

千島海溝プレート間地震の連動が 巨大な津波をもたらす

北海道太平洋岸の津波堆積物と津波シミュレーションから明らかに

北海道東部の太平洋岸では、マグニチュード (M) 8 程度の地震が 19 世紀以降繰り返し発生し、地震動と津波による被害をもたらしてきた。今回、産総研と米国地質調査所による調査で発見された津波の痕跡 (津波堆積物) は、海岸から内陸へ 3km 以上にわたって分布し、歴史上の記録に残る津波の規模をはるかに上回る。津波堆積物とともに地層に含まれる火山灰の分析から、巨大な津波は 500 年程度の間隔で繰り返し発生したことがわかった。この巨大な津波の発生メカニズムを調べるためコンピュータ・シミュレーションを行ったところ、十勝沖と根室沖におけるプレート間地震が連動して M 8.4 程度の巨大地震が発生したことが明らかとなった。

産総研における古地震の調査研究

産総研・活断層研究センターでは、国の地震調査研究推進体制の一翼を担う活断層・古地震調査やデータベース整備などの基盤的研究、活断層の活動性評価や地震被害予測の高度化など地質学と地震学の融合を目指す先端的研究、さらに活断層・古地震情報の社会への迅速な発信を行っている。そのなかで、全国に分布する 98 の主要活断層による内陸地震や海溝型地震について、将来の発生可能性や規模の予測のための古地震調査を行っている。

北海道東部太平洋岸において、平成 9 年度から津波の痕跡 (津波堆積物) 調査を行ってきた。北海道東部では 19 世紀初頭 (1800 年頃) 以前の歴史記録が文書として残っていないので、主に地質学的研究手法により地震・津波の履歴

の調査を行っている。似たような背景を持つ米国の西海岸で古地震調査を行ってきた米国地質調査所と、両国で共同調査を行ってきた。

千島海溝における大地震

北海道南東沖の千島海溝では、太平洋プレートが北海道を載せる陸側プレート (北米プレート) の下へ沈み込んでいる。沈み込み帯においては、沈み込む海洋プレートと陸側のプレートとの間に歪が蓄積し、それが一気に解放されることによって大きな地震が発生する。このような地震をプレート間地震とよぶ。

北海道東部のプレート間地震は約 100 年程度の間隔で繰り返し発生し、沿岸各地に地震動や津波による被害をもたらすとされてきた (図 1)。19 世紀以降の文書記録には、1843 年 (天保 14 年) に十勝沖地震 (M 8.0)、1894 年 (明治 27 年) に根室沖地震 (M 7.9) が発生したと記録されている。20 世紀には 1952 年十勝沖地震 (M 8.2)、1973 年根室沖地震 (M 7.4) が発生した。1952 年十勝沖地震は、死者・行方不明者約 30 人を含む被害をもたらした。

津波堆積物の調査

釧路支庁浜中町の霧多布 (きりたっふ) 湿原では、1952 年十勝沖地震や 1960 年チリ地震の際に津波が海岸から 1km 程度まで遡上した。ところが産総研が米国地質調査所とともに霧多布湿原で行った調査によると、海岸から 3km 以上にわたって少なくとも 5 枚の砂層を追跡できた。通常、湿原では泥炭層が堆積するが、津波や火山噴火などが発生するとそれに伴う堆積物が挟まれて地層中に記録される (写真 1、2)。

これらの砂層は過去の津波の痕跡、すなわち津波堆積物



図 1 千島海溝における 19 世紀以降のプレート間地震とそれらの連動による震源域

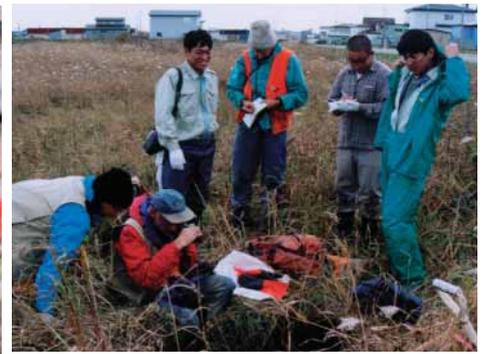


写真2 霧多布における調査風景

写真1 霧多布における津波堆積物 (Ts1、3、4) と火山灰層

であると判断された。砂層の分布範囲、砂粒子の堆積学的特徴や砂層・泥炭層に含まれる珪藻遺骸を分析した結果である。珪藻は、珪酸質の殻を持った肉眼では見えない小さな単細胞藻類で、水のあるほとんどの環境に適応して生息している。環境によって異なる種が生息することから、堆積物中の珪藻の分析により過去の環境を推定することができる。例えば、砂層中に海や汽水域（淡水と海水が混じる環境）に生息する種が含まれていた場合、その砂は海的作用によって運ばれたと推定できる。津波堆積物の分布域は、19世紀以降の地震による津波の浸水域よりはるかに広いので、巨大な津波が発生したと推定される。

巨大な津波は約500年程度の間隔で繰り返し発生した。発生間隔の推定には火山灰層が役立った。湿原の泥炭層中には、北海道の樽前山（西暦1739年及び約2500年前）や駒ヶ岳（1694年）、中国・北朝鮮国境の白頭山（約1000年前）の噴火から風で運ばれ堆積した火山灰層も含まれている。広域に降下した火山灰はその成分・分布・年代が詳しく調べられており、含まれるガラス粒子の化学成分分析によってどの火山のいつの噴火によるものかほぼ特定できる。これらの火山灰層の堆積年代から、過去2500年間に5回の巨大な津波が発生していたこと、最も新しいものは17世紀に発生したことが明らかとなった。さらに、釧路市春採湖におけるボーリング調査によれば、この巨大な津波による堆積物は、過去7000年間

程度の湖底堆積物中に15層認められた。

17世紀とそれ以前の巨大な津波の堆積物は、根室・釧路・十勝沿岸の合計34ヶ所で行った調査において、海岸から最大4kmまで遡上していることが確認された。（図2）

津波のシミュレーション

震源における断層運動によって地震波が発生するほか、地表に地殻変動を生じる。海底下の地震の場合は海底に地

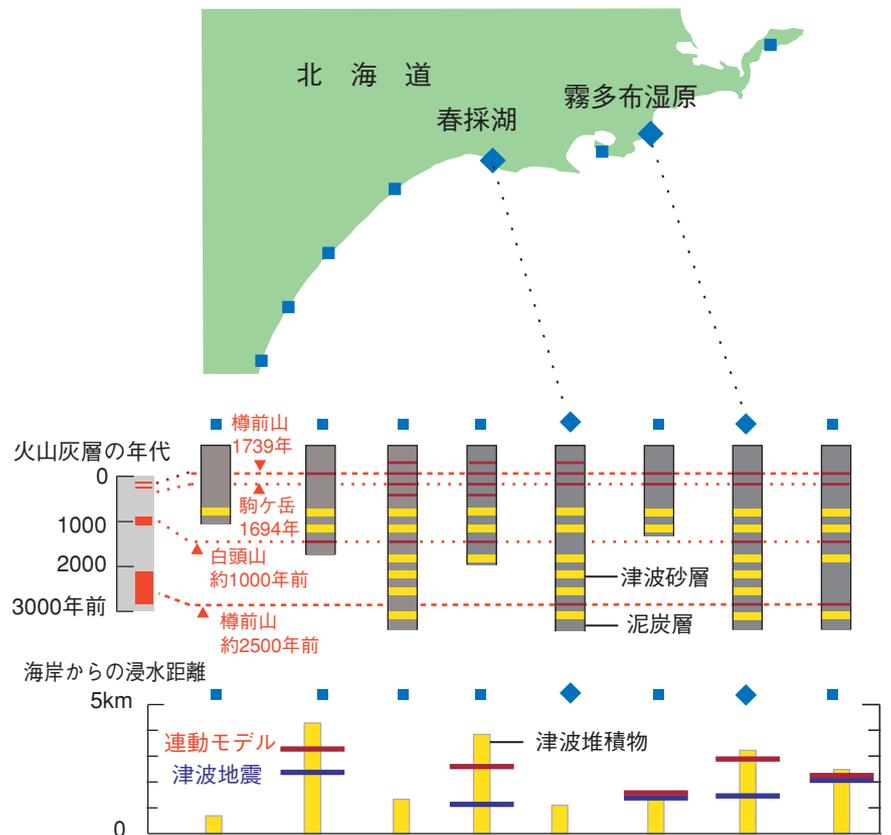


図2 根室・釧路・十勝支庁の沿岸における津波堆積物を含む地層（上）と海岸からの浸水距離（下）

殻変動が生じ、津波の波源となる。さまざまなタイプの地震について、その断層運動をモデル化し地殻変動を計算することによって、津波波源における水位変化を推定することができる。

津波の伝播をコンピュータでシミュレーションし、沿岸の水位や遡上範囲を推定できる。津波はその波長が水深に比べて十分大きいので、流体力学的には長波（浅水波）として扱う。長波の伝播速度は水深に依存するので、実際の海底地形を数十～数百mの格子で与え、波源における水位変化を初期条件としてシミュレーションを行う。陸上への遡上を計算する際には、非線形効果が重要となる。

17世紀に発生した津波の陸上への遡上を計算し、津波堆積物の分布と比較した。巨大な津波を生じる地震の候補として、十勝沖・根室沖のプレート間地震の連動と津波地震とを検討した。津波地震とは、地震規模に比べて異常に大きな津波を生じる地震で、海溝の近くでゆっくりとした断層運動が発生するためと考えられている。死者2万人を超えた1896年の明治三陸津波を引き起こした地震が有名である。

シミュレーションの結果、十勝沖・根室沖のプレート間地震の連動（M8.4）のみが、過去の巨大な津波を再現できた。沿岸における津波の高さは、プレート間地震の連動でも津波地震でも、ともに5～6mと計算された。ところが、プレート間地震の連動による津波は霧多布などの湿原で数km遡上し、調査により明らかにされた津波堆積物の分布

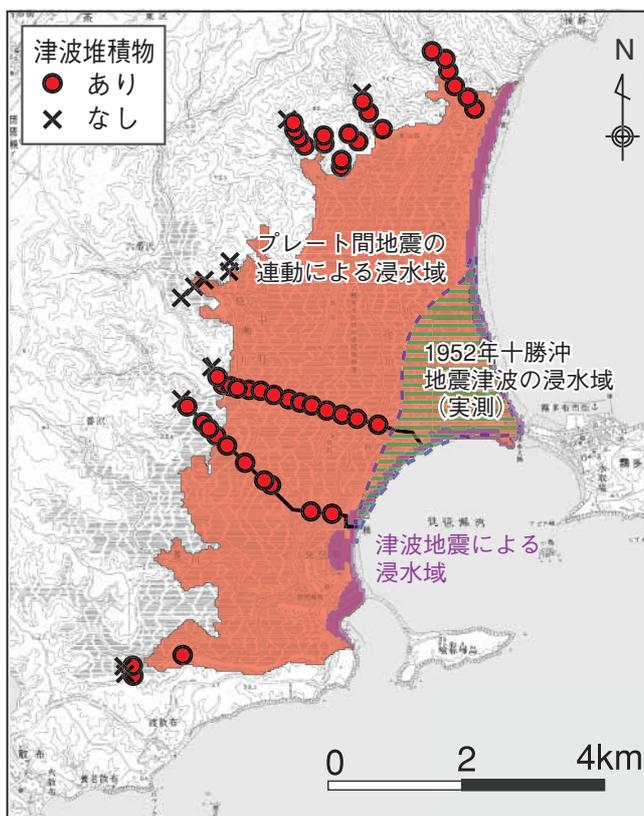
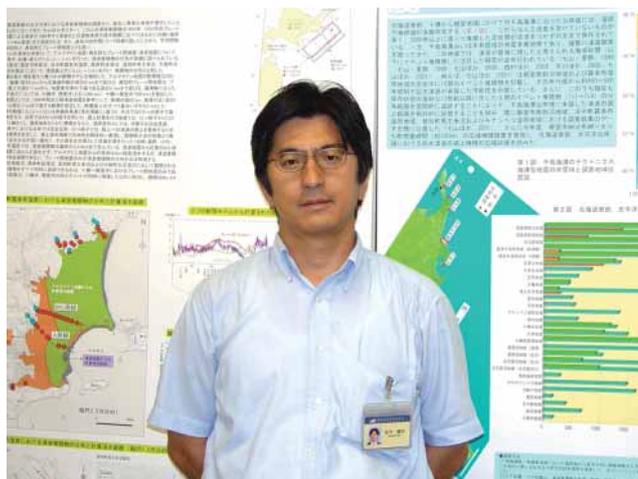


図3 霧多布湿原における津波堆積物の分布とシミュレーションによる浸水域



活断層研究センター 佐竹研究チーム長

とほぼ一致するが、津波地震からの津波は湿原にはほとんど遡上しないことがわかった（図3）。

プレート間地震の連動

プレート間地震が連動して大きな地震や津波をもたらすことは、他の沈み込み帯においても知られている。西南日本沖合の南海トラフでは、フィリピン海プレートの沈み込みによる東南海地震・南海地震が、ほぼ100年程度の間隔で繰り返し発生してきた。例えば、1944、1946年（昭和19年、21年）と1854年（安政元年）には東南海地震と南海地震が時間をあけて発生したが、1707年（宝永4年）には両方の地震が連動して発生し、地震の揺れや津波も大きかった。

今後の予定

本研究によって、過去に千島海溝でも同様にプレート間地震が連動し、巨大な地震動と津波が発生したことが明らかとなった。

北海道の地域防災計画では、このようなプレート間地震の連動は想定されておらず、今後、地域防災計画の見直しなどが必要となろう。産総研では、専門家や自治体の防災担当者などによる検討を経て、北海道太平洋岸の津波浸水履歴図を作成中である。平成15年度中には完成し、地域防災計画の基礎的資料として公表する予定である。

●本成果は、nature (Vol. 424, No. 6949) を初め、新聞8紙に掲載された。

● 問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所 活断層研究センター
地震被害予測研究チーム 佐竹 健治
E-mail : kenji.satake@aist.go.jp
〒305-8567
茨城県つくば市東 1-1-1 中央第7