

11 - 6 関東地震の履歴の再評価

Reevaluation of the History of the Kanto Earthquake

産業技術総合研究所 宍倉正展

Geological Survey of Japan/AIST, Masanobu SHISHIKURA

1. はじめに

相模トラフ沿いのプレート境界を震源とする巨大地震（関東地震と呼ぶ）の履歴は、1703 年元禄関東地震（M8.2）と 1923 年大正関東地震（M7.9）（以下、元禄地震および大正地震と呼ぶ）以外には確実な歴史記録がなく、おもに地形や地層に残された痕跡から復元されてきた。地震調査研究推進本部による長期評価では、海岸段丘などの年代に基づいて平均発生間隔は約 390 年、ばらつきを考慮すると 180～590 年と算出している¹⁾。また平均 2300 年間隔で元禄型とされる規模の大きな地震も想定されてきた。しかし近年、房総半島南部の海岸段丘について研究が進み、元禄型地震の発生年代が見直されるようになった。また歴史上の関東地震についても史料の検討が進み、元禄と大正以外の地震についても候補となる歴史地震が提案されるようになった。さらに伊豆半島東部でも新たな隆起痕跡の報告がある。そこで本稿では、最近 10 年ほどの間に進んだこれらの関東地震の履歴の再評価に関する研究について紹介する。

2. 海岸段丘（沼面群）からみた従来の関東地震の履歴

房総半島南部沿岸には標高 30 m 以下に複数段の完新世海岸段丘が発達しており、古くから研究が進められてきた。段丘はおおまかに 4 面に区分され、高位から沼Ⅰ～Ⅳ面と呼ばれる²⁾。沼Ⅳ面は元禄地震の隆起で形成されていることから、沼Ⅰ～Ⅲ面も同様の隆起（元禄型地震）で形成されたとみなされ、その年代は 7200 年前、5000 年前、3000 年前とされてきた。一方、大正型地震の隆起は房総半島南西部の岩井や保田の離水浜堤列に記録され、平均 400 年程度の発生間隔が推定されている³⁾。大正型地震はおもに相模湾のプレート境界（第 1 図 A の領域）のみが破壊し、房総半島南東沖（第 1 図 B, C の領域）まで破壊域が広がるのが元禄型地震と定義される⁴⁾。この房総半島南東沖の断層における元禄地震時のすべり量は 10～15 m 程度と推定される⁵⁾。これが元禄型地震で平均 2300 年おきに破壊される場合、測地観測によるプレートのすべり欠損速度がおよそ 30 mm/year と推定されている⁶⁾ので、1 回あたり 70 m 近くもすべらないと収支が合わない。このため筆者は、第 195 回地震予知連絡会の重点検討課題において、沼面群の年代が房総半島の相模湾側と太平洋側で一致しない可能性⁷⁾と、これを根拠として房総南東沖のみが破壊する地震がより高頻度で起き、収支を合わせている可能性を指摘した⁸⁾。

3. 最近の調査研究による海岸段丘（沼面群）の再検討

その後沼面群の年代について、特に房総半島の太平洋側で再評価するため、千倉低地において集中的なボーリング調査が行われた。その結果、沼Ⅰ～Ⅲ面の年代は従来と比べて全体的に若くなることが明らかになった⁹⁾。これは一見すると前述の沼面群の年代が相模湾側と太平洋側で一致しない可能性を肯定するよう見える。そこで次に、千倉低地の段丘が相模湾側の段丘とは実際に異なる面なのかどうかを検証するため、航空レーザー測量に基づく高解像度 DEM を用いた地形解析を行った¹⁰⁾。従来の空中写真判読に基づいた段丘の地形判読では、館山と千倉との間にある平砂浦

という地域で段丘が砂丘砂に覆われているため、地域間での段丘面对比を困難にしていた。この研究では機械学習によって各段丘の旧汀線の地形を自動抽出する手法を開発し、千倉から館山にかけての段丘面の連続性を確認した。その結果、沼Ⅰ～Ⅲ面はいずれも平砂浦を挟んで連続して分布することがわかり、各段丘面間の比高もほぼ同程度であることが明らかになった。すなわち沼面群は各面とも相模湾側から太平洋側まで一連の面であり、それらの離水をもたらず隆起イベントは、毎回ほぼ同じパターンと規模を示している。したがって結果的に沼面群の年代が相模湾側と太平洋側で一致しない可能性は否定され、館山低地を含めた従来の沼面群の年代自体の再検討が必要になった。そこで房総半島南部全域において、既存研究も含めたすべての年代測定データを用いて、段丘堆積物の再堆積の効果も考慮しながら統計分析を行い、沼面群の年代を再評価した¹¹⁾。その結果、沼Ⅰ面が約 5700 年前、沼Ⅱ面が約 3200 年前、沼Ⅲ面が約 2000 年前と推定され、再来間隔は 1200～2500 年とばらつくことが明らかになった（第 1 図）。

これらの結果が示すことは、見かけ上隆起の規模（断層すべり量）は毎回同程度なのに、その歪の蓄積期間（再来間隔）はばらつくということである。フィリピン海プレートが一定の速度で沈み込んでいるとすると、歪とすべりとの収支が合わない。また前節で指摘されていたすべり欠損速度との矛盾も解決していないままである。これらの課題に対して、プレートの沈み込みモデルの再検討が行われており、房総半島南部直下のフィリピン海プレート上面に海山状の凸部がある効果を考慮したすべり領域の分割などで説明する考えなどが示されている¹²⁾。

4. 歴史記録に残る関東地震の候補

歴史上の関東地震として、元禄地震と大正地震以外で今のところ最も可能性が高いとされているのは 1293 年正応（永仁）鎌倉地震である。その根拠として、歴史記録はもちろんであるが、三浦半島での津波堆積物の発見¹³⁾や房総半島南西部の離水浜堤列の存在³⁾からも裏付けられ、地震調査研究推進本部の長期評価でもすでに取り入れられている。この地震はいわゆる大正型に相当するものとみなされるが、一方で国府津一松田断層が活動した可能性も指摘されている¹⁴⁾。つまりプレート間地震に連動して内陸活断層の活動も伴っていたと考えられる。このほか 878 年元慶地震が、かつては伊勢原断層の活動と考えられてきた¹⁵⁾が、その後関東地震の候補とされ、この時代の海岸隆起の痕跡が鎌倉・逗子の地層¹⁶⁾や房総半島南西部の離水浜堤列³⁾で見ついている。この地震は歴史記録も地形・地質痕跡データもまだ不足しているが、もし仮に関東地震の 1 つとすると 878 年、1293 年、1703 年とおおよそ 400 年間隔となり、房総半島南西部の離水浜堤列から推定される平均再来間隔と整合する（第 2 図）。

一方で近年、注目されているのは 1293 年と 1703 年の間に 1495 年明応関東地震が発生したという説である。従来から明応年間に鎌倉で津波被害があったことは歴史記録で知られていたが、1498 年（明応七年）の明応東海地震による津波とみなされていた¹⁷⁾。歴史記録に記された日付は明応四年すなわち 1495 年であったが、誤記という判断であった。その後、歴史記録の再検証から明応四年の記述の信憑性が高いことがわかり、また伊東の宇佐美遺跡における津波痕跡の発見などから 1495 年明応関東地震が提唱されるようになった¹⁸⁾。この場合、1293 年、1495 年、1703 年、1923 年とほぼ 200 年の発生間隔である（第 2 図）。ただし津波の地質痕跡は必ずしも相模トラフ沿いの地震（関東地震）でなくとも形成されうる。1495 年明応関東地震を裏付けるには、房総半島や三浦半島で明応に相当する隆起の痕跡を認定することが重要であるが、今のところ見つからない。

5. 伊豆半島東部の海岸隆起痕跡が意味すること

最近、伊豆半島東部の伊東周辺の海岸において、少なくとも 3 つのレベル (Zone 1 ~ 3) の隆起痕跡が見つかった¹⁹⁾。そのうちの Zone 2 が明応年間を含む 15 ~ 16 世紀頃の年代を示す。最低位の Zone 3 は大正地震後の 1930 年と 1970 ~ 1990 年代に群発地震を伴うマグマ活動による隆起で離水したことがわかっている。このため Zone 2 以上もマグマ活動の隆起を示す可能性が高いものの、地震性隆起の可能性も否定はできない。伊豆半島東方沖には西相模湾断裂が提唱され、大正地震における真鶴や初島の隆起を説明する断層が指摘されている²⁰⁾が、仮にこの断層を南方まで延長して活動させれば伊東の海岸も隆起する。したがって 1495 年明応の地震が西相模湾断裂とその南方延長の活動によるものという考え方もできる。西相模湾断裂は相模トラフでは下盤側のフィリピン海プレート内の断層であるので、これが単体で動いたのであれば関東地震とはメカニズムが異なり、三浦半島や房総半島で明応の隆起痕跡が見つからないことと整合する。西相模湾断裂の活動によって発生する津波で、明応の鎌倉の津波被害や宇佐美遺跡の津波痕跡が説明可能かどうかは今後検証していく必要があるだろう。

6. 今後に向けて

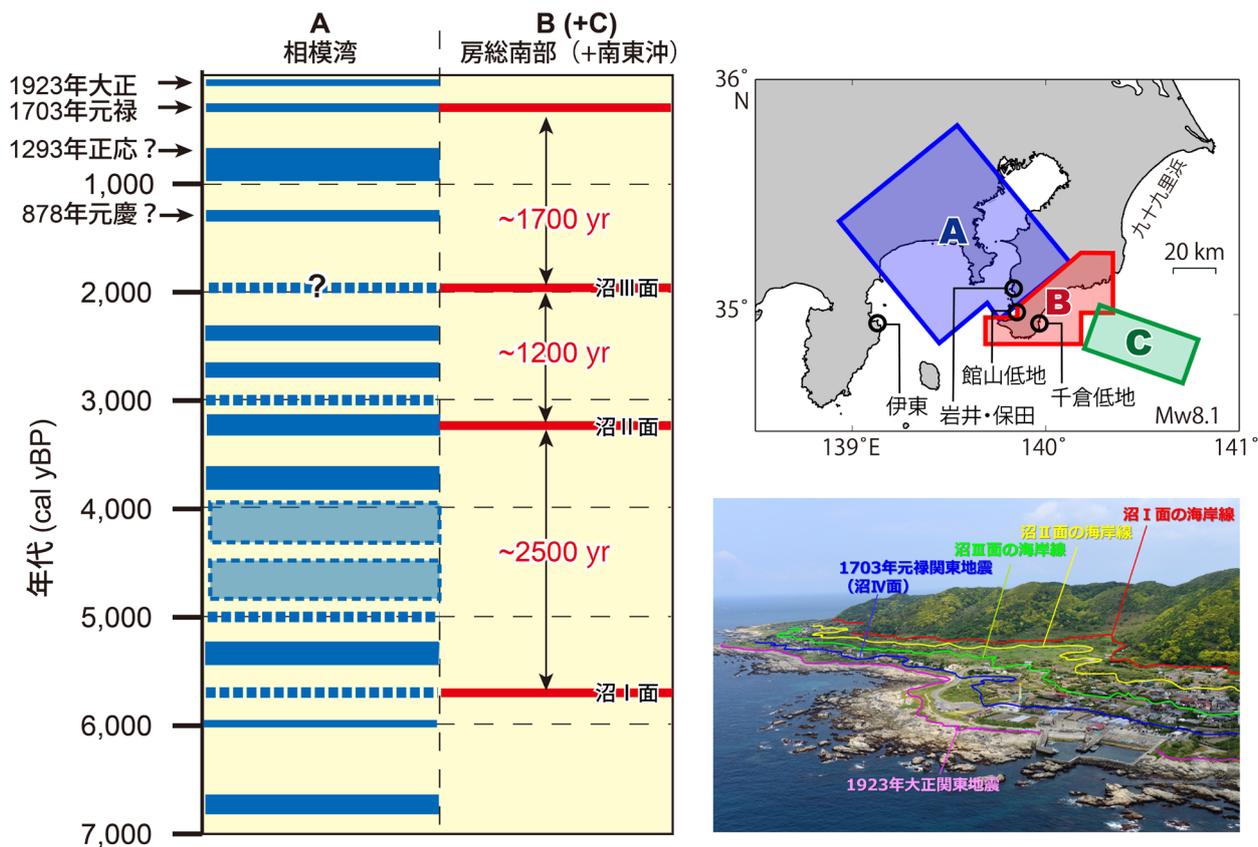
本稿で示したように関東地震の履歴はこの 10 年ほどの間に新たな知見が増えた。特に房総半島南部の沼面群については年代、高度分布ともにおおよそ確定できたと言える。しかし実は沼 I 面よりも高位に分布、年代ともまだ確定できていない不連続な段丘面がある。またいわゆる大正型の隆起を記録した段丘についても年代データが不足しており、今後これらの解明が求められる。歴史上の関東地震についても候補となる歴史地震の理解が進んでおり、1293 年正応 (永仁) の地震はかなり確度が高い。一方、検証が進む 1495 年明応の地震については地形、地質の証拠による裏付けが不足しており、現時点でまだ関東地震と認定することは難しい。最近発見された伊東の隆起痕跡からは新たな明応の地震像を示すことができる可能性もあり、今後のさらなる検証が必要である。

参考文献

- 1) 地震調査委員会 (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/04aug_sagami/index.htm, .
- 2) 中田 高・木庭元晴・今泉俊文・曹 華龍・松本秀明・菅沼 健 (1980) : 房総半島南部の完新世海成段丘と地殻変動, *地理学評論*, **53**, 29-44.
- 3) 穴倉正展 (2003) : 変動地形からみた相模トラフにおけるプレート間地震サイクル, *東京大学地震研究所彙報*, **78**, 245-254.
- 4) Shishikura, M. (2014) : History of the paleo-earthquakes along the Sagami Trough, central Japan: Review of coastal paleoseismological studies in the Kanto region, *Episodes*, **37**, 246-257, doi: 10.18814/epiiugs/2014/v37i4/004.
- 5) 行谷佑一・佐竹健治・穴倉正展 (2011) : 南関東沿岸の地殻上下変動から推定した 1703 年元禄関東地震と 1923 年大正関東地震の断層モデル, *活断層・古地震研究報告*, **11**, 97-106.
- 6) Sagiya, T. (2004) : Interplate coupling in the Kanto District, central Japan, and the Boso Silent earthquake in May 1996, *Pure Appl. Geophys.*, v. **161**, pp. 11-12, 2601-2616.
- 7) 宇野知樹・宮内崇裕・穴倉正展 (2007) : 完新世離水海岸地形からみた相模トラフ沿いのプレート間地震の再検討 - 内房と外房で対比されない海成段丘の存在から -, *日本地球惑星科学連合*

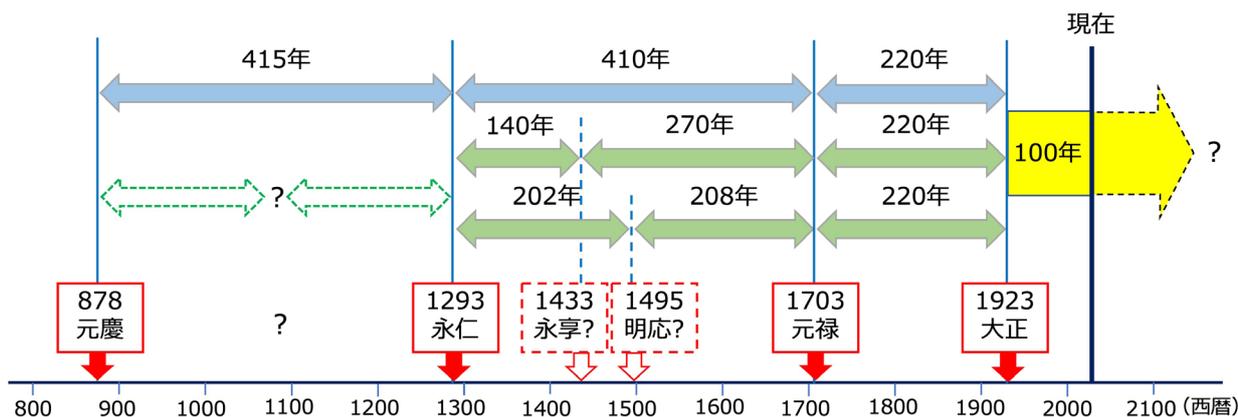
2007 年大会予稿集, S141-007.

- 8) 宍倉正展 (2012) : 相模トラフ沿いの海溝型地震の新しい解釈, *地震予知連絡会会報*, 第 88 巻, 536–539.
- 9) Komori, J., Shishikura, M., Ando, R., Yokoyama, Y. and Miyairi, Y. (2017) : History of the great Kanto earthquakes inferred from the ages of Holocene marine terraces revealed by a comprehensive drilling survey. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **471**, 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2017.04.044>
- 10) Komori, J., Ando, R. and Shishikura, M. (2020) : Cluster analysis of marine terraces and quantitative seismotectonic interpretation of the Boso Peninsula, central Japan. *Jour. of Geoph. Res.: Solid Earth*, **125**, e2019JB019211. <https://doi.org/10.1029/2019JB019211>
- 11) Komori, J., Shishikura, M., Ando, R., Yokoyama, Y. and Miyairi, Y. (2021) : The history of the great Kanto earthquakes, central Japan: A Bayesian approach to age estimation of marine terraces, *Quaternary Science Reviews*, **272**, 107217, <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2021.107217>
- 12) Komori, J. and Ando, R. (2022) : Mechanical examination of the marine terrace formation and history of megathrust earthquakes on the irregular plate interface of the Sagami Trough subduction zone, central Japan. *AGU Fall Meeting 2022*, Chicago, T55A-04.
- 13) Shimazaki, K., Kim, H. Y., Chiba, T., and Satake, K. (2011) : Geological evidence of recurrent great Kanto earthquakes at the Miura Peninsula, Japan, *Jour. Geoph. Res.*, **116**, B12408, doi:10.1029/2011JB008639.
- 14) 神奈川県 (2003) : 平成 14 年度神奈川県活断層 (神縄・国府津－松田断層帯) 調査事業成果報告書, 78p.
- 15) 松田時彦・由井将雄・松島義章・今永 勇・平田大二・東郷正美・鹿島 薫・松原彰子・中井信之・中村俊夫・松岡数充 (1988) : 伊勢原断層 (神奈川県) の試錐による地下調査－過去約 7000 年間の堆積環境と元慶 2 年の地震変位, *地震研究所彙報*, **63**, 145-182.
- 16) Mannen, K., Kim, H. Y., Suzuki, S., Matsushima, Y., Ota, Y., Kain, C. L. and Goff, J. (2018) : History of ancient megathrust earthquakes beneath metropolitan Tokyo inferred from coastal lowland deposits, *Sed. Geo.*, **364**, 258-272, doi:10.1016/j.sedgeo.2017.11.014.
- 17) 宇佐美龍夫 (1996) : 新編日本被害地震総覧 416–1995 (増補改訂版), 493p
- 18) 金子浩之 (2012) : 宇佐美遺跡検出の津波堆積物と明応四年地震・津波の再評価, *伊東の今・昔, 伊東市史研究*, 10 号, 102–124.
- 19) Shishikura, M., Namegaya, Y., Kaneko, H. and Koyama, M. (2023) : Late Holocene tectonics inferred from emerged shoreline features in Higashi-Izu monogenetic volcano field, Central Japan, *Tectonophysics*, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2023.229985>.
- 20) 石橋克彦 (1977) : 「西相模湾地震」の可能性と東海地震との関連, *地震予知連絡会東海部会編 : 地震予知連絡会東海部会資料*, 53-68.



第 1 図 房総半島の海岸段丘から再評価された過去 7000 年における関東地震の履歴。右上の断層モデルは行谷ほか (2011) に基づいて領域区分した。右下は千葉県館山市西川名付近の沼面群の写真。

Fig. 1 History of Kanto earthquakes in the past 7000 years reevaluated from Holocene marine terraces along the Boso Peninsula. The upper right panel shows the fault model divided into three segments based on Namegaya et al. (2011). The lower right photo shows a Numa terrace series in Nishikawana, Tateyama City, Chiba Prefecture, Japan.



第 2 図 歴史上の関東地震 (候補も含む) と再来間隔。

Fig. 2 Historical Kanto earthquakes (including candidates) and recurrence intervals.