

数値地質図 EQ-1

北海道太平洋岸の津波浸水履歴図

佐竹 健治¹⁾・七山 太²⁾

1. はじめに

北海道東部の太平洋岸は、千島海溝で発生するM8クラスの地震に伴う津波によって被害を受けてきた。2003年十勝沖地震(M8.0)の際には、津波によって2名が行方不明になったほか、漁港などに被害が生じた。1952年十勝沖地震(M8.2)の津波は、浜中町霧多布・厚岸町床潭地区を中心に人命や家屋に大きな損害を与えた。

最近の津波堆積物調査(Nanayama *et al.*, 2003; 平川ほか, 2005)の結果、さらに大きな津波が、過去7000年間に平均500年程度の間隔で繰り返し発生したことが明らかになった。最も新しいものは17世紀に発生し、海岸での高さは10mを超え、海岸から4km近く内陸まで浸水した。17世紀に発生した巨大な

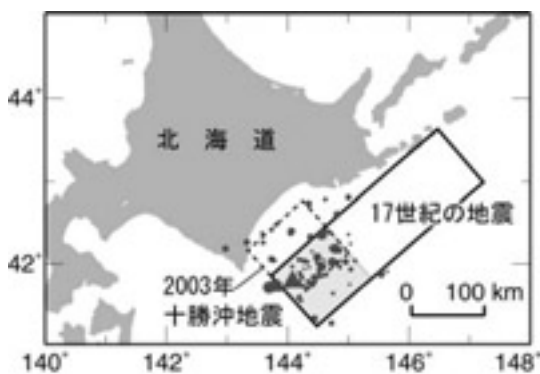
津波を説明するために、幾つかの断層モデルについて津波の数値シミュレーションを行い、沿岸での高さや津波堆積物の分布と比較した結果、十勝沖と根室沖の震源域が連動するモデルが適当であることがわかった(第1図; Nanayama *et al.*, 2003; 佐竹ほか, 2003; 2004)。

これらの研究成果を防災に役立てるため、産総研では、専門家や自治体の防災担当者による検討を経て、北海道太平洋岸の浸水履歴図を作成した。以下では、この数値地質図の作成経緯や手順、収録内容について紹介する。

2. ハザードマップの社会的役割: 検討会での議論

本数値地質図を作成するにあたって、外部有識者による検討会を平成15年度に3回(5月7日, 10月10日, 12月19日)開催した。検討会には、北海道大学や北海道地質研究所の研究者(北大 地震火山研究観測センター 笠原 稔・谷岡勇市郎・西村裕一, 同地球環境科学研究科 平川一臣, 同工学研究科 岡田成幸, 北海道地質研究所 寺島克之・嵯峨山積)・北海道庁総合防災対策室・気象庁札幌管区の担当者、民間企業(ウエザーコック)の方々のほか、産総研北海道地質調査連携研究体のスタッフに参加していただき、産総研としてのハザードマップのあり方について議論を重ねてきた。検討途中で2003年十勝沖地震による津波(平成15年9月26日)が発生したことを受け、その結果も取り込むことにした。このため、出版が当初の予定よりも1年遅れたが、最新の津波についての情報も取り入れることができた。

津波についてのハザードマップを考える際、火山の例が参考となる。火山のハザードマップ(災害予測



第1図 千島海溝の地震のモデル。2003年十勝沖地震(破線)と17世紀の地震の断層面(実線)。17世紀の地震としては、全体のすべりが5m(TN5モデル)と、十勝側の100km(グレーの部分)のみを10mにしたモデル(T10N5モデル)とを考慮した。2003年十勝沖地震の余震分布(Hamada and Suzuki, 2004)も示す。

1) 産総研 活断層研究センター
2) 産総研 地質情報研究部門

キーワード: 津波, 地震, 千島海溝, 北海道, 津波堆積物, 津波数値シミュレーション, ハザードマップ

図)については、(1)火山学的予測図(学術マップ)、(2)行政資料型予測図(行政マップ)、(3)住民啓発型予測図(広報マップ)の3種類に分けて作成することが提唱されている(国土庁防災局, 1992; 宇井, 1997)。(1)の学術マップはさらに、a. 過去の災害の実績図、b. 将来における災害の予測図に分類されている。津波についても同様に、ユーザーと性格とを明確にしたハザードマップとすることが重要であろう。

検討会での議論では、産総研などの研究所は、学術マップを作成し、そのユーザーは沿岸の住民ではなく、地方自治体の防災担当者をターゲットにすべきであり、名称についても、「災害予測図」や「津波浸水予測図」よりも、「津波浸水履歴図」が適当であるとされた。産総研の「津波浸水履歴図」や、そこで用いられた震源・波源モデルを用い、内閣府中央防災会議や北海道によって行政マップが、さらには沿岸の市町村などで広報マップが作成される予定である。

3. 津波浸水履歴図(CD)の内容

検討会での議論に沿って作成された津波浸水履歴図(CD)には、沿岸津波情報図・津波浸水履歴図・波源のモデル・関連文献・津波のアニメーションが含まれている(第1表)。

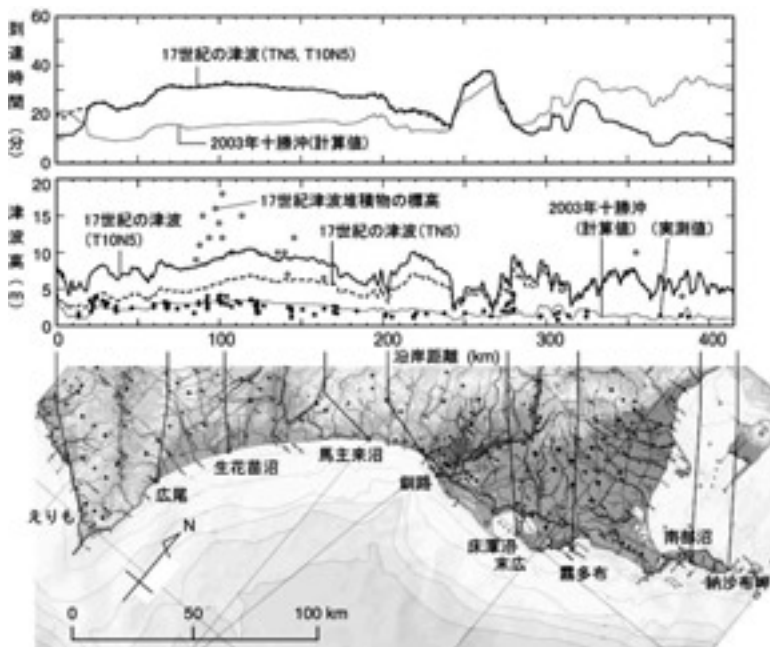
3.1 沿岸津波情報図

沿岸津波情報図(第2図)には、2003年十勝沖地震の際の沿岸の津波の高さ(Tanioka *et al.* (2004)による実測値)と、津波堆積物から推定された17世紀の津波の高さ(平川ほか, 2005)が示されている。

2003年十勝沖地震による津波は襟裳岬～釧路の十勝沿岸では2～4m程度であったが、釧路以東では、厚岸町末広(局地的に4m程度)をのぞけば、2m以下であった(Tanioka *et al.*, 2004)。17世紀の津波

第1表 CD-ROMの構成.

1. 沿岸津波情報図(50万分の1スケール)
17世紀の津波及び2003年十勝沖地震の津波高実測値
数値シミュレーションによる沿岸での津波の高さ・到達
時間
2. 津波浸水履歴図(2万5千分の1スケール)
根室市南部沼
浜中町霧多布湿原
厚岸町床潭沼
音別町馬主来沼
大樹町生花苗沼
3. 波源モデルの解説
4. 関連文献
地質調査所・産業技術総合研究所の研究報告に掲載
された論文PDFファイル(表2)
5. 霧多布湿原における津波浸水のアニメーションファイル
GIF, Windows Media, QuickTime, RealMedia, MPEG形式



第2図
北海道太平洋岸における津波の高さと到達時間。2003年十勝沖地震からの津波の高さはTanioka *et al.* (2004)による実測値、17世紀の地震については平川ほか(2005)による推定値。

については、平川ほか(2005)によって、十勝海岸の豊似～厚内で10m以上(最大は18m)の津波高が、根室周辺でも10m、4mの津波高が推定されている。

さらに、断層モデルに基づく数値シミュレーションによって計算した沿岸における津波到達時間(地震発生後、海面が10cm上昇するまでの時間)と沿岸における海面変動の最大値(地震発生後3時間以内)が示されている。ここでは、潮汐や地震に伴う地殻変動(海岸の隆起や沈降)は考慮していない。

断層モデルとしては、2003年十勝沖地震については、沿岸に近い100km四方の断層面上ですべり量が一律に5mであるモデル(佐竹ほか(2004)のT-NS)を用いた。17世紀の津波については、十勝沖～根室沖の長さ300km、幅100kmの断層(プレート間地震の連動)面上で、すべり量は一律に5mのモデル(TN5)と、十勝沖の100km部分のみ10mで他は5mとしたモデル(T10N5)の二通りについて計算した。これらのモデルの詳細については、佐竹ほか(2004)に述べられているが、断層パラメーターをまとめた表と簡単な解説をCDに含めた。

津波数値シミュレーションによると、2003年十勝沖地震津波は十勝海岸で地震後10～20分で到達するのに対し、17世紀の津波は20分程度と遅くなる。17世紀の波源は沖合の水深が大きい部分にあるため、津波の到達は遅れるが、沿岸の波高は大きくなる。

沿岸の津波の高さについて、2003年十勝沖地震のモデルは、十勝海岸で4m以下、釧路以東ではほぼ2m以下と、実測値を再現している。17世紀の津波について、TN5モデルによる沿岸での津波の高さは3～7m程度であるが、十勝におけるすべり量を10mにしたT10N5モデルでは、最大10m程度となった。計算で用いた格子間隔(225m)を考慮すれば、局所的に2倍程度の高さにはなり得るので、十勝海岸での10～18m程度の津波高を説明することが可能であろう。

3.2 津波浸水履歴図

浜中町霧多布湿原は、海岸から3km以上にわたって広がる湿原であり、1952年十勝沖地震や1960年チリ地震の際には、津波が海岸から1～2km程度まで遡上し、大きな被害をもたらした。第3図には、1952年十勝沖地震の際の津波浸水域を示す(中央気象台、1953)。

17世紀およびそれ以前の津波堆積物は、さらに内

陸の、湿原の縁(海岸から4km程度)まで達している(七山ほか、2000; Nanayama *et al.*, 2003)。調査の結果明らかになった津波堆積物の分布を、2万5千分の1地図に示し、浸水履歴図(第3図)とした。

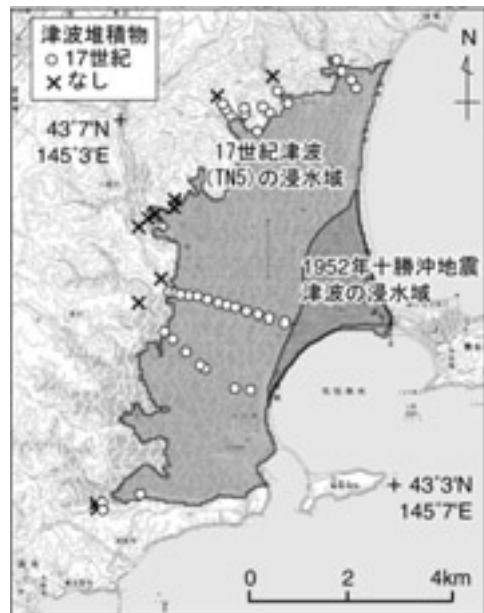
数値シミュレーションによる計算浸水域も同図に重ねて示した(第3図)。断層の長さや幅を変えて幾つかのモデルについてシミュレーションを行なった結果、十勝沖～根室沖の長さ300kmのプレート間地震からの津波が最も内陸まで浸水する(佐竹ほか、2003; 2004)。

根室市南部沼、厚岸町床潭沼、音別町馬主来沼、大樹町生花苗沼においても、津波堆積物の分布域と数値シミュレーションによる浸水域とを、2万5千分の1地形図上で示した。

3.3 その他

津波堆積物の分布や数値シミュレーションの詳細については、これまでに地質調査所・産業技術総合研究所の報告書に公表してきたので、それらの論文のPDFファイルを含めた(第2表)。

また、津波の発生・伝播と霧多布湿原における浸水の様子を示すアニメーションファイルも含めた。これは、平成17年度に作成した産総研の紹介ビデオ(DVD)の一部(地質・海洋分野「巨大津波の予測」)から、津波



第3図 霧多布における津波堆積物の分布。1952年十勝沖地震による浸水域(中央気象台、1953)および17世紀の津波の浸水域。

第2表 PDFファイルとして掲載した関連論文。

- 七山 太・佐竹健治・下川浩一・重野聖之・古川竜太(1999):堆積学的手法に基づく、千島海溝沿岸域における古津波? 履歴調査-霧多布湿原における研究例-地質調査所速報, No.EQ/99/3(平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 3-17.
- 七山 太・佐竹健治・下川浩一・古川竜太・重野聖之(2000):イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域の津波の遡上規模と再来間隔の検討. 地質調査所速報, No.EQ/00/2(平成11年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 1-17.
- 七山 太・重野聖之・牧野彰人・佐竹健治・古川竜太(2001):イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における津波の遡上規模の評価-根室長節湖, 床澤沼, 馬主来沼, キナシベツ湿原および湧洞沼における研究例. 活断層・古地震研究報告, No. 1, 251-272.
- 七山 太・重野聖之・三浦健一郎・牧野彰人・古川竜太・佐竹健治・斎藤健一・嵯峨山積・中川 充(2002):イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域における先史~歴史津波の遡上規模の評価-十勝海岸地域の調査結果と根釧海岸地域との広域比較-. 活断層・古地震研究報告, No. 2, 209-222.
- 添田雄二・七山 太・重野聖之・古川竜太・熊崎農夫博・堤 康夫・車塚 洋・澤井祐紀・佐竹健治・中川 充・山田悟郎・桂川 実・赤松守雄・石井正之(2003):北海道東部, 厚岸町史跡国泰寺跡の泥炭層中において発見された9層の津波砂層とその広域イベント対比. 活断層・古地震研究報告, No. 3, 285-296, 2003.
- 七山 太・重野聖之・添田雄二・古川竜太・岡橋久世・斎藤健一・横山芳春・佐竹健治・中川 充(2003):北海道東部, 十勝海岸南部地域における17世紀の津波痕跡とその遡上規模の評価. 活断層・古地震研究報告, No. 3, 297-314.
- 佐竹健治・七山 太・山木 滋(2003):17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル. 活断層・古地震研究報告, No. 3, 315-362.
- 七山 太・重野聖之・三浦健一郎・古川竜太(2004):北海道東部, 根室市別当賀低地において記載された4層の津波砂層と広域イベント対比. 活断層・古地震研究報告, No. 4, 9-15.
- 佐竹健治・七山 太・山木 滋(2004):17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル(その2) 活断層・古地震研究報告, No. 4, 17-29.
- 澤井祐紀・佐竹健治・七山 太・添田雄二(2004):北海道東部厚岸町国泰寺跡において検出された津波堆積物の年代. 活断層・古地震研究報告, No. 4, 1-7.

シミュレーション部分のみを抜き出したものであり、GIF, Windows Media, QuickTime, Real Media, MPEGの5通りのファイル形式でCDに含めた。

謝辞:(株)明治コンサルタントの重野聖之氏には、津波堆積物の調査にご協力いただいた。(有)シーマスの山木滋氏には、湿原における津波遡上計算と地形データ作成にご協力いただいた。検討会のメンバー(本文中に列記)には、浸水履歴図作成にあたって、貴重なご意見を頂いた。産総研広報部の小河原良雄氏、(株)カシマビジョンの千原卓司氏、上野弘道氏にはアニメーションの製作・メディア変換・利用に関してご協力いただいた。活断層研究センターの佃栄吉 元センター長、杉山雄一 現センター長には、浸水履歴図の企画・検討会の組織・運営などについてご協力頂いた。

参 考 文 献

- 中央気象台(1953):昭和27年3月十勝沖地震調査報告, 験震時報, 17, 1-2, 135 pp.
- Hamada, N. and Suzuki, Y. (2004): Re-examination of aftershocks of the 1952 Tokachi-oki earthquake and a comparison with those of the 2003 Tokachi-oki earthquake, Earth Planets Space, 56, 341-345.

平川一臣・中村有吾・西村裕一(2005):北海道太平洋沿岸の完新世巨大津波:2003十勝沖地震津波との比較を含めて, 月刊地球号外, No.49, 173-180.

国土庁防災局(1992):火山噴火災害危険区域予測図作成指針, 49 pp.

七山 太・佐竹健治・下川浩一・古川竜太・重野聖之:イベント堆積物を用いた千島海溝沿岸域の津波の遡上規模と再来間隔の検討(2000):地質調査所速報, No.EQ/00/2(平成11年度活断層・古地震研究調査概要報告書), 1-17.

Nanayama, F., Satake, K., Furukawa, R., Shimokawa, K., Atwater, B.F., Shigeno, K. and Yamaki, S. (2003): Unusually large earthquakes inferred from tsunami deposits along the Kuril trench, Nature, 424, 660-663.

佐竹健治・七山 太・山木 滋(2003):17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル, 産総研地質調査総合センター 活断層・古地震研究報告, 第3号, 315-362.

佐竹健治・七山 太・山木 滋(2004):17世紀に北海道東部で発生した異常な津波の波源モデル(その2):産総研地質調査総合センター 活断層・古地震研究報告, 第4号, 15-27.

Tanioka, Y. and 26 coauthors (2004): Tsunami run-up heights of the 2003 Tokachi-oki earthquake, Earth Planets Space, 56, 359-365.

宇井忠英(編)(1997):火山噴火と災害, 東京大学出版会, 219 pp.

SATAKE Kenji and NANAYAMA Futoshi (2005): Tsunami Inundation Maps for the Pacific Coast of Hokkaido.

<受付:2005年4月21日>