

12-3 千島・日本海溝沿いの超巨大地震履歴

History of giant earthquakes generated from the Kuril Trench and the Japan Trench

宍倉正展（産業技術総合研究所）

Masanobu Shishikura (Geological Survey of Japan/AIST)

千島海溝沿いは、地震調査研究推進本部（2017）¹⁾によって超巨大地震の発生が切迫しているとされ、その規模は Mw8.8 と評価されている。北海道東部では 19 世紀以降の歴史記録しかないため、この評価は基本的に地質記録に基づいて行われた。千島海溝沿いにおける超巨大地震の存在は、もともとは「地殻変動の矛盾」によって指摘された。これは北海道東部沿岸において、測地学的に観測される急速な沈降（約 1 cm/年）が、M8 クラスの地震（数 10～100 年程度の間隔で発生）時の地殻変動では解消せず、過去 100 年以上に渡って沈降し続けているのに対し、地質学的には海岸段丘の存在から 10 万年スケールでは隆起しているという矛盾である。この矛盾を解消するため、歴史記録に知られていない低頻度の超巨大地震が存在し、累積した沈降分を上回る隆起が生じていたという仮説が立てられた²⁾。

1990 年代後半から行われた沿岸の地質調査により、17 世紀頃に急速な環境変化（海域環境→陸域環境）を示す地層が見つかり、地震に伴う隆起の証拠が示された³⁾。また堆積物中の珪藻化石の分析により、1-2 m の隆起が余効変動によってゆっくりと数 10 年かけて生じていたことも明らかになった⁴⁾。さらにこの地震による津波堆積物が沿岸各地で見つかり、その浸水域が歴史上知られる津波の浸水域よりもはるかに規模が大きく、500 年程度の再来間隔で過去からくり返し生じていたことが解明された⁵⁾。その後、詳細な年代測定によって再来間隔が 100～800 年でばらつくことが示され⁶⁾、地震調査研究推進本部（2017）はこれらの情報を元に超巨大地震の平均再来間隔を約 340-380 年としている。

これまでの地質学的な調査研究によって、千島海溝沿いの超巨大地震の実態が明らかになりつつあるが、未解明の課題も依然として残されている。たとえば一見解決したように見える地殻変動の矛盾は、実は隆起と沈降の収支が合っていない。平均再来間隔が 340-380 年だとして、その間、平常時の沈降が現在の速度（1 cm/年）で進んだとすると、累積沈降量は 3.4-3.8 m となる。しかし 17 世紀のイベントの隆起量は 1-2 m と推定されているため、沈降分を解消し、さらに長期的に隆起を残留させるには、その半分程度しか満たしていないことになる。そこで地殻変動サイクルの 1 つの考え方として、超巨大地震の発生後、サイクルの前半は沈降の速度が緩やかで、サイクルの後半になって次の地震に近づいてくると沈降速度が加速すると考えれば、収支を合わせることができる（第 1 図）。平均再来間隔からみてすでに経過時間がほぼ満期になっていることも併せて考えれば、現在の急速な沈降は次の発生が近いことを意味しているのかもしれない。

この他の課題として、超巨大地震の破壊域の評価が挙げられる。千島海溝の超巨大地震の地質学的証拠は、今のところほとんどが北海道東部沿岸で見つかったものであるため、17 世紀のイベントの断層モデルも北海道東部の沖合に限定されている⁷⁾。もし千島海溝沿いにより東側の北方四島や、より西側の北海道西部から日本海溝沿いの東北地方北部にかけての太平洋岸でも同じイベントの地質学的証拠が見つければ、より長大な断層を考えうることになる。そこで第 2 図にこれまでの古地震・古津波の地質調査地点と推定（想定）される断層モデルについてまとめた。まず北方四島に関

しては、おもにロシアの研究者によって調査され、17世紀のイベントをはじめとした北海道東部の津波堆積物と対比される津波堆積物の報告がある⁸⁾。ただし同一の研究者による北海道東部の津波堆積物との比較観察や複数の研究者によるクロスチェックが行われていないなど問題点も指摘されている⁹⁾。

北海道西部太平洋沿岸では苫小牧からむかわにかけての沿岸で17世紀の津波堆積物が報告されている^{10, 11)}。ただしこれは1640年駒ヶ岳噴火に伴う津波の可能性もあり、また仮に北海道東部の津波堆積物と対比できるとした場合、17世紀より前のイベントが見つかっておらず、少なくとも約2500年前の樽前c2テフラの層準までの間には津波堆積物は確認されていない。

東北地方北部太平洋沿岸では、2011年東北地方太平洋沖地震以降、多くの研究者によって津波堆積物調査が進められ、ここ数年で一気に知見が増えた。17世紀頃の年代を示すイベントも、青森県東通村¹²⁾や岩手県野田村¹³⁾などで見つかっている。特に青森県東通村は、2011年のイベントでは津波がほとんど浸水しなかった地域だが、17世紀の津波堆積物は少なくとも内陸1 km以上まで分布し、過去約6000年の間で最も分布域が広いイベントだったことが明らかになっている。さらに南の地域でも17世紀頃の津波の候補は見つかるが、三陸以南では1611年慶長三陸地震による津波浸水の記録があり、これまでは日本海溝沿いに波源を持つと考えられてきた¹⁴⁾。しかし近年、慶長三陸地震の津波と千島海溝沿いの17世紀超巨大地震の津波が同一のものではないかという考えも提案されている^{15, 16)}。この場合、従来の千島海溝沿いの断層モデルでは東北地方太平洋沿岸の1611年慶長三陸地震津波による津波浸水域や津波高を説明することができないので、すべり量を大きくするなどの検証が試みられている。もし青森県東通村や岩手県野田村の津波堆積物も説明するのであれば、日本海溝沿い北部に断層を想定することも1つの方法である。同海域では青森県(2015)¹⁷⁾が独自にMw9.0の断層モデルを仮定し、津波浸水想定をしているが、地質記録との関係は検証されておらず、今後の課題となっている。

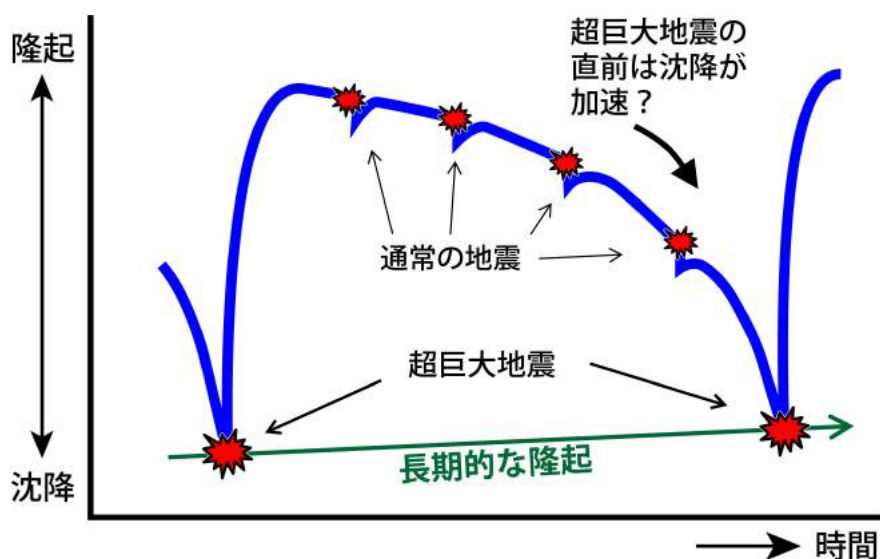
このように各地で見つかっている地質記録について、仮に千島海溝の17世紀超巨大地震に対比可能な候補を含めてすべて同一のものとみなした場合、非常に広範囲に津波をもたらすために東や西および南に向かって断層モデルを拡げる必要が出てくる。つまり従来の想定よりも地震の規模は大きくなり、しかも北海道西部から東北地方北部太平洋沿岸の津波履歴からみて、それは過去数千年の間でも非常に稀なイベントであった可能性がある。今後は地質記録のデータが不足している北海道西部から東北地方北部太平洋沿岸でさらに調査を進める必要がある。

また沿岸域だけでなく海域でのタービダイトを用いた古地震の検討も重要であろう。最近、Usami et al. (2018)¹⁸⁾は、従来の1611年慶長三陸地震津波の波源域(1896年明治三陸地震ともほぼ同じ)とされている海域で採取されたコアを分析した。その結果、869年貞観、1454年享徳、1896年明治三陸、2011年東北の各地震とみられるイベントは確認されたものの、1611年慶長に相当するタービダイトは検出されていない。これも1611年慶長の波源が千島海溝沿いである可能性を示唆するものと言える。1611年慶長三陸地震に関しては、歴史記録も併せて引き続き検証していく必要があるだろう。

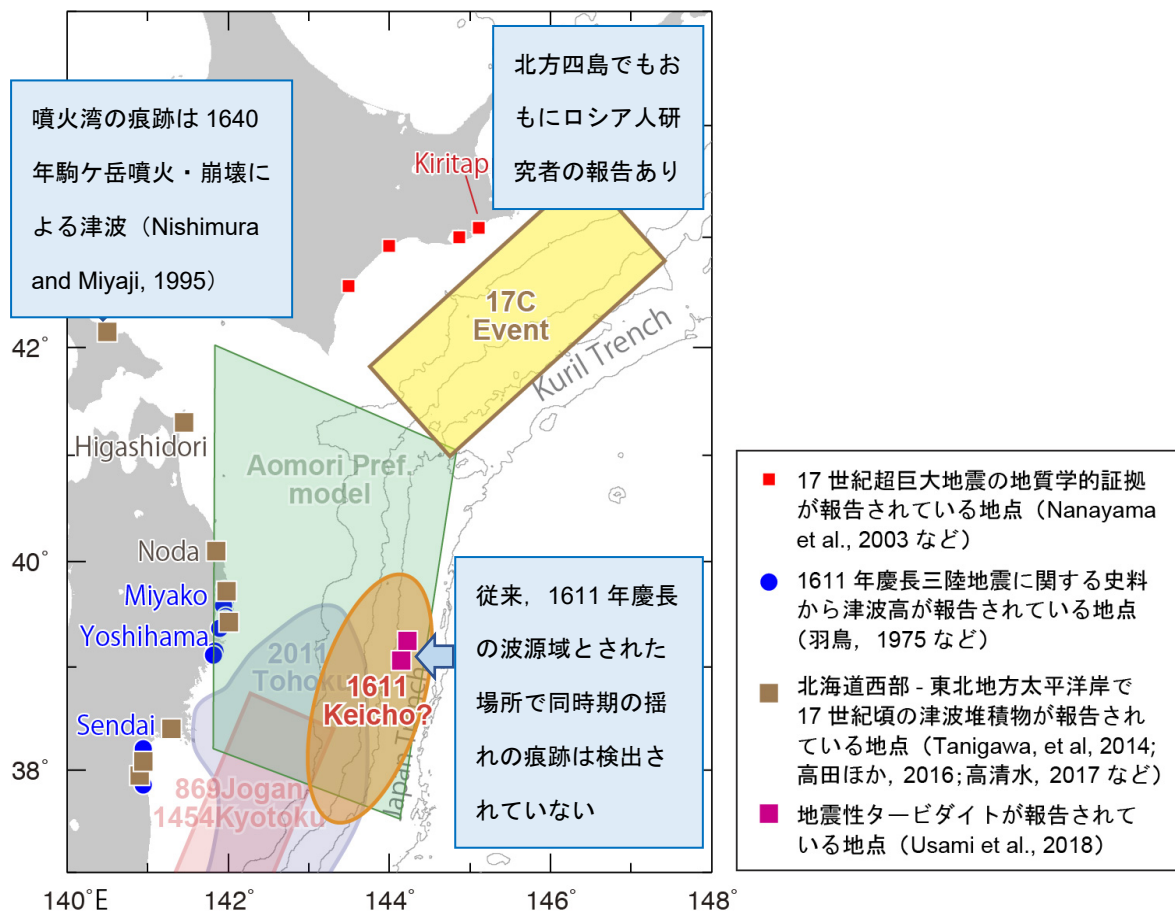
参考文献

- 1) 地震調査研究推進本部 (2017) https://www.jishin.go.jp/main/chousa/kaikou_pdf/chishima3.pdf; 2) 池田安隆 (1996) 活断層研究, 15, 93-99; 3) Atwater, B.F. et al. (2014) *The Holocene*, 14, 487-501; 4) Sawai, Y. et al. (2004) *Science*, 306, 1918-1920; 5) Nanayama, F. et al. (2003) *Nature*, 424, 660-663; 6) Sawai, Y. et

al. (2009) *J. Geophys. Res.*, 113, B01319.; 7) Ioki, K. and Tanioka, Y. (2016) *Earth Planet. Sci. Lett.*, 433, 133-138; 8) Ganzey, L.A. et al. (2011) *Quatern. Int.*, 237, 15-23; 9) 高清水康博 (2017) 地質学雑誌, 123, 805-817 ; 10) 高清水康博ほか (2007) 第四紀研究, 46, 119-130; 11) 高清水康博ほか (2017) 第四紀研究, 56, 1-9; 12) Tanigawa, K. et al. (2014) *Jour: Quatern. Sci.*, 29, 200-208; 13) 高田圭太ほか (2016) 活断層・古地震研究報告, 16, 1-52 ; 14) 羽鳥徳太郎 (1975) 地震研究所彙報, 50, 397-414 ; 15) 岡村行信・行谷佑一 (2011) 活断層・古地震研究報告, 11, 15-20 ; 16) 平川一臣 (2012) 科学, 82, 172-181 ; 17) 青森県 (2015) https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/kendo/kasensabo/files/kaisetsu_150319a.pdf; 18) Usami, K. et al. (2018) *Geosci. Lett.*, 5, 11.; 19) 宍倉正展ほか (2009) 地質ニュース, 663, 23-28 ; 20) Ozawa, S. et al. (2011) *Nature*, 475, 373-376; 21) Sawai, Y. et al. (2012) *Geophys. Res. Lett.*, 39, L21309.; 22) Sawai, Y. et al. (2015) *Geophys. Res. Lett.*, 42, 12, 4795-4800;



第1図 北海道東部太平洋岸における地殻変動サイクルの1つの考え方 (宍倉ほか, 2009¹⁹⁾ を改変)
 Fig. 1 A hypothesis of the tectonic cycle along the Pacific coast of Eastern Hokkaido



第 2 図 千島-日本海溝沿いにおける古地震・古津波痕跡（おもに 17 世紀頃）の報告地点と断層モデル。各断層モデルについて、17 世紀超巨大地震は Ioki and Tanioka (2016)、1611 年慶長三陸地震は羽鳥 (1975)、青森県想定津波モデルは青森県 (2015)、2011 年東北地方太平洋沖地震は Ozawa et al. (2011)²⁰、869 年貞観地震および 1454 年享徳地震は Sawai et al., (2012²¹, 2015²²)に基づく。

Fig. 2 Geological survey sites of paleo-earthquake and -tsunami, and fault models along the Kuril - Japan Trench. 17C giant earthquake is after Ioki and Tanioka (2016). 1611 Keicho Sanriku earthquake is after Hatori (1975). Assumed tsunami model of Aomori Prefecture is after Aomori Prefecture (2015). 2011 Tohoku earthquake is after Ozawa et al. (2011). 869 Jogan and 1454 Kyotoku earthquakes are after Sawai et al. (2012; 2015).