

12 - 20 相模トラフ沿いの海溝型地震の新しい解釈

A new interpretation of subduction zone earthquake along the Sagami Trough

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として、歴史的に 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) が知られ、様々な断層モデルが提案されている。特に元禄地震については、房総半島東岸における大きな津波を説明するために、沖合の断層の必要性が議論されている。また元禄地震より前の地震については、海岸段丘や津波堆積物の調査などから履歴の解明が進んでいる。特に海岸段丘に関する研究は古くから行われ、元禄型、大正型という 2 つのタイプの地震の存在とそのくり返し性が論じられてきた。しかし近年、その見直しを迫るデータが得られ、新たなタイプの地震が存在する可能性が示唆される。本稿ではこれらの研究の現状について紹介する。

2. 1703 年元禄関東地震の断層モデルについて

元禄地震は大正地震と比べ、房総半島南部が大きく隆起し、さらに九十九里浜で津波が内陸奥まで浸水するなど、顕著な違いがある。この隆起を説明するためには、房総半島南部周辺で断層を大きくすべらせる必要があるが、その際、津波の大きさも説明可能という考え方¹⁾と、房総半島南東沖にさらに別の断層を置かないと説明できない²⁾という考え方がある。そこでフィリピン海プレート上面の形状に関する最新の知見を整理して断層を設定し、元禄と大正の断層モデルを検証した³⁾。その結果、まず地殻変動からみて、大正地震は相模湾周辺の断層 (第 1 図の領域 A) がおもにすべり、元禄地震はそれに加えて房総半島南部周辺の断層 (領域 B) が最大 10 m 程度すべったと考えられる。さらに津波シミュレーションの結果、元禄地震では房総沖の断層 (領域 C) を置かないと、九十九里浜での津波浸水は再現できず、沖合の断層は必要であると結論づけた。ただし、沖合の断層の位置や形状、すべり量などはまだ検討の余地があり、今後の課題となっている。

3. 関東地震の履歴について

関東地震は、元禄地震と大正地震の間隔が 220 年であることや、プレートの収束速度などから考えて再来間隔は 200 年程度との見積もりもあるが、元禄地震より前の地震に関する明確な歴史記録はない。そのため、これまでおもに海岸段丘の分布と年代に基づいて履歴が復元されてきた。房総半島南部の海岸段丘からは、元禄型と大正型の 2 つのタイプの地震が認識され、元禄型の発生時期はおおよそ 7200 年前、5000 年前、3000 年前、西暦 1703 年の 4 回⁴⁾、大正型はそれ以外の時期に少なくとも 11 回分が確認されている⁵⁾ (第 2 図)。これらの結果から、変動地形学的にみると相模湾周辺の断層は平均して約 400 年間隔で破壊していると考えられ、2000~2700 年間隔で房総半島南部周辺の断層が大きくすべる元禄型の地震が起きていると解釈されてきた⁶⁾。また津波堆積物の証拠からは、三浦半島ではおおよそ 400 年間隔で津波が襲来していることが示され⁷⁾、変動地形の証拠と一致する。一方、房総半島南部で観察される 7000~9000 年前頃の津波堆積物は 100~300 年間隔で⁸⁾、より高い頻度で堆積していることが確認されている。

地震調査研究推進本部では、これらの情報に基づいて、関東地震の平均再来間隔を大正型で 200～400 年、元禄型で 2300 年と評価し⁹⁾、今後 30 年以内の発生確率はそれぞれほぼ 0～2 % およびほぼ 0 % と見積もっている。

4. 地形、地質学的データと測地学的データとの矛盾

近年の測地学的な解析によれば、相模トラフ沿いのプレートのすべり欠損速度は、相模湾周辺でおよそ 20 mm/year、房総半島南部周辺でおよそ 30 mm/year とされている¹⁰⁾。前章のとおり地形、地質学的にみて相模湾周辺の領域 A を破壊する地震は平均約 400 年間隔であるが、1 回あたりのすべり量を 5～10 m 程度とすれば、測地学的にみて歪みの蓄積には 250～500 年程度かかることになり、両者の年数はほぼ一致する。一方、房総半島南部周辺の領域 B (+C) は、元禄型地震のときのみ動くとするれば、2000～2700 年という長期間にわたって歪みをため続けることになり、すべり欠損速度から単純に計算して 60～80 m という蓄積量になる。しかし第 2 章で示したように、元禄地震での領域 B のすべり量は最大 10 m 程度と推定されているので、収支が合わない。またさらに段丘地形が保存され、永久変形として残ることを説明するための解釈も必要である。

5. 新たな変動地形の証拠による解釈

最近、房総半島南部の海岸段丘について見直しが行われ、半島の内房側と外房側とで従来同一とされていた離水年代が、必ずしも一致しないということがわかってきた¹¹⁾。これまでは半島南部全体が大きく隆起する元禄型地震が、2000～2700 年間隔で起きているという解釈であったが、内房側と外房側とで隆起するタイミングが違うということは、それぞれが隆起する別々の地震の想定を可能にする。元禄地震の断層モデルで言えば、領域 B (場合によって領域 C も含む) のみが破壊されるような新たなタイプの地震の可能性が指摘できる。このタイプの地震が数百年程度の高頻度で起こっているとすれば、前章で指摘したすべり欠損との収支の矛盾も解消されることになる。つまり次に領域 B (+C) の範囲が動くのは 2000 年先ではなく、もっと近い将来である可能性がある。第 3 章で紹介した房総半島南部の津波堆積物が高頻度でたまっているのは、これらの様々なタイプの地震による津波が混在していることを示しているのかもしれない。

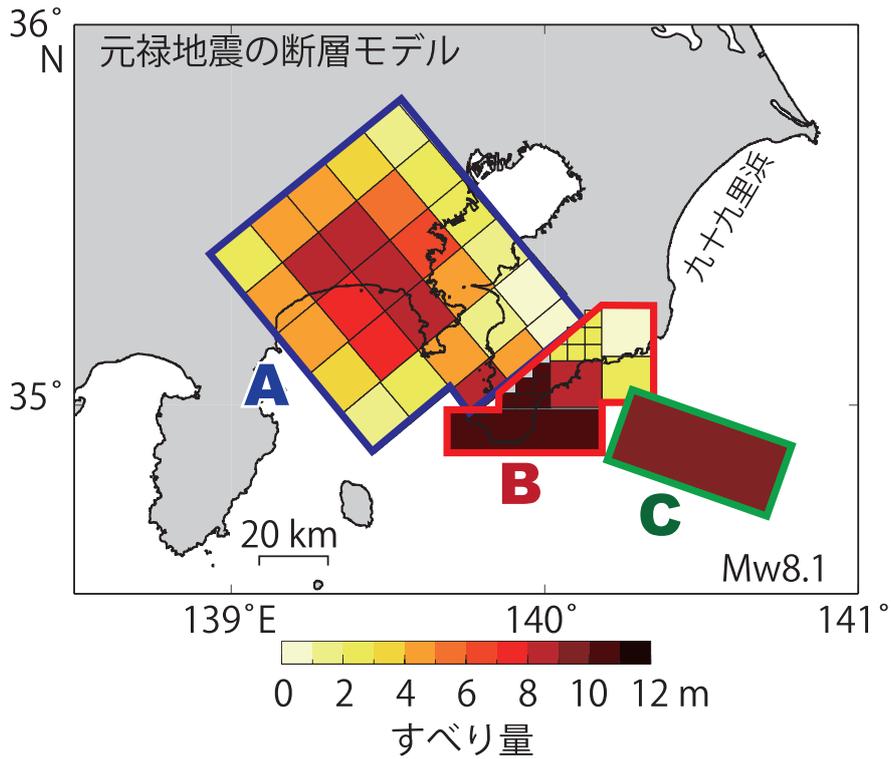
このほか、房総半島東部には、大正地震や元禄地震の隆起域よりもさらに北方の、九十九里浜にかけての海岸沿いにも段丘が発達しており、間欠的な隆起がくり返し生じていたことを示している¹²⁾。つまり九十九里浜周辺を隆起させるような、さらに別のタイプの地震も想定しなければならない可能性がある。たとえば第 1 図で示した断層モデルの範囲よりもさらに北側の、より深いプレート境界でのすべりも検討する必要があるだろう。

6. 今後に向けて

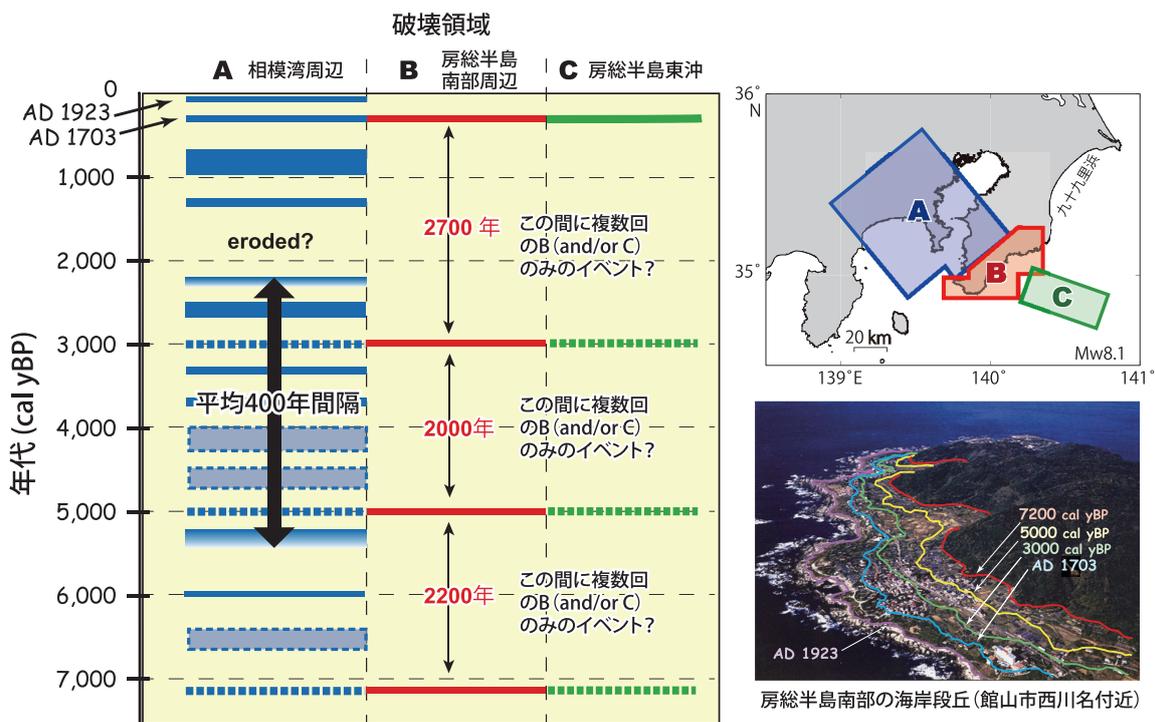
本稿で示した解釈は、まだ限られたデータに基づいており、作業仮説の域を出ないため、新たなタイプの地震の存在を検証するためには、房総半島南部～東部沿岸における海岸段丘のより詳細な調査が必要である。たとえばある特定の年代の段丘面を検出して、それを海岸沿いに広い範囲で追跡し、それを複数レベルで展開すれば、それぞれの段丘を離水させたイベントの隆起パターンが復元され、そこから断層のすべり分布もおおよそ検証できると期待される。また房総沖の領域 C については、海岸段丘による地殻変動の評価ができないため、その活動履歴は、津波堆積物や海域におけるタービダイトなどの調査から検証していかなければならないだろう。

参考文献

- 1) 笠原慶一・山田重平・安藤雅孝：南関東の地殻変動－展望と作業仮説－，関東大地震 50 周年論文集(1973)，103-116.
- 2) Matsuda, T., Ota, Y., Ando, M., and Yonekura, N. : Fault mechanism and recurrence time of major earthquakes in southern Kanto district, Japan, as deduced from coastal terrace data, *Geol. Soc. Am. Bull.*, 89 (1978), 1610-1618.
- 3) 行谷佑一・佐竹健治・宍倉正展：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 (2011)，97-106.
- 4) 中田 高・木庭元晴・今泉俊文・曹 華龍・松本秀明・菅沼 健：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 (1980)，29-44.
- 5) 宍倉正展・原口 強・宮内崇裕：房総半島南西部岩井低地の完新世離水海岸地形からみた大正型関東地震の発生年代と再来周期，*地震第 2 輯*，53 (2001)，357-372.
- 6) 宍倉正展：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 (2003)，245-254.
- 7) Shimazaki, K, Kim, H. Y., Chiba, T., and Satake, K. : Geological evidence of recurrent great Kanto earthquakes at the Miura Peninsula, Japan, *Jour. Geoph. Res.*, 116, B12408, doi:10.1029/2011JB008639, (2011).
- 8) 藤原 治・増田富士雄・酒井哲弥・入月俊明・布施圭介：房総半島と三浦半島の完新統コアに見られる津波堆積物，*第四紀研究*，38 (1999)，41-58.
- 9) 地震調査委員会：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，(2004).
- 10) 西村卓也：関東南部の地震間地殻変動とプレート間カップリング，*地震予知連絡会会報*，第 88 巻 (2012)，521-525.
- 11) 宇野知樹・宮内崇裕・宍倉正展：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 (2007).
- 12) 宍倉正展：完新世最高位旧汀線高度分布からみた房総半島の地殻変動，*活断層・古地震研究報告*，1 (2001)，273-285.



第1図 1703年元禄関東地震の断層モデル。地殻上下変動量分布からインバージョン解析により推定したすべり量分布（領域AとB）に津波シミュレーションから推定した沖合の断層（領域C）を加えた。行谷ほか（2011）³⁾の不均質すべりモデルを改変。
 Figure 1. Fault source model of the 1703 Genroku Kanto Earthquake. Slip amounts on the sub-faults (area A and B) estimated from inversion analyses, with off shore fault (area C) inferred from tsunami simulation. Modified from the various slip model of Namegaya et al. (2011).



第2図 海岸段丘などから復元した相模トラフ沿いにおける地震の履歴。
 Figure 2. Fault rupture history along the Sagami Trough deduced from marine terrace.