[論説] 詳細震度検討による 1703 年元禄地震の新地震像(速報)

公益財団法人地震予知総合研究振興会 地震調査研究センター* 松浦 律子

株式会社 防災情報サービス† 中村 操

An Innovative Fact on the Focal Area of 1703 Genroku Earthquake

from the Detaild Examination of Seismic Intensities

Ritsuko S. MATSU'URA

Earthquake Research Center, ADEP, Chiyoda Build. 8F 1-5-18, Sarugaku-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, 101-0064 Japan Misao NAKAMURA

> Information Service for Disaster Prevention, 230-7 Miroku-cho, Sakura, Chiba, 285-0038 Japan

We have examined almost the whole known historical documents on the M8.1 Genroku earthquake, which occurred on December 31, 1703 at the plate boundary along the Sagami Trough. It has been widely believed that the Taisho Kanto earthquake on September 1, 1923, occurred in the western part of the source area of the Genroku earthquake. However, we found that the westernmost part of the 1923 Taisho Kanto focal area, where the Izu peninsula is colliding to the Honshu Island, did not move at the time of Genroku. The source area of the Taisho Kanto earthquake consists of the plate-boundary type part, which is the western half area of the Genroku earthquake, and the intraplate type in the westernmost part in Kanagawa Prefecture. In the Genroku earthquake, area off the southeastern part of Boso peninsula moved and caused the devastating tsunami disaster along the Sotobo area in Chiba Prefecture. Not only the tsunamis but the strong motions of both earthquakes are very different from each other. These are not the similar events, nor the characteristic earthquakes. We should mind these differences to plan the disaster mitigation for the next large earthquake along the Sagami trough.

Keywords: Genroku earthquake, Taisho Kanto earthquake, Sagami trough, Collision of the Izu Peninsula, detailed analysis of historical materials

§1. はじめに

相模トラフのプレート境界では、1703年元禄地震タ イプが二千年に一度程度、1923年大正関東地震タイ プが二百年に一度程度の頻度で発生し、大正関東 地震の震源域は、すべて元禄地震の時に活動したと、 これまで広く信じられてきた[e.g. 地震調査研究推進 本部(2004)].しかし、両地震の既存の震度分布図や 被害分布(図1,2)を比較すれば、地震規模が大きい はずの元禄地震の方が遠地で震度が小さいことがす ぐに判る.広く信じられてきたように、大正関東地震の 震源域はすっぽり全部が元禄地震の震源域に含ま

れてしまうのであろうか.

この疑問を解決するため,我々がこれまで近世の 被害地震に関して系統的に悉皆史料解析したものと 同様の手法[e.g. 松浦ほか(2003)]で,公表されてい る元禄地震に関する史料[田山(1904),文部省(19 41),東京大学地震研究所(1982,1989,1994),宇佐 美(1999,2002,2005,2008,2012)]の分析を行って, 津波による影響を排除した震度分布図を作成した. 現在江戸市中の細かい旗本の被害位置特定が未了 ではあるが,江戸市中の詳細部分以外に関しての作 業を完了したので,ここに速報として報告する.

^{* 〒101-0064} 東京都千代田区猿楽町 1-5-18 千代田ビル 8F 電子メール: matsuura @ adep.or.jp

^{* 〒285-0038} 千葉県佐倉市弥勒町 230-7 電子メール: misao @ ba2.so-net.ne.jp



- **図1. 元禄地震(左)と大正関東地震(右)の既存震度分布図**[地震調査研究推進本部(2009)より] 元禄は宇佐美・大和探査(1994),大正は気象庁(1968)より作成.
 - **Fig. 1. Isoseismal maps of the 1703 Genroku and the 1923 Kanto earthquakes** [after HERP(2009)] **.** Left is the Genroku [after Usami and Daiwa(1994)]. Right is the Taisho Kanto [after JMA(1968)].



Fig. 2. Destroyed rate of wooden houses due to the 1923 Kanto earthquake. [after Kayano(1992b)]



図 3. 1703 年元禄地震の震度分布

津波の影響を区分できない九十九里等の地点は史料があっても震度を推定できない場所がある. 破線の楕円は推定震源域.左上に相模トラフ周辺を拡大表示.

Fig. 3. Intensity distribution map of the 1703 Genroku earthquake

No intensities could be determined for places like Kujukuri shore. The broken ellipse shows the estimated focal area. The upper left is the enlarged map of the southern Kanto area.

§2. 方法の概略

史料の素性や記述から、ゆれや被害の程度を用いて標準的な判定表[e.g. 中村・松浦(2011)の付表 1.1 ~1.9]から決定した震度と、求めた地点の緯度経度

とによって, 震度分布図(図3,4)を作成した.「地震」 や「大地震」,「強地震」等の記述を安易に数値化せ ず記述ごとに示すのは, 有感を感じた人によって, 対 応する実際の震度がまちまちであることを考慮してい るからである. 元禄地震の場合は, 地震前後に江戸 で規模の大きい火災があった. 江戸市中の震度判定 に関してはこれら前後の火災による被害の混入を排 除しなければならない.

さらに、地震後には、大火被害も含めて江戸城等の修復工事費を諸大名に幕府が割り当てて行う「地 震後のお手伝い普請」が行われた.そのため、諸藩 では費用捻出の相談のため、国元と江戸藩邸との間 で相当の文書のやりとりが行われたようである.これら の史料が今日まで残っている場合,単に国元で「地 震」とあっても,実際に元禄地震が国元で有感であっ たとは限らない.例えば弘前藩では,国元の藩の記 録『御日記』には,弘前で元禄地震が有感という記述 はない.しかし,お手伝い普請のために急に財源が 必要となり,金策に関する記述の中では,その後何 度もこの日に地震があった旨の記述が出現する.元 禄地震の場合の遠地の震度判定には,史料前後を 含めた吟味が重要である.



図 4. 1703 元禄地震の江戸市中と周辺の震度分布(暫定) 細実線は現在の区境界.東京湾は江戸初期以降の埋立地を除いたが,河川流路は現代のもの.

Fig. 4. Intensity distribution of the 1703 Genroku earthquake in and around the Edo city (Preliminary version)

Thin lines show the modern ward boundaries. Gray lines show modern rivers. Shape of Tokyo bay is the initial state of the Edo era. また,九十九里浜など主として千葉県の太平洋沿 岸の集落では,津波被害が甚大なため,家屋被害が 津波に因るものか,震動による倒壊に因るものか,区 別できない場合が多かった.このような地点では震度 の判定を行わず,津波による被害の増幅を震度分布 図に混入させないよう注意した.

なお,我々の震度の値は計測震度以前からの中 央気象台等の震度データの蓄積に対応した判定表 を用いているので,図1右図のような,旧気象庁震度 階による震度に対応するようになっている.例えば気 象庁震度階の6は震度5.5以上6.5未満と同等であ る.我々の震度はそれをさらに二分割したものである ため,震度6は5.75以上6.25未満の値に,震度5.5 は5.25以上5.75未満の値に相当する.一方,現行 の気象庁計測震度の区分は,例えば計測震度6弱 は,計測震度5.5~6.0未満,つまり我々の震度では 5.75に相当する.最近の計測震度表示の震度分布 図と,昭和以前の震度分布図や,歴史地震の震度分 布図との比較では,0.25分ずれていることに注意が 必要である.

§3. 結果

今回得た図3の震度分布から,元禄地震は,図1 左図よりさらに鮮明に,遠地での有感範囲が1923年 大正関東地震と比較して狭いことが判る.大正関東 地震は9月1日11時58分,夏の日中に発生した. 一方の元禄地震は冬の午前2時頃に発生し,就寝 中の人が微かなゆれには気づかない条件ではある.

西側の遠地の震度根拠等は付表1にまとめた. 長 い揺れや数回の余震が体感された場所もあるが, 被 害は「雑司村の番所が大破して修理が必要」の1点だ けでこの判定震度は4.5となる. しかし, 奈良では東 大寺や西大寺の建物は無傷であったこと, 西大寺は 夜で気がつかなかったことから, 奈良盆地全体が震 度4.5相当ではない.

仮に元禄地震と大正関東とが、従来言われるよう に同じタイプの相模トラフ沿いのプレート境界地震で あり、西側で同じ震源域を占めていたのであれば、大 正関東地震と同等の震度4相当のゆれが、ある程度 の継続時間で大阪平野や周辺にあったはずである. 大阪市中での有感や、ゆれ具合を記述した同時代史 料が、全く見当たらないということは、大阪など西方遠 地での元禄地震のゆれが、大正関東地震とは、かな り異なっていた証拠であろう.少なくとも、有感になり やすい短周期側のゆれは弱かったのではないだろう か.

震源域の北方遠地でも、江戸時代を通じて地震の 有感記録が多く、地震史料の優等生とも言える弘前 藩の『御日記』に、元禄地震の有感記録は無い.元 禄地震のゆれは、真夜中に 600km 以上離れた東日 本では気づかれない程度の小さいゆれだったらしい. 元禄地震の江戸市中における震度分布図(図 4)からは、安政江戸地震[e.g. 中村・松浦(2011)]よりは一段軽いゆれであったことが良く判る. 江戸に関しては、前後の火災被害が加わって被害が増幅したであろうことと、諸藩がお手伝い普請の金策のために「江戸で大地震→大被害」という情報が同時代に全国的に広まった影響とで、実態より従来大きく捉えられてきたようである. 図 3 にあるように、最大の被害地はゆれでも 津波でも房総半島である.

また,神奈川県の相模灘沿岸部や東伊豆北端部 の震度は,明瞭に大正関東地震より小さい.図2は 茅野(1992a, b)による,大正関東地震の南関東にお ける木造家屋全壊率である.元禄では震度5.5であ る熱海や伊東には,大正では10%以上の家屋全壊 率の部分があり,元禄より被害が深刻であったことが わかる.湘南でも大正では葉山・逗子・鎌倉・茅ケ崎 から小田原にかけて,さらに真鶴,と相模灘沿岸は軒 並み家屋全壊率30%以上で震度7相当となったが, 元禄ではこれらの地域の震度は5.5~6.5であった. 尚,参考までに付録に諸井・武村(2002)から作成した 大正関東地震の住家全壊率の分布図(付図1)も載 せたが,上記の検討を変えるものではない.

元禄地震による小田原の被害は深刻ではあったが, 火災による被害の増幅が大きい.足柄平野にやや長 周期で継続時間が長いゆれが生じて大型構造物の 倒壊被害が生じることは容易に理解できるが,大正 地震時に多数の住家の倒壊が発生した場合とは,揺 れ方が異なった可能性が高い.

同様に甲府盆地,茨城県水戸市下市,長野県上 田市下郷など沖積層が厚くいつでも揺れやすい場所 では,やや離れていても震度 5.5 や 6.0 相当の被害と なった.元禄地震が M8 級でやや長周期のゆれや, 継続時間の長いゆれがこれらの盆地部で被害を増幅 したと考えられる.

§4. 考察

1923年大正関東地震当時,松浦の祖父母は大阪府の十三に居住しており,当時の大阪でのゆれの様子を1960年代以降数度にわたって話してくれた.祖母は1903年生まれで1923年6月末に結婚して大阪に転居するまで,文京区西片町で育ち,東京で有感地震を多数経験していた.特に女学校卒業後結婚まではそれ以前より大粒の有感地震が東京文京区で多かったとも言い残しており,その地震感覚はある程度信頼できると考える.関東地震に関しては,十三でも大正関東地震は有感であり,日本銀行大阪支店ではゆれによって積んであった千両箱が崩れて騒ぎになったという.この証言は図1右図の京都から大阪にかけての震度4の領域,近畿全域から四国東部に及ぶ西に延びた震度3の領域の分布と良く一致する.

仮に元禄地震でも大正と同等のゆれが大阪にあっ

たとすれば、当然市中の商店などでも荷が崩れる等 の事象が生じて、たとえ就寝中には気づかなかったと しても、江戸の大地震で大阪も云々という史料が残さ れたのではないだろうか、少なくとも京都や大阪のゆ れ具合は、夜中と昼間との違いを超えて、大正関東 地震の方が強かったと考える.



図 5. 元禄地震の推定震源域と大正関東地震の 震源域 [Matsu'ura et al. (2007)に加筆] 実線は相模トラフとフィリピン海プレート上面の 10km 毎の深さ. 太矢印は 1923 年関東地震の地震時滑り ベクトル. グレーの段彩はその大きさを表示. 太破線 は, 震度分布から推定した元禄地震の震源域. 東側 は津波の解析で決定されるべきもので暫定である.

Fig. 5. The obtained source area of the 1703 Genroku earthquake and the slip distribution of the 1923 Taisho Kanto earthquake. [added to Matsu'ura et al. (2007)]

Thin lines show Sagami Trough, and equal depth lines of every 10km for PHS Plate boundaries in the southern Kanto district. Thick arrows are slip vectors of the 1923 Kanto earthquake. Gray gradient tints show its magnitude. The broken line ellipse shows the source area of the 1703 Genroku earthquake obtained in this study. However, the eastern part should be determined from tsunami data.

これまで元禄地震に関して、

大正地震の震源域 ⊂ 元禄地震の震源域

という地震像が一般的であった.一貫して大正関東 地震の震源域の西端部分が元禄地震では活動して いない, と主張してきたのは松田[e.g. Matsuda et al. (1978)] だけであった. 最近松田ほか(2014, 2015)は, 神奈川県の大磯や江ノ島の海岸段丘の高さから, これら相模湾の西半分においては, 元禄地震による地 殻変動量は大正関東地震によるものとせいぜい同等 かそれ以下であることを示した. 外房での津波などか ら, 元禄地震の震源域は大正関東地震より広いとさ れていることと, 地震規模も元禄の方が M で 0.2 程度 大きいとされていることと, が正しければ, この相模湾 西部での地殻変動量の違いは, 元禄地震の方が大 正関東地震より, 少なくとも相模湾西部の部分でのす べり量が小さいかせいぜい同程度ということになる.

今回得られた震度分布から,西側での震動の違い は鮮明であり,特にフィリピン海プレートと本州弧との プレート境界の中で,フィリピン海プレート上の伊豆 半島が衝突している部分の地下延長にあたる丹沢の 真下の領域は,元禄地震では活動しなかったと推定 される.これは,松田の長年の主張と一致する.

図5に1923年大正関東地震の震源域におけるす べり量分布[Matsu'ura et al. (2007)]と今回の震度分 布から推定した元禄地震の震源域とを比較した.大 正関東地震の震源域は,丹沢と三浦半島付近との, 二つの大きな滑りの目玉からなる.このうち,元禄地 震では西側の目玉は活動していないと推定される. 千倉など外房での大きな隆起や,九十九里浜などに 大きな津波をもたらした房総半島南東部分と,大正で も動いた三浦半島付近が,元禄地震の震源域である.

但し、今回扱った震度情報からは、元禄地震の震 源域の東端を求めることはできない.東端は津波の 情報や、面的な地殻変動の情報から決定すべきであ るが、その際にはこの地震の震源域が津波や地殻変 動の観測値が得られる場所に至近であることを考慮 した検討が今後なされるべきである.

これまで元禄地震は大正関東地震の「親玉」であり、 元禄地震に対処できれば既往最大の地震災害に対応可能というイメージが流布されてきたが、今回の結果はその考えを見直す必要を示している.大正関東地震の根府川など東伊豆北端部から小田原にかけての甚大な被害や、1924年1月の丹沢地震の発生などは、大正関東地震が、典型的プレート境界地震ではなく、プレート内地震のような短周期に富む破壊を西端部では起こした可能性を強く示唆する.同様の現象は、元禄地震では発生していなかった可能性が高い.また、相模トラフで既往から考え得る最大の地震は、元禄+大正の西端という、三目玉の滑り量分布の地震となり、元禄地震よりはさらに大きいものである可能性がある.

松浦ほか(2011)は南海トラフのプレート境界地震に 関して,従来言われていたように安政東海地震+安 政南海地震=宝永地震 ではなく,宝永地震と安政 の両地震とは震源域が重ならない部分があることを指 摘している.フィリピン海プレートの沈み込み部分も浅 く,伊豆半島が衝突している複雑な環境にある南海ト ラフや相模トラフのプレート境界において,同じ震源 域の地震が繰り返し発生するという,安直な固有地震 説に捕らわれてはならないことは明白である.

§5. まとめ

近世の地震に関する系統的な検討を元禄地震に 関して実施した結果,震度分布から遠地,特に大阪 など西方でのゆれが元禄地震では大正関東地震より 小さかったことが判った.これは,相模湾沿岸におけ る地殻変動の検討結果とも合致しており,元禄地震 では伊豆衝突の影響下にある丹沢の地下部分は, 活動しなかったと考えるのが妥当である.これは,既 出の震度分布図からも十分読み取れることである.

これまで元禄地震の震源域は、大正関東地震に外 房の南東沖部分が加わったものであると広く考えられ てきたが、大正関東地震の西側部分は、元禄地震時 には活動していない、伊豆半島が衝突している西端 部分が、プレート境界としての性質を半ば喪失しつつ あり、プレート内地震的にひずみエネルギーを解放 することは、十分考えられることである、相模トラフに 発生する大地震への対策を考える上では、元禄、大 正と安易に同じタイプの地震が繰り返しとしてきたと 扱わず、南海トラフと同様、毎回少しずつ違う地震に よって数百年に一度程度ひずみエネルギーを解放し てきたと考えるべきである.

謝 辞

故茅野一郎博士には、生前関東地震の松沢の住家 全壊率の問題点などをご教示いただきました.編集 担当の行谷佑一博士と査読者石辺岳男博士のご意 見で本稿は改善されました.記して感謝します.

対象とした地震:1703年元禄地震,1923年大正関東 地震

文 献

- 地震調査研究推進本部, 2004, 相模トラフ沿いの地 震活動の長期評価について, http://www.jishin. go.jp/main/chousa/kaikou_pdf/sagami.pdf
- 地震調査研究推進本部,2009,日本の地震活動-被害地震から見た地域別の特徴-第2版,地震 予知総合研究振興会,496p.
- 茅野一郎, 1992a, 図説裏話(8)関東地震の被害分布, 地震学会ニュースレター, 4, 10.
- 茅野一郎, 1992b, 関東地震, 地震学会ニュースレタ ー, 4, 11-14.
- 気象庁, 1968, 地震観測指針(参考編), 245p.
- Matsuda, T., Y. Ota, M. Ando, and N. Yonekura, 1978,

Fault mechanism and recurrence time of major earthquakes in southern Kanto district, Japan, as deduced from coastal terrace data, Geol. Soc. Am. Bull., 89, 1610-1618.

- 松田時彦・水本匡起・田力正好・松浦律子,2014,元 禄関東地震で大磯沿岸は隆起したか―海成段 丘からの考察―,地震Ⅱ,67,35-39.
- 松田時彦・松浦律子・水本匡起・田力正好, 2015, 神 奈川県江の島の離水波食棚と1703年元禄関東 地震時の隆起量, 地学雑誌, 124, 657-664.
- Matsu'ura, M., A. Noda, and Y. Fukahata, 2007, Geodetic data inversion based on Bayesian formulation with direct and indirect prior information, Geophys. J. Int., 171, 1342-1351.
- 松浦律子・中村操・茅野一郎・唐鎌郁夫,2003, 震度 分布にもとづく江戸時代の4 地震の震源域と規 模の再検討(概報):1662 年日向灘・1769 年日 向・豊後・1847 年善光寺地震・1861 年宮城の 4 地震について, 歴史地震, 19,53-61.
- 松浦律子・中村操・唐鎌郁夫,2011,1707 年宝永地 震の新地震像(速報),歴史地震,26,89-90.
- 文部省, 1941, 增訂大日本地震史料, 第二卷, 754p.
- 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,2,35-71.
- 中村操・松浦律子, 2011, 1855 年安政江戸地震の被 害と詳細震度分布, 歴史地震, 26, 33-64.
- 田山実, 1904, 大日本地震史料, 震災予防調査会報告, 46 甲, 606p.
- 東京大学地震研究所(編), 1982, 新収日本地震史 料, 第二巻別巻, 290p.
- 東京大学地震研究所(編), 1989, 新収日本地震史 料, 補遺別巻, 992p.
- 東京大学地震研究所(編), 1994, 新収日本地震史 料, 続補遺別巻, 1228p.
- 宇佐美龍夫(編), 1999, 日本の歴史地震史料拾遺 別巻, 1045p.
- 宇佐美龍夫(編), 2002, 日本の歴史地震史料拾遺 二巻, 583p.
- 宇佐美龍夫(編), 2005, 日本の歴史地震史料拾遺 三巻, 814p.
- 宇佐美龍夫(編), 2008, 日本の歴史地震史料拾遺 四ノ上, 1132p.
- 宇佐美龍夫(編), 2012, 日本の歴史地震史料拾遺 五ノ上, 625p.
- 宇佐美龍夫・大和探査技術株式会社, 1994, わが国 の震度分布・等震度線図, (社)日本電気協会, 647p.



付図 1. 1923 年大正関東地震の木造住家全壊率分布[諸井・武村(2002)付表より作成] 諸井・武村(2002)による住家全壊率から、10%以上の市区町村をプロットした. 彼らは計測震度に対応した分類 で作図しているので、茅野(1992b)と比較できるように 30%以上を区分してある.

Fig. A1. Distribution map of towns where 10% and more wooden dwellings totally collapsed by the 1923 Taisho Kanto earthquake. [made from the appendix table of Moroi and Takemura(2002)] The collapsed rate of 30% and more is divided into four in this figure.

付表 1. 京都・奈良以西の震度判定根拠

京都御苑内は同様の史料が多いので最も具体的な基熙公記で代表させた.

Table A1. Historic	al materials used	for the intensi	ity determi	nation of	west of Kyot	o and Nara
IB CC						

場所 場所		由料夕	由判住	判定規划	判定震度	記述内容	
地名当時の地名		2110	又作未	刊足很短			
京都市	吉田神社	御広間雑記	新収2s_p.160	体感	地震	丑刻地震	
京都市	下鴨神社	光紹日記	新収2s_p.160	体感	地震	昨夜丑刻地震	
京都市	京都御苑	基熙公記 等	田山甲_p.283等	体感	長い地震	去暁寅刻地震 雖非甚良久	
奈良市	東大寺	三綱所日記	新収2s_p.161	体感	地震	夜丑刻過地振夜明迄以上四度	
奈良市	東大寺	東大寺年中行事記	新収2s_p.161	体感・	大地震	丑ノ刻地震、近年無之騒動也、	
				無被害		供当境何万も無事	
奈良市	雑司村番所	東大寺年中行事記	新収2s_p.161	被害	4.5	同日 雑司村番所及大破二付、 修理納所見性院司U被修候	
奈良市	西大寺	西大寺日記	新収2s_p.161	体感	無感		
奈良市	南田原村	山本平左衛門日並記	新収続補s_p.22−23	体感	大地震	戌時地震 希有之大事也	
和歌山市	和歌山城	三浦家年中日記	新収補s_p.20	体感	長い地震	前夜八ッ過両度地震弱ク長シ	
岡山県久米郡	行延村	<u> </u>	新収2s_p.162	体感	地震	十一月廿二日地震仕候	