

### 3. 3. 3 北海道太平洋沿岸と三陸海岸における津波堆積物調査

#### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 3 ヶ年の年次実施業務の要約
  - 1) 平成 23 年度
  - 2) 平成 24 年度
  - 3) 平成 25 年度

#### (2) 平成 25 年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
  - 1) 北海道太平洋沿岸での津波堆積物調査による成果
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献

### 3. 3 海底堆積物調査等

#### 3. 3. 3 北海道太平洋沿岸と三陸海岸における津波堆積物調査

##### (1) 業務の内容

(a) 業務題目 北海道太平洋沿岸と三陸海岸における津波堆積物調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
国立大学法人 北海道大学大学院理学研究院	教授	谷岡勇市郎
国立大学法人 北海道大学大学院理学研究院	助教	西村裕一
国立大学法人 北海道大学大学院理学研究院	博士研究員	中村有吾
国立大学法人 北海道大学大学院理学研究院	非常勤研究員	アディティア・リア ディ・グスマン

(c) 業務の目的

北海道根室海峡沿岸の津波堆積物の検出に努め、北海道太平洋岸における広域対比を行うことによって、古津波のサイクルと規模を解明する。とくに、従来の堆積相解析に粒子画像解析などを併用することによって津波堆積物の認定と対比を完成するとともに、巨大津波の時空分布を復元することによって波源域となる震源断層の推定や津波シミュレーションを行う材料を提供する。得られた成果を他のサブテーマと共有し議論を深めることにより、東北地方太平洋沖で起きる可能性のある巨大地震のサイクルモデルを構築する。

(d) 3 ヶ年の年次実施業務の要約

1) 平成 23 年度：

北海道太平洋沿岸で過去におこなわれた津波堆積物調査結果を検討するとともに、次年度以降の調査地域の選定、予備調査を行った。

2) 平成 24 年度：

北海道太平洋沿岸及び三陸沿岸を対象に、ボーリング及びジオスライサーによる掘削調査などの津波堆積物調査を実施し、この地域における過去の地震、津波の履歴や遡上範囲等の評価を行った。個々の津波堆積イベントを対比し、同一イベントを特定するため、粒子画像分析装置を用いた堆積物の粒度分析・堆積物の組成分析等を実施した。さらに、下北半島の調査と 2011 年東北地方太平洋沖地震による津波堆積物の追跡調査を実施した。

3) 平成 25 年度：

北海道太平洋沿岸等を対象に、ジオスライサーによる掘削調査などの津波堆積物調査データにより、この地域における過去の地震、津波の履歴や遡上範囲等の評価を行った。個々

の津波堆積イベントを対比し、同一イベントを特定するため、粒子画像分析装置を用いた堆積物の粒度分析・堆積物の組成分析等を実施した。

## (2) 平成 25 年度の成果

### (a) 業務の要約

2011 年東北地方太平洋沖地震による津波は、北海道の太平洋沿岸を襲っただけでなく、根室海峡にも進入し、標津町標津漁港において波高 2.1~2.2m に達した。したがって、この沿岸地域においても古津波が到達していた可能性、さらには将来の大規模イベントによって津波被害を受ける可能性がある。そこで本研究では、追加的に根室海峡沿岸の別海町から標津町にかけての臨海低地において古津波堆積物調査を行った。その結果、古津波堆積物の可能性の高い砂層を 2 層 (Bk-TS1, Bk-TS2) 記載した。Bk-TS1 は、駒ヶ岳 c2 火山灰 (Ko-c2 : 1694 年噴火) の直下の層準にある細砂~中砂サイズの砂層、Bk-TS2 は、樽前 c 火山灰 (Ta-c : 約 2,500 年前) の上方数 cm にある中砂~粗砂サイズの砂層である。別海町ライトコタン川下流の低地では、Bk-TS1 は現在の海岸から約 130m、標高 1.61m まで、Bk-TS2 は現在の海岸から約 70m、標高 1.51m まで分布している。根室海峡沿岸 (別海) での掘削調査結果を、太平洋沿岸の 5 地域 (浦幌、キナシベツ、音別、厚岸、根室) で得られている調査結果と比較・対比した。太平洋岸の 5 地点に共通して、Ko-c2 と白頭山苦小牧テフラ (B-Tm : 約 1,000 年前) の間にある津波堆積物はそれぞれ 2 枚であり、それぞれ同一のイベント堆積物と考える。B-Tm と Ta-c の間には、浦幌で 6 層、根室で 5 層の津波堆積物があるが、とくに規模が大きかったと考えられる 2 層の津波堆積物は広域対比される可能性が高い。よって、2,500 年前から 350 年前の間には、北海道東部の太平洋沿岸を襲う大規模な津波が 4 回発生したと考えられる。また、そのうちの 2 回は、根室海峡沿岸に到達した可能性がある。

### (b) 業務の実施方法

北海道根室海峡沿岸地域 (別海町の海岸地域) の低湿地においてジオスライサーによる掘削調査をおこなうとともに、海岸露頭を観察することで、古津波堆積物の層序を明らかにした。津波堆積物試料を採取し、粒子画像分析装置 (モフォロギ G 3) を用いた堆積物の粒度分析・形態分析をおこなうことで、堆積物を対比した。野外調査・室内分析結果にもとづいて、この地域における過去の地震、津波の履歴や遡上範囲等の評価を行った。

### (c) 業務の成果

#### 1) 北海道太平洋沿岸での津波堆積物調査による成果

##### a) 調査と調査地域の概要

2011 年 3 月に発生した東北地方太平洋沖地震津波では、太平洋沿岸のみならず根室海峡沿岸の標津漁港においても波高 2.1~2.2m に達した (中村ほか, 2013)。北海道の東部太平洋沿岸地域には、大規模な津波が数百年周期で繰り返し発生したとされ、すでに、平川 (2012)、平川ほか (2000a; 2000b; 2005)、七山ほか (2000, 2001, 2002, 2003, 2004)、

Nanayama *et al.* (2007)、添田ほか (2003) といった研究成果がある。また、本研究担当者も昨年度までに、浦幌、キナシベツ、音別、釧路、厚岸、根室で詳細な津波堆積物調査をおこなってきた。これらの調査によって、十勝及び根室沿岸では詳細な津波層序が明らかになっている。しかし、根室海峡沿岸ではいまだ十分な調査がおこなわれたとはいえない。この地域での古津波の実態を解明することは、津波の挙動をより正確にシミュレートできるだけでなく、今後の津波防災を考える上で重要な知見を得ることができる。

そこで、平成 25 年度は別海町海岸部における津波堆積物調査を行った。別海町海岸付近では、釧路や十勝のような広大な海岸低地は存在しないが、小規模な泥炭地が点在する(図 1) ことから、表層地質の掘削調査が可能である。平成 25 年度には春別川下流域(図 1 の地点 A)、ライトコタン川下流域(地点 B)、床丹地域の 3 地点(地点 C-E)においてハンディジオスライサー(全長 60cm)による掘削調査を実施した。室内分析に用いるため、津波堆積物の試料を採取した。掘削地点の位置及び高度は GPS 機器(ジオサーフ社製 ProMark3)で測定し、測定結果は別海町尾代沼にある国土地理院電子基準点の観測データを用いて補正した。標高値は楕円体高で示されるので、国土地理院が提供する「日本のジオイド 2000 Ver.5」をもとに調査地域のジオイド高をもとめ、ジオイドからの高さに換算した。

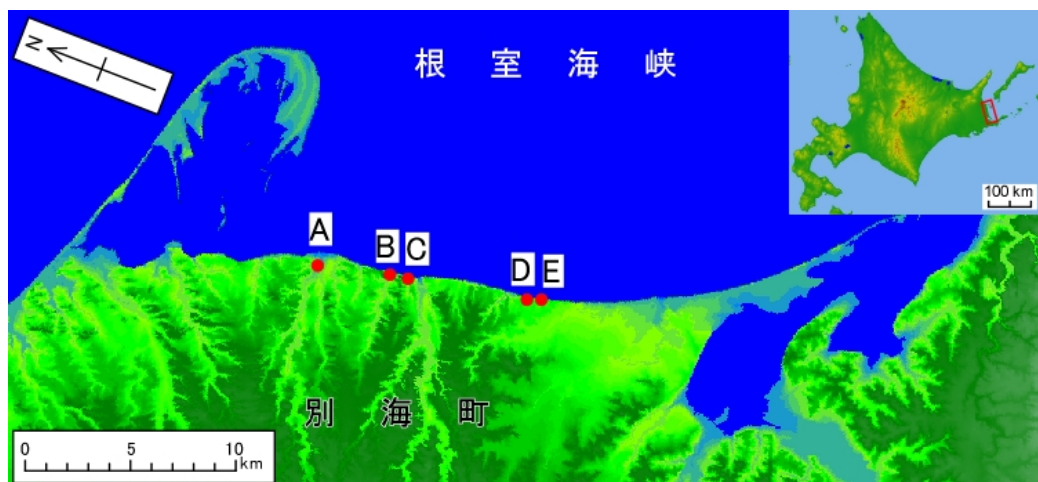


図 1 北海道根室海峡(別海町)における古津波堆積物調査地域(地点 A~E)

掘削調査によって得た津波堆積物は、実験室において前処理及び粒度組成分析を行った。野外で採取した試料には植物遺体や腐植などの有機物が含まれるので、濃度 30%の過酸化水素水に数日間浸すことで有機物を除去した。過酸化水素の反応終了後は、真水で過酸化水素を洗い流した上で、試料を乾燥させた。試料の粒度組成分析には粒子画像分析装置(モフォロギ G 3、マルバーン社製)で測定した。なお、モフォロギ G 3では  $0.5 \mu\text{m}$ ~ $10\text{mm}$ の範囲の測定が可能であるが、細粒物質については測定誤差が大きいため、 $4 \mu\text{m}$ より粗粒の粒子についてデータ処理を行った。なお、本稿では堆積物の粒径は  $\Phi$  スケールで表す。

粒径  $y$  (mm) に対する  $\Phi$  スケールは、

$$\Phi = -\log_2 y$$

で表される。

b) 掘削調査の結果

調査結果にもとづく堆積物層序を図 2～5 に示す。本調査地域に分布する示標テフラは、樽前 a テフラ (Ta-a: 西暦 1739 年, 山田, 1958)、駒ヶ岳 c2 テフラ (Ko-c2: 西暦 1694 年, 古川ほか, 1997)、白頭山苫小牧テフラ (B-Tm: 約 1,000 年前, 町田・新井, 2003)、樽前 c テフラ (Ta-c: 約 2,500 年前, 山田, 1958; 町田・新井, 2003; Kelsey ほか, 2002)、摩周 d テフラ (Ma-d: 約 3,000 年前, 山田, 1958; 勝井, 1962; 宮田ほか, 1988) である。古津波堆積物の候補となり得る地層と、示標テフラ、その他の堆積物の層序について、地域ごとに記載する。

i) 地点 A (春別川下流域)

春別川下流域では、幅 500～600m 程度の谷底平野があり、河川氾濫堆積物及び泥炭が分布する (図 2)。ここでは、海岸から 560～840m の 3 地点で掘削し、表層から Ma-d 層準まで確認したが、津波堆積物の候補となる砂層は見いだせなかった。

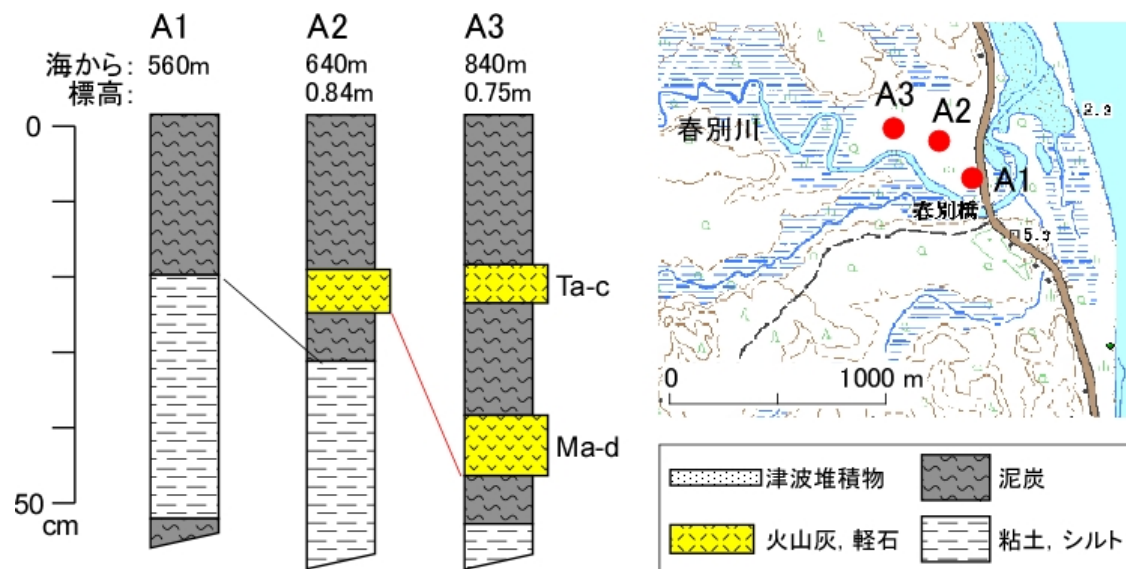


図 2 地点 A (春別川下流域) における掘削調査結果

ii) 地点B (ライトコタン川下流域)

ライトコタン川下流域には、東西約 200m、南北約 300m の小規模な低地 (湿地) がある (図 3, 4)。標高は高くても 1.6m 程度である。海岸から 204m 地点まで掘削調査を行った。この地域の堆積物は、河川に近い地点 B12、B13 で河川氾濫堆積物 (シルト層) が見られるほかは、表層部は泥炭、約 50cm 以深で粘土・シルト層となっている。

古津波堆積物の候補となる層は、Ko-c2 の直下にある砂層 (地点 B2, B3, B4, B6, B7, B8, B14, B17, B18, B19) 及び Ta-c 直上の砂層 (地点 B2, B3, B13, B14, B19) である。いずれの砂層も層厚 1mm 未満の薄層だが、海岸に近い地点 B2、B3 でより明瞭に観察できる。なお、地点 B4、B5、B14、B16~19 では、Ko-c2 と B-Tm の間に層厚 5~30cm の粘土・シルト層が見られる。これについては一時的に形成されたラグーン (砂州によって外海から切り離された水域。潟湖) の堆積物と考えられる (ただし、このラグーンが津波や地殻変動で形成された可能性は否定できない)。

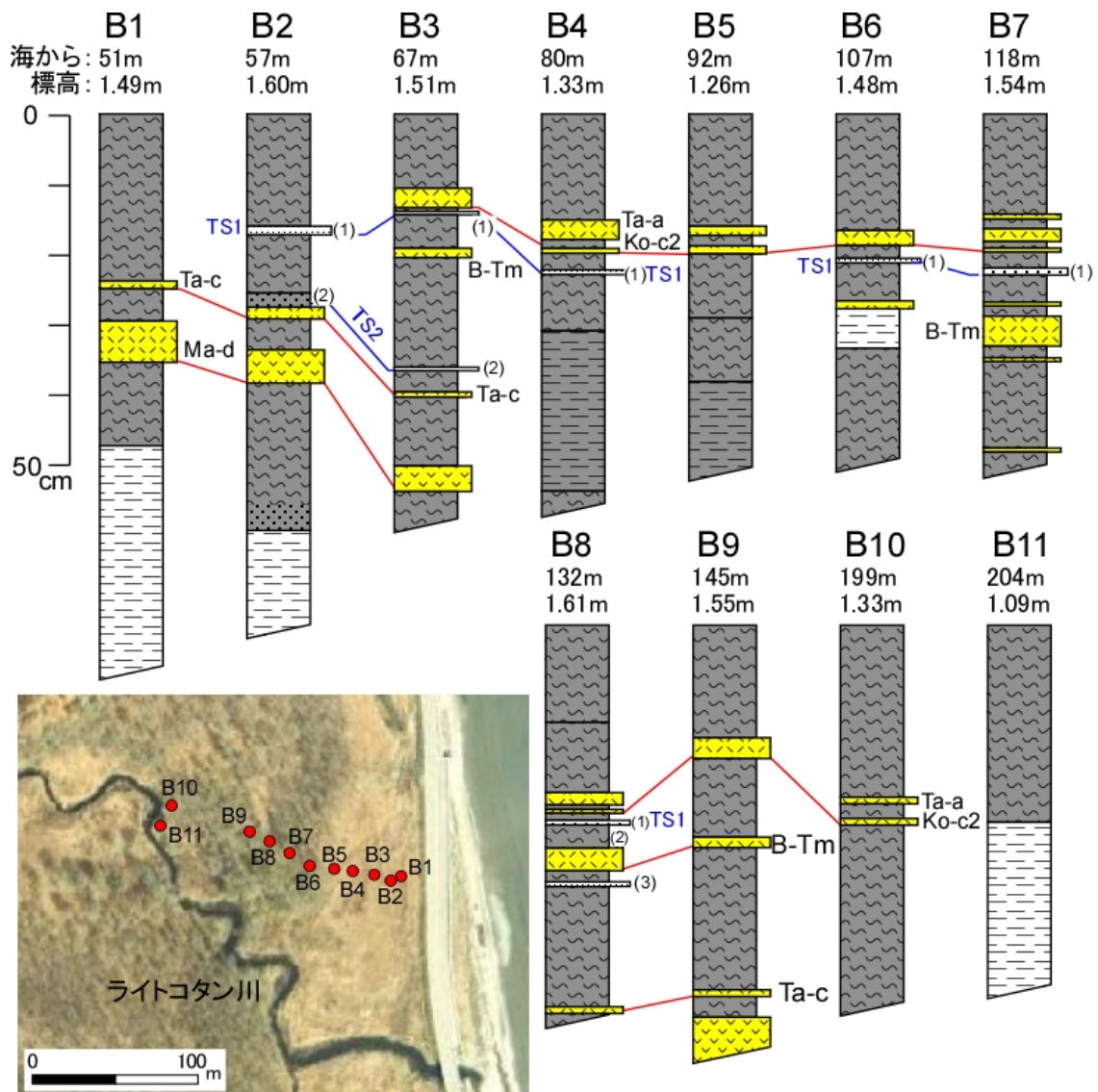


図3 地点B（ライトコタン下流域）における掘削調査結果（海岸線にほぼ直行する測線）

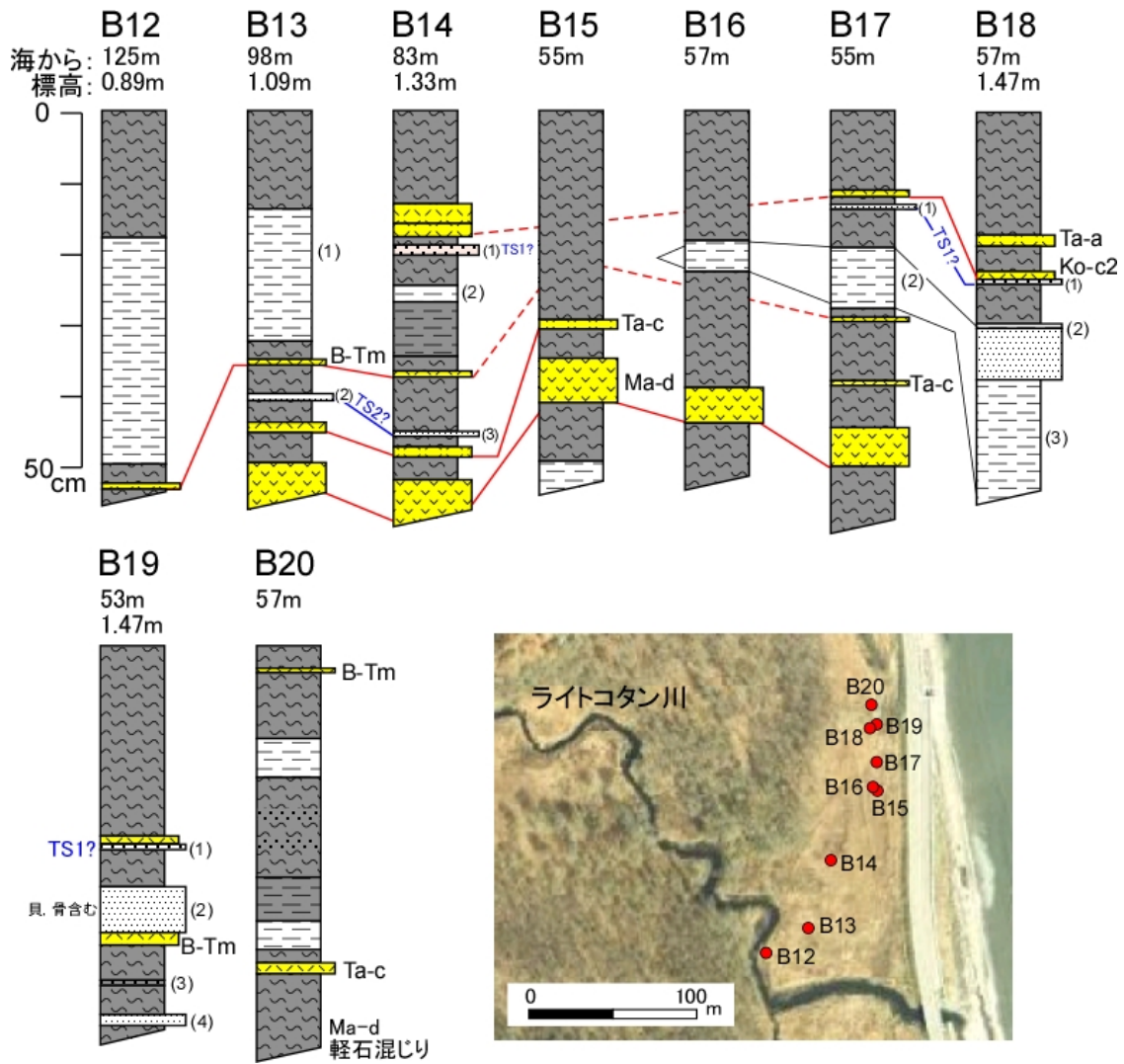


図4 地点B（ライトコタン下流域）における掘削調査結果（海岸線に沿う測線）

iii) 地点C（床丹集落北側）

地点Cは床丹集落北側にある、長さ約1.5km、幅80m程度の小谷底にある泥炭地である。海岸から195m、標高1.07m地点で掘削した。表層部は泥炭で、約50cm以深が粘土・シルト層となっている（図5）。古津波堆積物の候補となる砂層が、Ko-c2の直下及びTa-c直上にみられる。



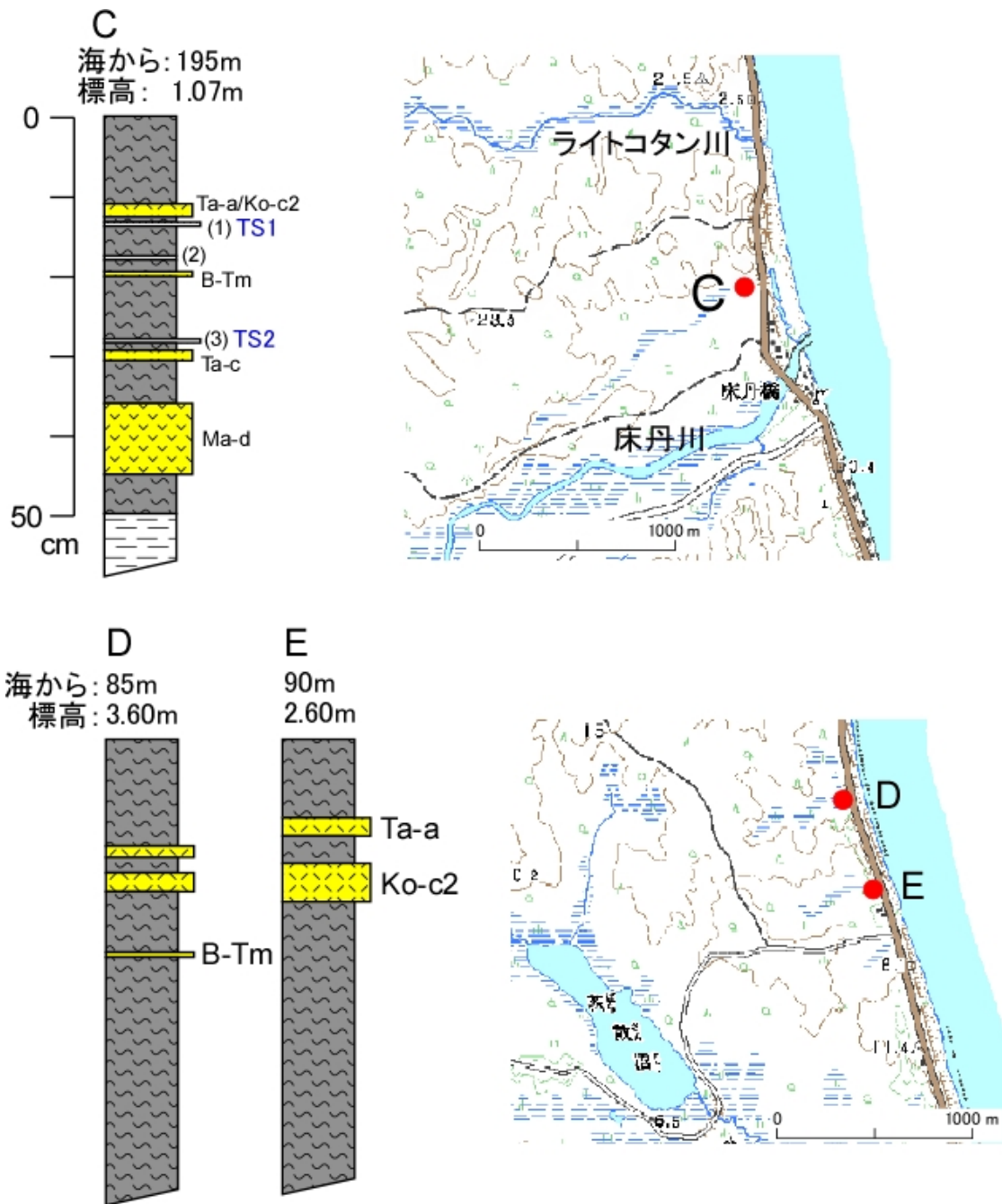


図5 地点C～E（床丹地域）における掘削調査結果

iv) 地点D及びE（床丹地域南部）

地点Dでは海岸から85m、標高3.6m地点において、地点Eでは海岸から90m、標高2.6mの地点において掘削調査を行った。両地点とも表層から50cm以上の泥炭層となっている。両地点ともに、古津波堆積物の可能性のある層は見られなかった。

### c) 粒子画像分析装置による高精度粒度分析結果

以上のように、地点B及びCにおいて、Ko-c2直下の層準及びTa-c直上層準に、古津波堆積物の候補となる砂層が確認された。そこで、これらの堆積物について、粒子画像分析装置（モフォロギG3）を用いた1/16Φスケールでの粒度分析を行った。図6がその結果である。

図6の左列にはKo-c2直下の砂層の粒度組成を示している。地点B2～B8ではこの砂層は2～3Φの細砂からなることがわかる。ただし、地点B3～B6には0～1Φの粗粒物質（円磨された軽石片）が含まれている。これらの堆積物は、海岸に近い地点B2、B3でより明瞭で、地点9より内陸で認められないことから、津波堆積物の可能性がある（この層をTS1とよぶこととする）。

地点B14、17、18、19でもKo-c2の直下の層準に砂層が見られるが、その粒径は上記の地点B2～B8の砂層より細粒物質（3～4Φ）を含む。産出層準の一致により、地点B2～B8のTS1と同一イベントの堆積物と考えられるが、堆積物の供給・運搬経路が違っていた可能性が高い。

図6中央列に示したB-Tm直上の堆積物は、シルト～極細砂（3～6Φ）よりなることから、比較的穏やかな環境（ラグーン）で形成されたものであろう。

図6右列の試料のうち、地点B2、B3のものは粒度組成によって対比され、また、層が比較的明瞭に視認できることから、津波堆積物の可能性がある（この層をTS2とよぶこととする）。地点13、14、19では、TS2と層準が一致する砂層があるが、粒度組成は地点B2、B3のTS2と異なる。TS2と同一イベントの堆積物と考えられるが、やはり堆積物の供給源や運搬経路が違っていたのであろう。

なお、以上の記載は地点B（B1～B20）についてのものであるが、地点Cにおいても、同様に粒度組成分析を行った。その結果（図6の下部）は、地点BのTS1、TS2よりもさらに細粒物質を多く含むことを示す。地点Bと地点Cでの海岸環境の違いを反映したと思われる。

### d) 北海道東部における古津波堆積物の広域対比

以上のように、根室海峡沿岸（別海町）では、2層の古津波堆積物候補が見つかった。ここでは、この2層と、太平洋沿岸（浦幌、キナシベツ、音別、厚岸、根室）で見つかった古津波堆積物との対比を考察する。太平洋沿岸では、17～18世紀の一連のテフラ（Ta-a, Ko-c2）とTa-cの間には最大で8層の津波砂層が存在する（図7の浦幌参照）。

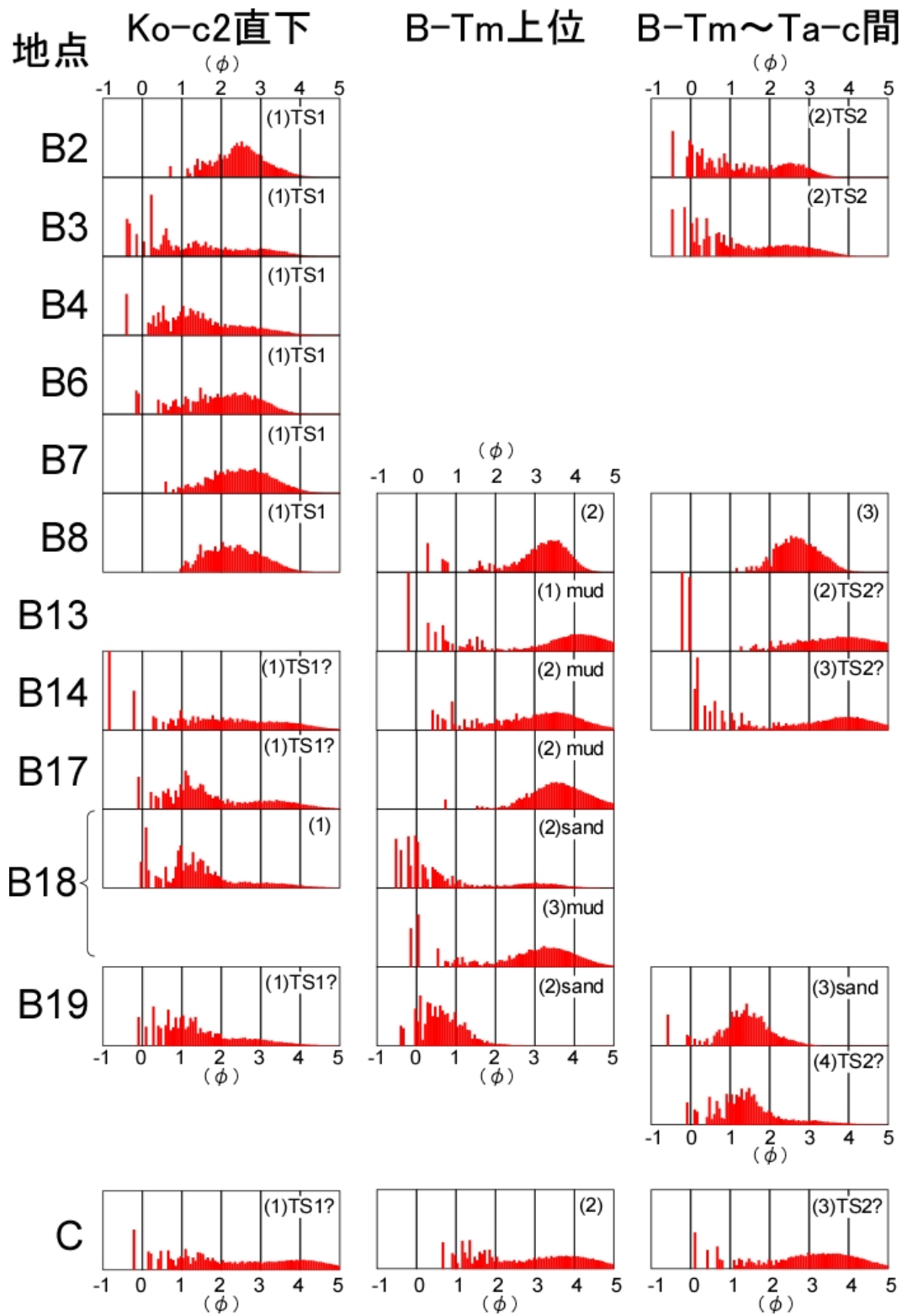


図6 地点B及び地点Cにおける砂質堆積物の高精度粒度分析結果。左列：Ko-c2直下の堆積物，中央列：B-Tm直上の堆積物，右列：B-Tm~Ta-c間の堆積物。横軸は $\Phi$ スケール，縦軸は相対度数（上下幅で10%）。括弧内の数字は試料番号（図3～5参照）。

現時点では、離れた地域の津波砂層を対比する手法は確立されていないが、規模の大きな津波ほど広域に堆積物を形成したと仮定すると、相対的に大規模な津波堆積物は、測線間での対比も可能となる。まず、太平洋岸の5地点に共通して、Ko-c2とB-Tmの間にある津波堆積物はそれぞれ2枚(図7)であり、それぞれ同一のイベント堆積物と考えるのが自然である。とくに、太平洋沿岸の諸地点で見られる最上位の古津波層は、別海のBk-TS1に対比される。次に、B-TmとTa-cの間には、浦幌で6層、根室で5層の津波堆積物があるが、浦幌のUr-TS5とUr-TS8、根室のNm-TS4、Nm-TS7は相対的に規模の大きなイベントであり他地域に対比される可能性が高い。すなわち、音別のOn-TS3、On-TS4、別海のBk-TS2に相当すると思われる。以上より、北海道東部で見いだされる4層の大規模イベント堆積物は、次のように対比される：

Ur-TS1	---	Kn-TS1	---	On-TS1	---	Ks-TS1	---	Ak-TS1	---	Nm-TS1	---	Bk-TS1
Ur-TS2	---	Kn-TS2	---	On-TS2	---	Ks-TS2	---	Ak-TS2	---	Nm-TS2	-----	
Ur-TS5	-----		-----	On-TS3	-----		-----		-----	Nm-TS4	-----	
Ur-TS8	-----		-----	On-TS4	-----		-----		-----	Nm-TS7	---	Bk-TS2

となる。この対比は、それぞれの砂層とテフラの層位、及び泥炭の層厚を考慮しても矛盾しない。以上より、2,500年前から350年前の間には、北海道東部の太平洋沿岸を襲う大規模な津波が少なくとも4回発生したと考えられる。

#### e) 北海道で発生した17世紀巨大地震断層モデルとの比較

17世紀に北海道で発生した巨大地震に対する断層モデルは様々な研究者によって推定されているが、Ioki (2013)はこれまで調査されたほとんどの津波堆積物調査結果を説明できる断層モデルを提案した。その断層モデルはSatake *et al.* (2008)が推定した断層モデル、T (Tokachi-Oki) model (length = 100 km, width = 100 km, slip = 10 m)、N (Nemuro-Oki) model (length = 200 km, width = 100 km, slip = 5 m)、にS model (length = 300 km, width = 30 km, slip=25m)を加えた断層モデルである。この断層モデルを用いて別海および太平洋岸の諸地域(浦幌～根室)での津波遡上数値計算を実施したところ、上記津波堆積物調査結果は17世紀巨大地震に対してIoki (2013)が推定した断層モデルで説明できる事を示す(図8)。つまり、同一イベントの津波堆積物として評価できることを示す。

#### (d) 結論ならびに今後の課題

根室海峡沿岸、別海町の海岸低地において、古津波堆積物の可能性の高い砂層を2層(Bk-TS1, Bk-TS2)記載した。Bk-TS1は、Ko-c2直下の層準にある細砂-中砂サイズの砂層、Bk-TS2は、Ta-cの上方数cmにある中砂-粗砂サイズの砂層である。いずれも、円磨された軽石粒を多く含む。Bk-TS1は現在の海岸から約130m、標高1.61mまで、Bk-TS2は現在の海岸から約70m、標高1.51mまで分布する。

根室海峡沿岸(別海)での掘削調査結果を、太平洋沿岸の5地域(浦幌、キナシベツ、音別、厚岸、根室)で得られている調査結果と比較・対比した。太平洋岸の5地点に共通して、Ko-c2とB-Tmの間にある津波堆積物はそれぞれ2枚であり、それぞれ同一のイベント堆積物と考えるのが自然である。B-TmとTa-cの間には、浦幌で6層、根室で5層の津

波堆積物があるが、とくに規模が大きかったと考えられる2層の津波堆積物は広域対比される可能性が高い。よって、2,500年前から350年前の間には、北海道東部の太平洋沿岸を襲う大規模な津波が4回発生したと考えられる。また、そのうちの2回は、根室海峡沿岸に到達した可能性がある。

なお、本研究は北海道の十勝ー根室間について詳細な調査を行ったが、十勝より西側の地域（日高、胆振の海岸）や東北地方との対比については十分な調査を行えなかった。北海道南部の日本海沿岸（渡島大島、奥尻島を含む）や青森県太平洋沿岸では既に野外調査を開始しているので、今後はこれらの地域を含む広域での古津波堆積物編年、対比を明らかにする必要がある。

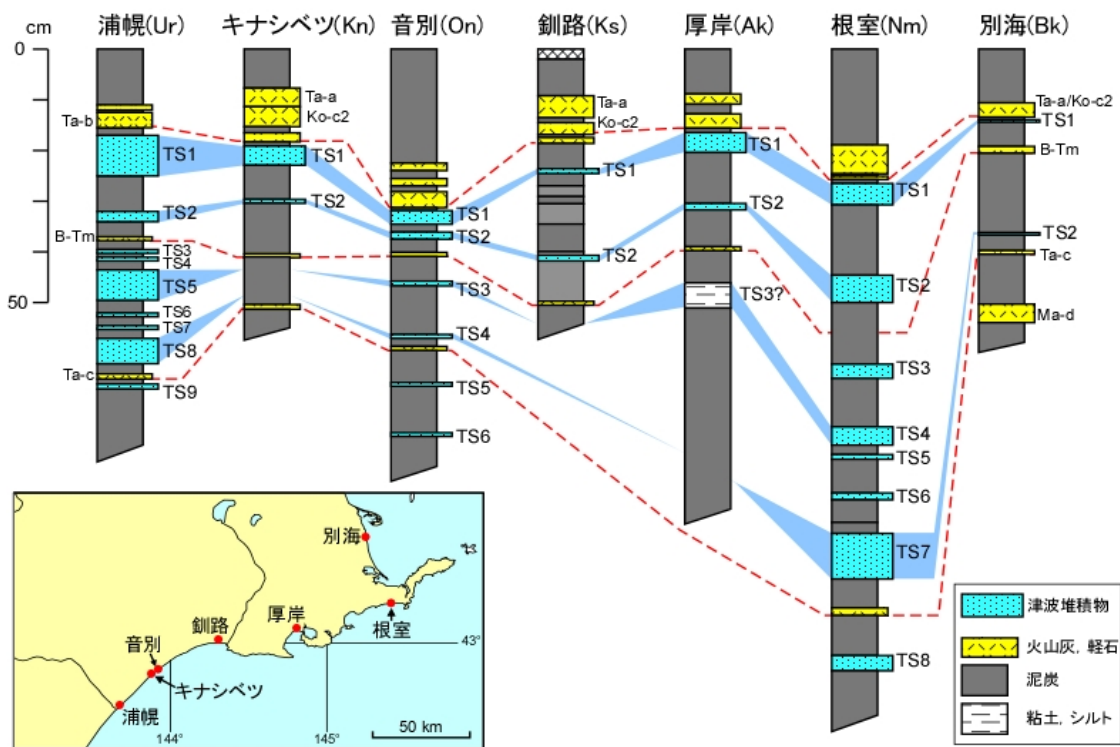


図7 太平洋沿岸（浦幌、キナシベツ、音別、厚岸、根室）及び根室海峡沿岸（別海）における古津波堆積物の層序と対比。それぞれの測線における典型的な層序を示す。津波堆積物（Tsunami Sediment）にはTSと、地点ごとに上位から数えた番号を組み合わせた略号を付す。津波堆積物の名称は、地点（測線）名の略号に、TS番号を組み合わせたものとする（たとえば、浦幌測線の最上位の津波堆積物はUr-TS1とする）。

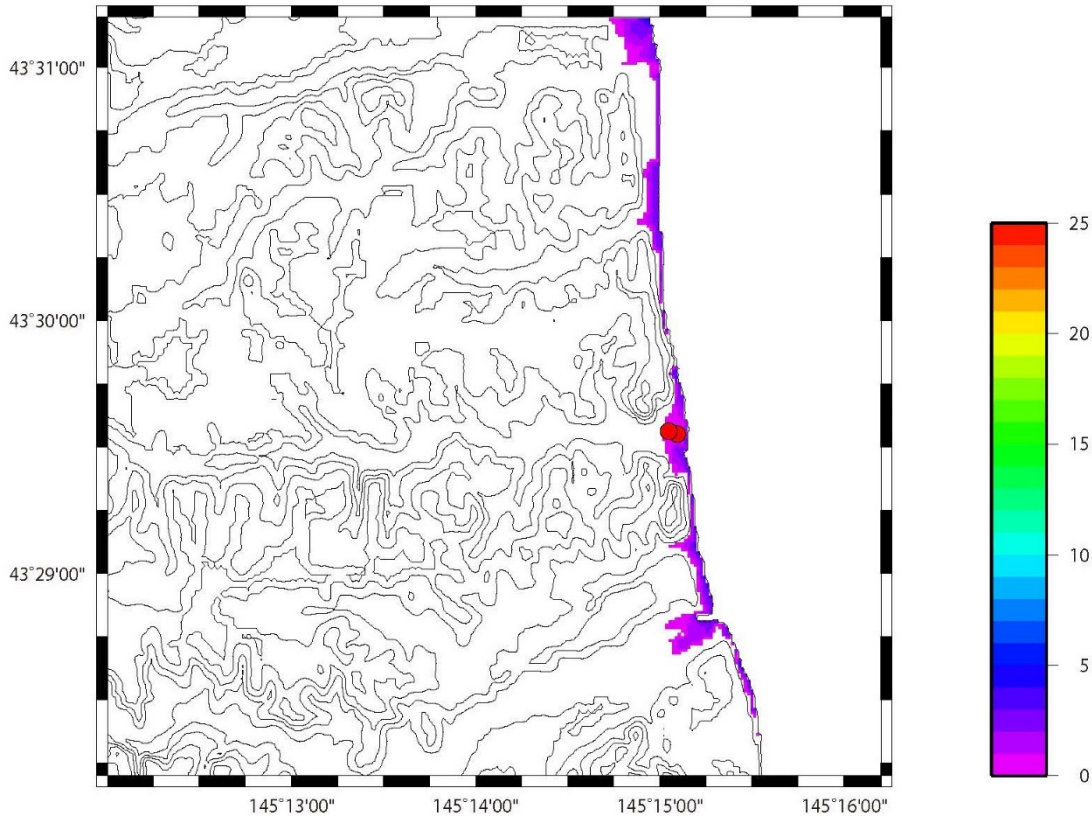


図8 17世紀に発生した巨大地震の断層モデル (Ioki, 2013) より計算された別海での津波遡上計算結果と津波堆積物調査地点の比較

(e) 引用文献

古川竜太・吉本充宏・山縣耕太郎・和田恵治・宇井忠英 (1997) 北海道駒ヶ岳火山は 1694 年に噴火したか? -北海道における 17~18 世紀の噴火年代の再検討-. *火山*, **42**, 269-279.

平川一臣 (2012) 千島海溝・日本海溝の超巨大津波履歴とその意味: 仮説的検討. *科学*, **82**, 172-181.

平川一臣・中村有吾・越後智雄 (2000a) 十勝地方太平洋沿岸地域の巨大古津波. *月刊地球*, 号外, No. **31**, pp. 92-98.

平川一臣・中村有吾・原口 強 (2000b) 北海道十勝沿岸地域における巨大津波と再来間隔 -テフラと地形による検討・評価-. *月刊地球*, 号外, No. **28**, pp. 154-161.

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**, pp. 173-180.

Ioki, K (2013) Source process of great earthquakes along the Kurile trench estimated from tsunami waveforms and tsunami deposit data, PhD dissertation, Graduate School of Science Hokkaido University.

- 勝井義雄 (1962) 5 万分の 1 地質図幅「屈斜路湖」及び同説明書. 北海道開発庁, 42p.
- Kelsey, H. ・佐竹健治・澤井祐紀・Sherrod, B. ・下川浩一・宍倉正展 (2002) 北海道東部における完新世後期の急激な海岸隆起の繰り返し. 活断層・古地震研究報告, 2, 223-233.
- 町田 洋・新井房夫 (2003) 新編火山灰アトラスー日本列島とその周辺. 東京大学出版会, p. 336.
- 宮田雄一郎・山口昇一 ・ 矢崎清貫 (1988) 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅)「計根別地域の地質」. 地質調査所, 77p.
- 中村 有吾・西村 裕一・伊尾木 圭衣・プルナ=スラスティア=プトラ・アディティア=リアディ=グスマン (2013) 北海道における 2011 年東北地方太平洋沖地震津波の現地調査. 北海道地区自然災害科学資料センター報告, 25, 3-45.
- 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・活断層・古地震研究調査概要報告書 (平成 11 年度), EQ/00/2, 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, 床潭沼, 馬主来沼, キナシベツ湿原及び湧洞沼における研究例--. 活断層・古地震研究報告, 1, 251-272, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 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, 4, 9-15, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 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, 2, 209-222, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- 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, 3, 297-314, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.
- Nanayama, F. Furukawa, R., Shigeno, K., Makino, A., Soeda, Y., Igarashi, Y. (2007) Nine unusually large tsunami deposits from the past 4000 years at Kiritappu marsh along the southern Kuril Trench. *Sedimentary Geology*, 200, 275-294.
- Satake, K., F. Nanayama, and S. Yamaki (2008) Fault models of unusual tsunami in the 17th century along the Kurile trench, *Earth Planets Space*, 60, 925-935.

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・沢井祐紀・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*, **3**, 285-296, 産業技術総合研究所地質調査総合センター．

山田 忍（1958）火山噴出物の堆積状態から見た沖積世における北海道火山の火山活動に関する研究．*地団研専報*, **8**, 40p.