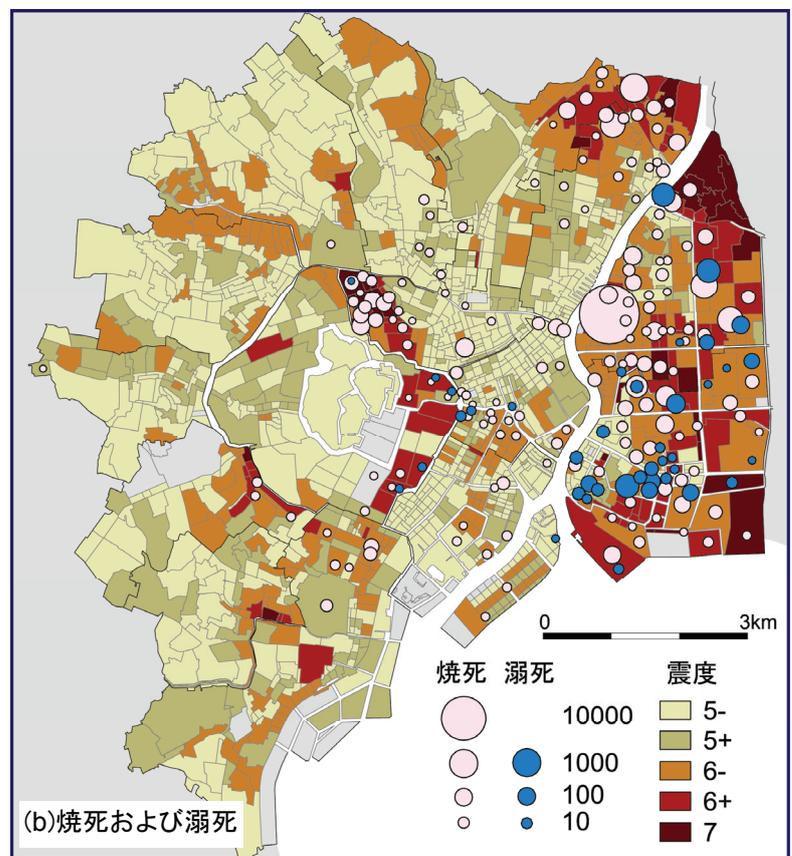
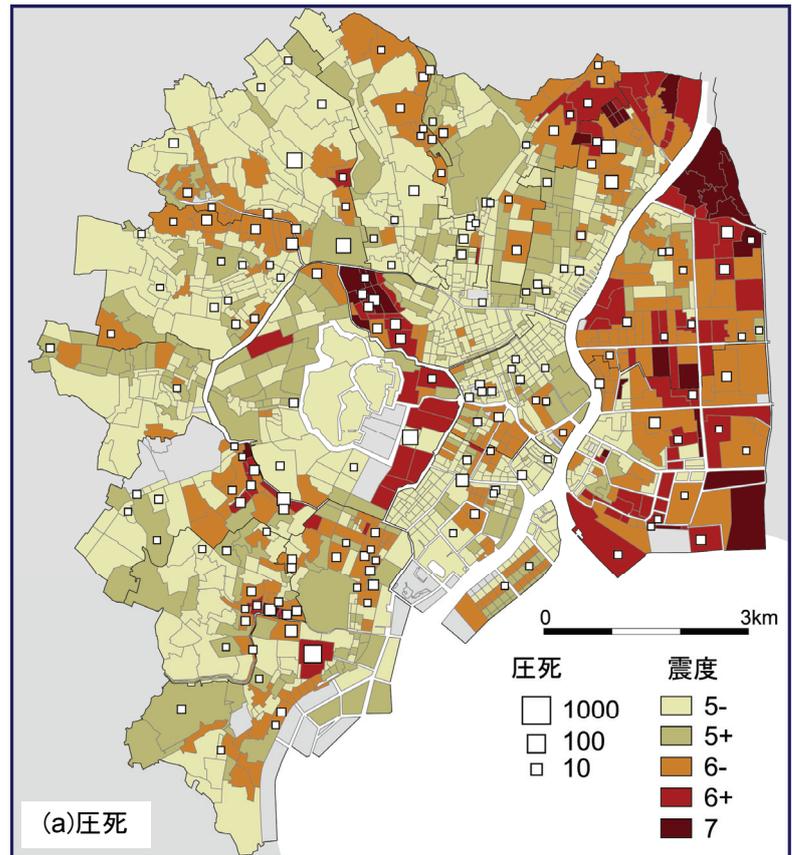


図 4 東京市の町丁目別震度分布〔武村（2003a）〕と死者数

この値を除いた割合も示した。震度6弱以上となった地域の人口は全体の半数に満たない約44%であるが、圧死者の約62%がこれらの地域で発生したことがわかる。焼死者ではこうした傾向がさらに顕著であり、約96%が震度6弱以上の地域に集中している。被服廠跡の死者を除いた場合でも、震度6弱以上の地域の焼死者は約74%にのぼる。

目黒(2003)は東京市における出火点と震度との関係を調べ、震度の高いところで延焼火災に発展した出火件数が多かったことを見出した。図5はこの指摘を人的被害の面から支持する結果と言える。一般的に言って、住家倒潰とそれに伴う圧死者の発生と異なり火災および焼死者と震度の間に相関は低いように思われる。しかしながら東京市においては図5のように関連性が認められた。震度の高い地域で家屋の倒潰が延焼火災を広範囲に拡大させ、圧死者に加えて大量の焼死者を発生させたものと推定される。このように関東地震の人的被害規模は火災によって決定づけられたものの、延焼火災は倒潰家屋によって拡大した可能性が高い。つまりこの地震の巨大な人的被害は、根本的には住家倒潰によって引き起こされたものと考えられる。

§4. 安政江戸地震との比較

安政江戸地震は1855年11月11日(安政二年十月二日)に発生し、その震源位置に諸説あるものの、いずれも首都圏の直下で発生したM7クラスの地震としていることは共通する。関東地震に比べ地震の規模は1ランク下であるが、直下地震であったため東京都心部(江戸市内)に与えた影響は大きい。ここでは安政江戸地震による人的被害の特徴を調べ、関東地震との相違点を検討する。

4.1 家屋倒潰と圧死者数

安政江戸地震による主な被害は揺れによる家屋倒潰であり、町家の14,346軒、大名屋敷やその長屋を合わせると全体で15,000~16,000の家屋が倒潰したと考えられている[東京都(1973), 宇佐美(2003)]。家屋の単位に不明な点はあるが、この数を関東地震による東京市の住家全潰数と比較すると、軒数が棟数と同じ意味であれば12,192棟(表1)にほぼ同等であり、世帯数の意味であれば35,350世帯[諸井・武村(2004)]の半数程度である。

一方、中村・他(2002)は江戸市中の被害状況から最大震度を6強程度と推定した。さらに中村・他(2003)は、歴史資料に残る体験談ならびに隅田川にかかる永代橋や両国橋などの5つの大橋に被害が認められない点から、安政江戸地震による地震動がそれ程強くなかったことを再度確認している。これに対し関東地震では、図4に見るように震度7がある程度の広さで発生した。安政江戸地震による家屋倒潰が関東地震の半数であったとしても、地震動強さから考えると予想を超える大被害とすることができる。このように揺れの大きさが関東地震を下回るにも関わらず大量の町屋が倒潰した原因は、大名屋敷に比べ耐震性が劣っていたためと思われる。また当時の江戸市中の人口は約130万名であり[都司・他(2003)]、ほぼ同じ面積を持つ大正後期の東京市の約220万名に比べ6割程度に少ない。しかしながら町人地の人口密度は約3万5千人/km²[望月・宮野(1977)]であり、現在の東京都23区の約2.7倍、大正後期の東京市と比較しても約1.3倍と大きい。安政江戸地震の被害はこのように超過密な町人地に集中して発生した。このことから局所的な住家被害の大きさは関東地震以上であり、住家全潰率が極めて高い地域もあったと考えられる。

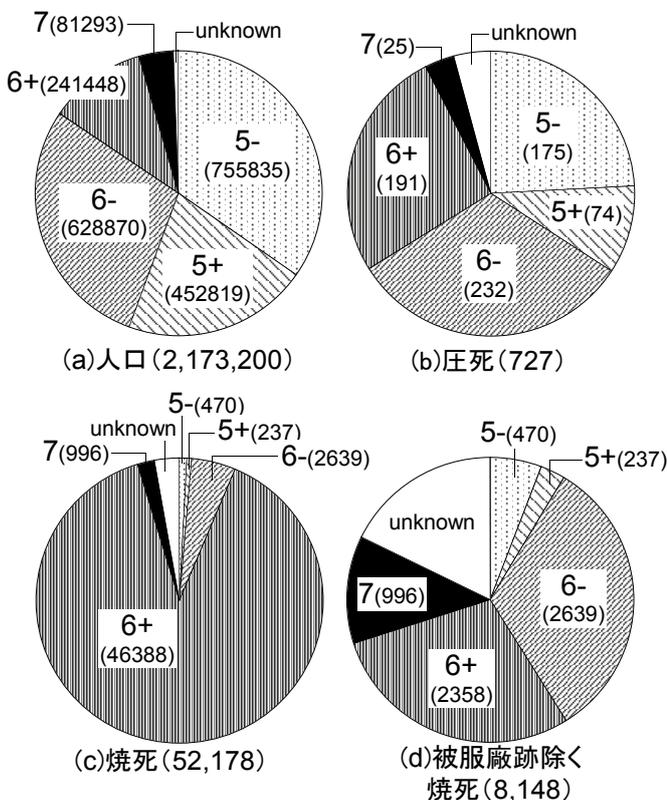


図5 震度ごとの人口および死者数の割合

安政江戸地震による死者数とその要因については不明な点が多いが、中村・他(2005)は大名屋敷における死者218名の多くは焼死であった可能性が高いと述べている。また北原(2003)は、火災が発生した諸藩邸の人的被害が有意に大きい傾向を指摘し、資料調査で判明した武家の死者1,860名の約半数を占める995名がその影響を受けていることを示唆している。一方、町人の焼死者は新吉原で1,074名の記録がある[望月・宮野(1977)]。新吉原以外の町人地における焼死者も否定できないが、後に示すように焼失規模が関東地震に比べて極めて小さいことから大量の焼死者の発生は考え難い。これらより、安政江戸地震における焼死者は多く見積もって3,000~4,000名程度であり、残りの4,000~6,000名は家屋倒潰に起因するものと推定される。

安政江戸地震において家屋倒潰による死者が4,000~6,000名とすれば、表1に示した関東地震の2,758名の2倍前後に大きい値である。このような死者発生率の差の原因を直下地震による衝撃的な地震動と海溝型地震によるやや緩慢な地震動の違いとする考えがある[宮野・呂(1995)]。その可能性も否定できないが、先に述べたように超過密な町人地における大量の住家倒潰が多くの犠牲者を発生させた第一の要因であろう。

4.2 火災と焼死者数

関東地震と安政江戸地震の人的被害を比較すると、最も顕著な差は火災による死者数に見られる。関東地震では約6万6千名が東京市における大規模火災の犠牲となった。それに対し、安政江戸地震において火災が原因の死者は、先の推定が正しければ関東地震の20分の1程度となる。そのうち焼死がほぼ確実な死者は新吉原の1,074名である[望月・宮野(1977)]。新吉原では関東地震でも焼死490名が吉原公園で記録されているが[竹内(1925)]、安政江戸地震においては避難路の反橋が降りなかったことが原因のひとつと考えられており[中村・他(2005)]、人災の側面が強い。

関東地震と安政江戸地震で焼死者数に差異がある反面、東京市内および江戸市中において延焼火災に発展した起災火元数を見ると、関東地震が76ヶ所[中村(1925)]、安政江戸地震が45ヶ所[東京都(1973)]もしくは66ヶ所[中村(1925)]と大きな違いはない。また両者の地震の出火地点は

望月・宮野(1977)がプロットしており、その分布に関しても特徴的な相違は認められない。しかしながら出火後の様相は異なり、関東地震では地域の47%に相当する約38km²[中村(1925)]が焼失したのに比べ、安政江戸地震の延焼面積は約1.5km²[中村・他(2005)]に留まった。つまり出火件数に大差がないにも関わらず延焼火災の規模は極端に異なり、それが約20倍という焼死者数の差につながっている。

このことは関東地震の被害状況からの推測と矛盾する。つまり安政江戸地震においても膨大な数の住家倒潰と多数の地点からの出火という関東地震と同様の条件であったにも関わらず、大規模な延焼火災と大量の焼死者の発生には至らなかった。従って両者の地震の人的被害に関しては、被害規模を左右した別の要因を探す必要がある。そのひとつとして風速の影響が考えられる。安政江戸地震当時、天気は薄曇り、風は微風であった[中村・他(2002)]。これに対し関東地震では、前日に九州の有明海に上陸した台風が日本海沿岸を進み、関東地方はその影響を受けて強い風が吹いていた[武村(2003b)]。関東地震による大規模火災とそれに伴う巨大な人的被害はこうした気象条件の影響を強く受けた結果と見て間違いはない。

§5. 議論

5.1 火災による人的危険度

まず焼失世帯における死者発生率を全潰世帯と比較することで、火災による人的危険度について考えてみよう。主な火災地域における焼失世帯の人口 S_B と死者数 D_B の一覧[諸井・武村(2004)]を表4に示す。全地域の D_B が表1の火災による死者数と異なるのは、住家全潰・焼失・流失・埋没被害が同時に起こった地域を除いているためである。焼失世帯人口 S_B は一世帯あたり人口に焼失世帯数を乗じて推定されている。右端の D_B/S_B は焼失世帯における死者の発生率であり、火災による人的危険度と見ることができる。 D_B/S_B は本所区の22.4%が極めて高く、横浜市の9.2%さらには船形町(千葉県安房郡)の3.9%がこれに続く。全火災地域の D_B/S_B は5.3%と求められている。全潰世帯の死者発生率は同様の方法で約1.6%と推定されており[諸井・武村(2004)]、この値に比較すると5.3%は有意に大きい。

ところで本所区の22.4%は被服廠跡の死者数も

計算に含めた結果である。火災による死者発生率を考える場合、被服廠跡における火災旋風の影響をどう扱うかによって評価が分かれよう。仮に被服廠跡の死者数が通常起こり得ない規模の火災旋風によって生じたものとみなし、その 44,030 名 [竹内 (1925)] を D_B から引くと全体の死者発生率は 2.75% となる。この値は全潰世帯の 1.6% とそれほど大きな違いはない。この概算は単に被服廠跡の死者数を除いたに過ぎず、地震後の火災による人的被害の発生傾向を明らかにするには、火災旋風の規模と死者発生率の関係さらには地震火災における火災旋風の発生頻度など検討すべき点が少なくない。しかしながら同時に、大型の火災旋風が発生しない場合には全潰と火災で死者発生率に差が少ないことを示唆するものとも言える。

ところが被服廠跡の死者数を引いても火災による死者数は全体で 47,000 余名であり、絶対値としては表 1 の住家全潰による死者数と 4 倍以上の開きがある。東京市においてはその差が約 8 倍とさらに大きい。これは図 3 に示したように全潰率が最大でも 15.6% であるのに対し、焼失率は東部地域全体で 70~100% と極めて大きいことに起因する。つまり死者発生率が同程度だとしても、火災被害の大きさ自体が東京市ないし被災地全体の死者数を押し上げた可能性が高い。関東地震による人的被害は火災の影響が支配的であるが、火災による死者発生率が有意に高いというより、むしろ強風の影響を受けて大量の住家が焼失したことにその原因を求めた方がよい。

表 4 主な火災地域の死者発生率
[諸井・武村 (2004)]

市区町	人口	世帯数	世帯焼失率 (%)	焼失世帯人口 S_B	死者数		D_B/S_B (%)
					総数 D	火災 D_B	
深川区	173600	39850	100	173600	4139	3748	2.16
浅草区	251469	57971	100	251469	3667	3225	1.28
日本橋区	123961	20981	100	123961	1189	1172	0.95
京橋区	137668	29271	100	137668	919	902	0.66
神田区	143757	28503	96.84	139208	1519	1221	0.88
本所区	248452	56768	96.50	239756	54498	53620	22.36
下谷区	180510	42147	79.37	143266	891	742	0.52
小田原町	22477	4779	70.81	15916	280	56	0.35
横浜市	403586	93986	66.61	268845	26623	24646	9.17
麴町区	56117	11275	57.51	32272	137	61	0.19
横須賀市	67668	16150	29.10	19693	665	170	0.86
船形町	5340	1211	28.08	1499	133	59	3.94
全地域				1722843	98863	91476	5.31

5.2 火災による死者の増加傾向

次に図 6 は、関東地震において火災がない場合に推定される死者数 D_0 と実際に生じた死者数 D の比を各市区町村で求め、世帯焼失率 Y_B との関係性を調べたものである [諸井・武村 (2004)]。すなわち図 6 は火災の規模に伴う死者数の増加率と見ることができる。実線で結んだ黒四角はある範囲内の Y_B で集計した平均的な関係であり、破線で示した関数で概ね近似できることがわかる。このことは火災の規模に伴って死者数が指数関数的に増加する傾向を示している。平均的に見ると、世帯焼失率が 30% までの地域における死者数は火災がない場合に予想される死者数の 2~3 倍程度である。これに対し焼失率が大きな地域の死者数は焼失率に伴う急激な増加傾向を示しており、焼失率が 80% を超えるような大規模火災地域では火災がない場合の 20~30 倍という大量の死者が発生したと推定される。

住家倒潰が他と比べ少なかった日本橋区や京橋区においても火災が次第に広がり、最終的には全区が焼失する結果となった。表 4 を見るとこれらの地域の死者発生率 D_B/S_B は 1% 以下に留まったものの、図 6 の死者増加率は全潰率の高い本所区にほぼ等しい。このように住家全潰による死者数を基準にとると、人的被害に及ぼす火災の影響度はどの地域においても似たような傾向にある。

火災は地震後の二次的災害であるが、地震による人的被害を増加させる強い要因であろう。図 6 はそういった火災被害の影響が延焼規模に応じて

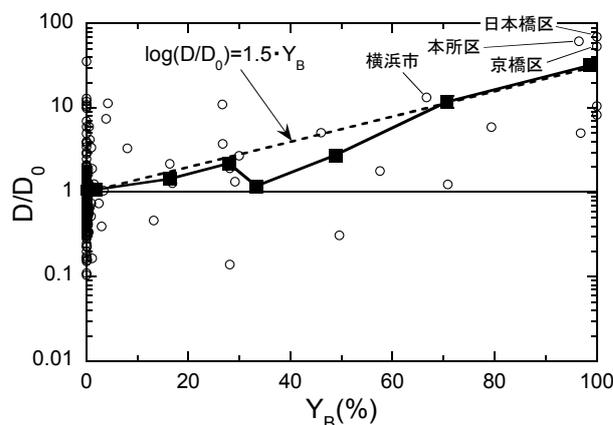


図 6 火災規模に伴う死者増加率 [諸井・武村 (2004)]. 白丸は各市区町村の D/D_0 , 実線で結んだ黒四角は $\Delta Y_B = 10 \sim 20\%$ で集計した平均値, 破線は平均値を概ね説明する $Y_B - D/D_0$ 関係を示す。

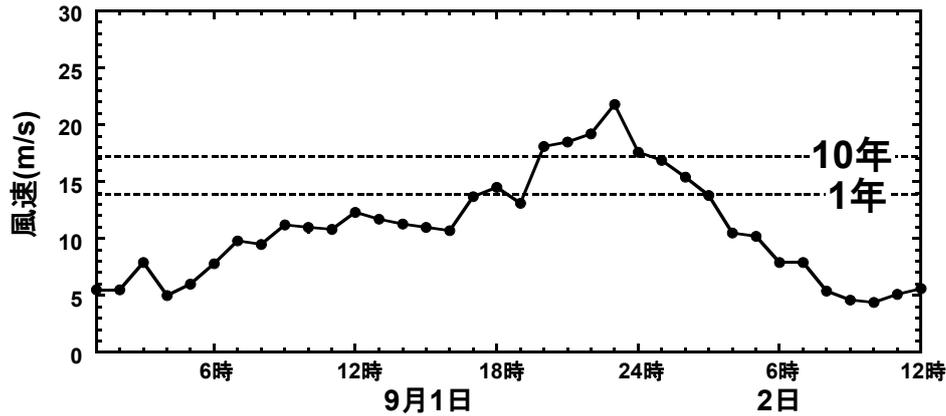


図7 関東地震当時の風速 [藤原 (1924)] と東京の日最大風速期待値

飛躍的に増大する特徴を示している。焼失世帯と全潰世帯の間で死者発生率に大きな違いがない可能性を先に指摘した。しかしながら火災がない場合を基準にすると、大規模火災地域の死者数が極めて大きいことも事実である。そのように付加的な犠牲者の数が、結果的に関東地震の人的被害規模を決定づける支配的要因となっている。

5.3 関東地震時の強風の再現性

関東地震の再来に比べ首都圏直下地震の切迫性が指摘されている[地震調査研究推進本部(2004)]. そのような直下地震の被害想定においても関東地震時の強風が考慮されることが多い [例えば内閣府 (2004)]. 現代の住宅は耐震性、耐火性とも関東地震当時に比べ格段に向上しており、この地震による巨大災害がそのまま再現されるとは考え難い。しかしながら地盤構造や強風のような自然環境には、時代的に大きな変化はないはずである。地震防災を考える上では、まず関東地震時の強風の再来がどの程度の現実性があるのかを検討することが必要であろう。

図7は東京大手町の中央气象台における関東地震前後の風速の変化 [藤原 (1924)] を示す。地震発生時刻の午前11時58分頃には12m/s程度の風が吹いていたことがわかる。火災範囲が拡大し始め、本所被服廠跡で火災旋風が発生した同日午後4時 [竹内 (1925)] 以降から風速は順次増加し、同日午後11時には約22m/sのピークを迎えた。しかしながらこれについて藤原 (1924) は、1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。従って関東地震の人的被害規模をもたらした風速は、それ以前の10～

15m/s程度とするのが妥当であろう。

その再現性を確かめるために、現在の東京(気象庁)における日最大風速の再現期待値 $V(T)$ を Gumbel 分布に従う次式で計算した。

$$V(T) = -(1/a) \ln\{\ln\{T/(T-1)\}\} + u \quad (1)$$

ここで T は再現期間(日)、 a と u は1991年以降10年間の日最大風速データを用いると $a=0.703$ 、 $u=5.505$ と求められる。

式(1)より1年間および10年間の期待値としてそれぞれ13.9m/s、17.2m/sが得られ、図7にはこの値を同時に示した。また理科年表(平成18年)によれば、東京における日最大風速10m/sおよび15m/s以上の平均日数はそれぞれ25.8日/年と0.9日/年であり、上記の期待値とよく対応する統計値が示されている。時代によって風速計の設置高さや観測点周辺の建物密度が異なるため単純な比較はできない。しかしながら、その分を考慮しても関東地震の人的被害に影響を与えた強風は数年に1回程度の事象と評価され、少なくとも被害想定範囲外とされるほど特殊な気象条件にあった訳ではない。

関東大震災の再現可能性を検討する場合、厳密には巨大地震と強風の同時発生確率が必要であろう。その確率はかなり小さいことが予想され、この地震による人的被害は考え得る最悪のケースなのかもしれない。しかしながら地震防災上の観点からすると、そういった最悪のシナリオが無意味とは言えない。この風速がそれほど特殊な事象でないことから考えても、地震被害の想定においてむしろ積極的に採用すべき気象条件であろう。

また、そのような強風下であっても大規模火災を発生させない防火対策は重要であり、それが人

的被害の低減に有効であることは言うまでもない。しかしながら関東地震の大規模火災が強風と同時に倒潰家屋によって生じたことを考えると、家屋の耐震性を高めることがより根本的な対策と言うこともできる。耐震性の向上は圧死者の低減に留まらず、結果的に火災による人的被害の抑制につながるものと考えられる。

§ 6. まとめ

1923 年関東地震の人的被害特性に関する検討を行い、特に東京都心部における死者発生要因を 1855 年安政江戸地震と比較した。その結果に基づいて関東地震による人的被害発生のプロセスを考察し、以下の結論を得た。

(1) 被害資料のマクロ分析から求められた諸井・武村 (2004) による東京市の被害データは、郷土史料に記述された各区の被害状況ならびに竹内 (1925) による死者調査表とよい対応を示し、データの信頼性が確認された。

(2) 関東地震による 105,385 名の死者のうち、東京市における火災の犠牲者は 65,902 名に達する。横浜市でも火災による死者は 24,646 名を数え、死者全体の実に約 85%がこの両市の火災被害に起因する。このように、関東地震の巨大な人的被害を決定づけた支配的要因は、東京市ならびに横浜市で発生した大規模火災にある。

(3) 本所区被服廠跡の火災旋風で発生した大量の焼死者を除いて考えると、火災による死者の発生率は住家倒潰を原因とした死者発生率と大きな違いはない。しかしながら、住家倒潰による死者数を基準とした死者増加率は火災規模に伴って急激に増大する傾向を示す。焼失率が 80%を超えた東京市東部では、平均的に見て火災がない場合の 20~30 倍という大量の死者が発生したと推定された。火災は地震後の二次的災害であるが、関東地震においては延焼規模の大きさが原因し、局所的に極めて大きな人的被害を発生させることで地震による死者数全体を押し上げている。

(4) 一方、東京市の焼死者の分布を見ると、圧死者と同様に震度との関連性が認められた。このことから言って、東京市の延焼火災は倒潰住家によって拡大した可能性が高い。つまりこの地震の人的被害規模は火災によって決定づけられたものの、根本的には住家倒潰によって引き起こされたものと考えられる。

(5) 安政江戸地震においても、住家倒潰とそれに伴う圧死者が多数発生した。また出火件数も関東地震と大差はない。このような状況であったにも関わらず、大規模な延焼火災と大量の焼死者の発生には至っていない。この違いは安政江戸地震時の微風と関東地震時の強風という気象条件の差が強く影響した結果と考えられる。

(6) 関東地震において東京市の大規模火災をもたらした風速 10~15m/s の強風は、数年に 1 回程度の事象であり、それほど特殊な気象条件ではない。地震防災上の観点からすると、被害想定において考慮すべきシナリオと言える。

(7) 以上の検討結果に基づく、関東地震による巨大な人的被害は、①高震度地域で多数の家屋が倒潰し、②地震直後の出火が次々と倒潰家屋に燃え移り、③それが数年に 1 回程度の強風に煽られて大規模火災に発展し、④圧死者に加えて極めて大量の焼死者が発生した、というプロセスによって生じたものと推定される。

謝辞

日最大風速の再現期待値について鹿島小堀研究室の大類哲上席研究員と気象研究所の林豊研究官にご助言を頂いた。また査読者の中村操氏には特に安政江戸地震に関する貴重なご意見を頂いた。記して感謝いたします。

文 献

- 浅草区史編纂委員会, 1933, 浅草区史関東大震災編, 103pp.
- 千代田区役所, 1960, 千代田区史中巻, 932pp.
- 本郷区役所, 1937, 本郷区史, 1373pp.
- 藤原咲平, 1924, 関東大震災調査報告 (気象篇), 中央气象台, 161pp.
- 今村明恒, 1925, 関東大地震調査報告, 震災予防調査会報告, 第 100 号 (甲), 21-140
- 地震調査研究推進本部, 2004, 相模トラフ沿いの地震活動の長期評価, 31pp.
- Kanamori, H., 1971, Faulting of the great Kanto earthquake of 1923 as revealed by seismological data, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, 49, 13-18
- 北原糸子, 2003, 近世災害情報論, 塙書房, 381pp.
- 小石川区役所, 1935, 小石川区史, 993pp.

- 松田磐余, 1996, 地震による人的被害小史と 1995 年兵庫県南部地震の犠牲者, 総合都市研究, 61, 155-166
- 目黒公郎, 2003, 地震後の消防活動に与える耐震補強対策の効果, 消防防災, 5, 71-79
- 宮野道雄・呂恒儉, 1995, 地震による人的被害と家屋被害の関係に対する震源距離の影響, 自然災害科学, 13, 3, 287-296
- 望月利男・宮野道雄, 1977, 東京における安政江戸地震と関東大地震の被害についての一考察, 日本建築学会論文集, 256, 47-56
- 諸井孝文・武村雅之, 2002, 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, 日本地震工学会論文集, 2, 3, 35-71
- 諸井孝文・武村雅之, 2004, 関東地震(1923年9月1日)による被害要因別死者数の推定, 日本地震工学会論文集, 4, 4, 21-45
- 内閣府, 2004, 直接的被害想定結果について, 中央防災会議首都直下地震対策専門調査会(第13回)事務局説明資料 2-1, 40pp.
- 内務省社会局, 1926, 大正震災志(上), 1236pp.
- 中村操・茅野一郎・唐鎌郁夫・松浦律子・西山昭仁, 2002, 安政江戸地震(1855/11/11)の江戸市中の被害, 歴史地震, 18, 77-96
- 中村操・茅野一郎・松浦律子, 2003, 安政江戸地震の首都圏での被害, 歴史地震, 19, 32-37
- 中村操・茅野一郎・松浦律子, 2005, 安政江戸地震(1855)の江戸市中の焼失面積の推定, 歴史地震, 20, 223-232
- 中村清二, 1925, 大地震による東京火災調査報告, 震災予防調査会報告, 第100号(戊), 81-134
- 緒方惟一郎, 1925, 関東大地震に因れる東京大火災, 震災予防調査会報告, 第100号(戊), 1-79
- 武村雅之, 2003a, 1923年関東地震による東京都中心部(旧15区内)の詳細震度分布と表層地盤構造, 日本地震工学会論文集, 3, 1, 1-36
- 武村雅之, 2003b, 関東大震災, 大東京圏の揺れを知る, 鹿島出版会, 139pp.
- 武村雅之・諸井孝文, 2001, 1923年関東地震の地域被害資料総覧, 地震2, 53, 285-302
- 竹内六蔵, 1925, 大正十二年九月大震火災に因る死傷者調査報告, 震災予防調査会報告, 第100号(戊), 229-264
- 都司嘉宣・中村操・武村雅之・諸井孝文, 2003, 江戸・東京の地震, ドキュメント災害史 1703-2003, 国立歴史民俗博物館, 41-54
- 東京市赤坂区役所, 1941, 赤坂区史, 1418pp.
- 東京市麻布区役所, 1941, 麻布区史, 925pp.
- 東京市本所区, 1931, 本所区史, 660pp.+218pp.
- 東京市京橋区役所, 1942, 京橋区史下巻, 1272pp.
- 東京市下谷区役所, 1937, 下谷区史附録大正震災志, 220pp.
- 東京市牛込区役所, 1930, 牛込区史, 603pp.
- 東京市役所, 1922, 東京市市勢統計原表 東京都, 1973, 安政地震災害誌, 上巻, 85pp.
- 東京都江東区役所, 1957, 江東区史, 1740pp.
- 宇佐美龍夫, 2003, 最新版日本被害地震総覧, 東京大学出版会, 605pp.

表 2 東京市各区の被害規模と郷土史料による被害状況の記述 [東京市本所区 (1931), 東京都江東区役所 (1957), 浅草区史編纂委員会 (1933), 千代田区役所 (1960), 東京市下谷区役所 (1937), 東京市赤坂区役所 (1941), 東京市麻布区役所 (1941), 東京市京橋区役所 (1942), 本郷区役所 (1937), 小石川区役所 (1935), 東京市牛込区役所 (1930)]

区	全潰棟数 (規模)	焼失棟数 (規模)	出典	被害状況の記述
本所区	4250 (大)	25970 (大)	本所区史	「(前略) 本区は市内に於て最も震動の激烈なりし部分に当り、加ふるに地盤の繊弱なりし為めの揺り下の被害あり、従つて家屋の倒潰率も多く、更に之に比例すべき失火数も亦少なくなかつた。」 「次に火災の概況を述べれば、本区内では一日午後一時に既に各所に延焼を見、午後三時乃至四時には殆ど区内全般に火が行きわたつたが、当時の風向は次の如くである。(中略) 即ち南風の間には全区を焼き盡し北風に変化して後、午後八時頃焼失したと思はれる部分は、僅かに元町附近があるのみであつた。」
深川区	1896 (大)	18122 (大)	江東区史	「振動は比較的ゆるい緩やかな微動にはじまつた地震がにわかには激動と変じて、次の瞬間には家屋の破損と倒壊による騒音に人人は驚き夢中に戸外にでるにも大波にゆられた小舟の上にあるような状態となり足がすくんで進まず往來の通行者は路上にうづくまつた。しかも強烈な余震はつぎつぎと起つてさらに倒壊家屋からの火災が市内各所におこり、しだいに風速の加わる強力な烈風にあおられ猛火がやがて全市の大半を火の海と化した。」
浅草区	2131 (大)	29244 (大)	浅草区史	「斯くて家屋の倒潰に続いて早くも三十分後には蔵前高等工業学校よりは直先に出火したのを始め各所から火の手は見え、あちらにもこちらにも黒煙立ち上りここに焦熱の地獄と化するに至つた。」
神田区	1240 (大)	15355 (大)	千代田区史	「区の西部、神保町、猿樂町、今川小路、西小川町一帯は地盤脆弱で倒壊家屋が多く、このため出火も多く、火元は十ヶ所をこえた。」 「以上の火災によって、佐久間町の一帯を離れ島のように残しただけで、区内の大半、面積にして91パーセントが焼失したのである。」
下谷区	698 (中)	19606 (大)	下谷区史	「わが区の地震被害は金杉上・下町・龍泉寺町を除いてはさ程のこともなかつた。金杉上・下町の大被害は、丁度大下水工事の為め地盤に人工的弱点を加へられていた為めに倒壊家屋が続出したのであり、その他の町々に於ても、多少の倒壊家屋は生じたが、多くは古土蔵等で、地震被害としては比較的軽微と云つてよかつた。然も続いて襲つた大火災の為め、わが区は谷中、根岸方面及び池之端の一部を除いてその殆ど全部を焼失し、全滅に近い悲境に陥つたのである。即ちわが七十三箇町の中焼失した町数は左の四十六箇町と上野公園の一部を数へたのである。」
赤坂区	352 (中)	1253 (中)	赤坂区史	「被害は本区に於いても下町方面に多く、青山方面には火災の発生を見ず震災の程度も極めて軽少であつた。」
麻布区	335 (中)	114 (小)	麻布区史	「火災の損害の尠少ななるに比較して、震災による家屋の倒壊は比較的多数に上つたが、這は麻布の地が久しく火災の厄を免れて、古家が多かつたが故であらう。」
京橋区	76 (小)	16804 (大)	京橋区史	「この被害、即ち地震そのものによつて蒙りし被害はそれ程のものでなかつた。(中略) ことに銀座から数寄屋橋を中心とした一帯は東京に於ける台地の被害程度と殆ど変わらぬ程軽微であつた。」 「区内は地震による被害は軽少であつた。即ち道路石垣の崩壊陥落せるものなく、只築地参考館前、月島、明石町、新佃島に於て亀裂のありたるのみに止まつた。」 「(前略) 震災直後の被害は僅少ななりしとは云え、次いで起りたる各所よりの火災の為、区内の地一江戸伝來、ひいては明治文明開化の中心街たりし我が区の町々一は月島佃島の一部を僅か残して悉く焦土と化したのであつた。」
麴町区	234 (小)	4618 (中)	千代田区史	「(前略) 以上の火災によつて、さきの番町、麴町付近の飛び地状の被災地のほかに、飯田橋から内幸町を結ぶ線以東の区内の東半部一帯がことごとく焼失した。」
本郷区	128 (小)	4703 (中)	本郷区史	「本郷方面も地震の被害は下町よりも少なかつたが、震後本郷南部と帝大内の二箇所より火災起り、一方は本郷区役所前電車通りを境界として、同所の南西方を烏有に歸し、一方は向ヶ岡に近き帝大医学部教室、薬学部教室、工学部応用化学部教室、火薬教室等を焼失した。」
小石川区	129 (小)	659 (小)	小石川区史	「(前略) 本区は諏訪町附近の焼失区域及び江戸川沿岸、千川谷の倒壊区域以外は、大震災の為めには直接の大被害を蒙らなかつたわけである。」
牛込区	236 (小)	0	牛込区史	「(前略) 本区には幸に火災の害が殆んど無く、倒潰家屋も亦比較的少なかつたので、震災直後の被害は各区中最も軽微なもの一つであつた。」

注) 全潰棟数規模は大:1000棟以上, 中:300~999棟, 小:300棟未満, また焼失棟数規模は大:10000棟以上, 中:1000~9999棟, 小:1000棟未満に分けた。なお焼失棟数は全半潰後に焼失した住家棟数を含む。