

### 3. 2. 1. 2 津波堆積物の調査

#### 目 次

##### (1) 業務の内容

- (a) 業務題目
- (b) 担当者
- (c) 業務の目的
- (d) 8 ヶ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
  - 1) 平成 25 年度
  - 2) 平成 26 年度
  - 3) 平成 27 年度
  - 4) 平成 28 年度
  - 5) 平成 29 年度
  - 6) 平成 30 年度
  - 7) 平成 31 年度（令和元年度）
  - 8) 令和 2 年度
- (e) 平成 31 年度（令和元年度）業務目的

##### (2) 平成 31 年度（令和元年度）の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の実施方法
- (c) 業務の成果
- (d) 結論ならびに今後の課題
- (e) 引用文献
- (f) 成果の論文発表・口頭発表等
- (g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

##### (3) 令和 2 年度業務計画案

## (1) 業務の内容

### (a) 業務題目

#### 2.1.2 津波堆積物の調査

### (b) 担当者

所属機関	役職	氏名
新潟大学災害・復興科学研究所	教授	卜部厚志
	准教授	片岡香子
新潟大学教育学部	准教授	高清水康博
福井大学教育地域科学部	教授	山本博文
秋田大学地域創生センター	准教授	鎌滝孝信
島根大学総合理工学部	准教授	酒井哲弥
	教授	石賀裕明
	教授	入月俊明
	准教授	林 広樹
富山大学	名誉教授	酒井英男
北海道大学	名誉教授	平川一臣
北海道立総合研究機構	主査	川上源太郎
	主査	仁科健二
	主査	高橋 良
	研究職員	加瀬善洋
	研究職員	林 圭一
	研究職員	小安浩理

### (c) 業務の目的

北海道から九州に至る日本海側の地形特性に対応した津波堆積物の新たな認定手法も含めた検討と履歴・遡上範囲の解析を行う。地層に記録された津波堆積物の認定と解析は、歴史記録以前の津波発生履歴と規模を記録した指標としても非常に有効である。これらの広範囲での津波履歴と内陸部への分布解析を行うことにより、歴史時代以前における津波波源の推定につながる基礎資料を得ることを目的とする。

### (d) 8カ年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

#### 1) 平成 25 年度：

新潟・北陸地域を対象として、ボーリング、定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相、年代、古環境（珪藻）などを解析した。

#### 2) 平成 26 年度：

引き続き新潟・北陸地域を対象として、ボーリング・定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相・年代・古環境（珪藻）などを解析した。

3) 平成 27 年度 :

山陰地域（京都府、兵庫県、鳥取県、島根県）の日本海沿岸の海岸平野において、浅層を対象としたボーリング調査や海岸露頭の調査を行った。ボーリング調査の試料は層相、年代や粒度組成などを解析して、イベント堆積物（異地性堆積物）を認定し、複数のイベント堆積物が挟在していることを明らかにした。また、これらの堆積物について歴史地震による津波を含め、津波による堆積物である可能性を検討した。

4) 平成 28 年度 :

山陰・九州地方を対象として、ボーリング・定方位地層抜き取り装置による調査、露頭調査などを行い、試料について層相・年代・古環境（珪藻）などを解析した。

5) 平成 29 年度 :

東北地方北部から北海道地域の日本海沿岸の海岸平野において、海岸露頭の調査や浅層を対象としたボーリング調査を行った。採取した試料は、層相、年代や粒度組成などを解析して、歴史地震を含めた津波堆積物の認定とその履歴を解析した。

6) 平成 30 年度 :

引き続き、東北地方北部から北海道地域の日本海沿岸の海岸平野において、海岸露頭の調査や浅層を対象としたボーリング調査を行った。採取した試料は、層相、年代や粒度組成などを解析して、歴史地震を含めた津波堆積物の認定とその履歴を解析した。

7) 平成 31 年度（令和元年度）:

引き続き、東北地方北部から北海道地域の日本海沿岸の海岸平野において、海岸露頭の調査や浅層を対象としたボーリング調査を行った。採取した試料は、層相、年代や粒度組成などを解析して、歴史地震を含めた津波堆積物の認定とその履歴を明らかにした。

8) 令和 2 年度 :

津波堆積物の補足調査を行い、年代・古環境（珪藻）などの試料も補足的に解析し、日本海沿岸域の津波堆積物の履歴・同時性を明らかにし、モデル構築のための基礎資料とする。

(e) 平成 31 年度（令和元年度）業務目的

東北地方北部から北海道地域の日本海沿岸の海岸平野において、地層に記録されたイベント堆積物から、過去の津波の履歴を解明することを目的とする。このため、浅層を対象としたボーリング調査や野外露頭調査から、地層に挟在されるイベント堆積物の抽出を行う。これらのイベント堆積物について、年代測定、粒度組成や微化石分析等を行い津波によるイベント堆積物であるかの検討を行う。

## (2) 平成 31 年度（令和元年度）の成果

### (a) 業務の要約

青森県と北海道の日本海側の沿岸低地・湖沼や青森県の日本海側の海岸付近の露頭において、津波堆積物の調査を行った。青森県の湖沼での調査は、十三湖（五所川原市十三）の 1 地点、北海道での沿岸低地での調査は、遠別町北里地区の 2 地点においてオールコアボーリングを行った。この結果、青森県の十三湖地区では 13 層準、北海道遠別地区でのボーリングでは 1 層準の津波起源と推定できるイベント堆積物が認められた。また、海岸露頭の調査は、青森県つがる市木造出来島雉子森地区の海岸の露頭において堆積物の観察を行った。

### (b) 業務の実施方法

津波堆積物の調査は、津波が襲来する可能性があり、かつ、堆積物が残存できる地形環境での検討を行う必要がある。このため、沿岸の地形や地形発達史、既存資料に基づく沿岸の平野を構成する地層の層相などを検討し、調査地点を選定した。ボーリング調査は、オールコアボーリング（深度数～10 m 程度まで）で実施した。採取した試料は、層相の観察・記載を行い、特に、イベント堆積物の有無に留意して検討を行った。また、イベント堆積物の粒度分析やコアに含まれる植物片や貝化石片を用いた年代の分析等を行った。海岸露頭の調査は、野外において地層（イベント堆積物の有無）の観察を行った。

### (c) 業務の成果

青森県沖の日本海での津波波源は、日本海における大規模地震に関する調査検討会<sup>1)</sup>によってまとめられている（図 1）。青森県の日本海沿岸は、1983 年日本海中部地震により津波災害を受けている。また、青森地域の日本海側での津波履歴は、津波堆積物の調査等によって明らかにされている。このうち箕浦ほか<sup>2)</sup>は、十三湖と現在の海浜の間に位置する閉鎖的な湖沼（前潟、明神沼）において湖底堆積物の検討を行い、1983 年日本海中部地震、1833 年天保庄内沖地震、1793 年青森県西方沖地震（津波）、1741 年渡島大島の海底地すべりによる津波に相当するイベント堆積物を報告した。また、岡田ほか<sup>3)</sup>は、十三湖の北端部に位置する低湿地において、1741 年渡島大島の海底地すべりによる津波に相当するイベント堆積物を見出している。このように、これまでの津波堆積物調査によって青森県地域（沖合）での津波発生履歴が明らかになりつつあるが、数 100 年前までの歴史地震（津波以前の年代の津波履歴については不明である。また、青森県沖には複数の津波波源が設定されおり<sup>1)</sup>、それぞれの津波波源の活動履歴（活動間隔）についても未解明の課題として検討する必要がある。

一方、これまでの富山県から北海道の日本海沿岸における津波堆積物による各地域での津波履歴は、地域によって差異があるが約 8,000～9,000 年前までの地層の解析によって明らかにされつつある（図 1）<sup>4),5),6)</sup>。このうち山形～青森県沿岸では、砂丘列を伴う海岸低地システムの前進による地形発達過程の制約を受けて、現在の海岸部の地形形成年代が新しいことから、連続して約 8,000～9,000 年前までの地層の解析できる地点が非常に限定されている。そこで、令和元年度の検討では、現在の海岸部に位置する湖沼である青森県の十三湖が連続して約 8,000～9,000 年前までの地層の解析が実施できる可能性が高い

地点であると考え、これまでの検討<sup>2,3)</sup>では実施されていない十三湖の湖底でのオールコアボーリング調査を行った(図2)。

北海道北部の日本海沿岸での津波堆積物調査は、道総研地質研究所による調査により概要が明らかにされている<sup>7)</sup>。このうち日本海における大規模地震に関する調査検討会<sup>1)</sup>で示されたF01断層の活動履歴については、道総研地質研究所の調査<sup>7)</sup>により遠別町の1地点において約4,000年前のイベント砂層が確認されている(図3)。このため、令和元年度の検討では、このイベント砂層の分布範囲の確認と道総研地質研究所の調査<sup>7)</sup>より深い深度(古い年代)までの地層の調査を目的として、遠別町北里地区の2地点においてオールコアボーリングを行った(図3)。

各地区での調査結果と海岸露頭での調査結果を以下に述べる。

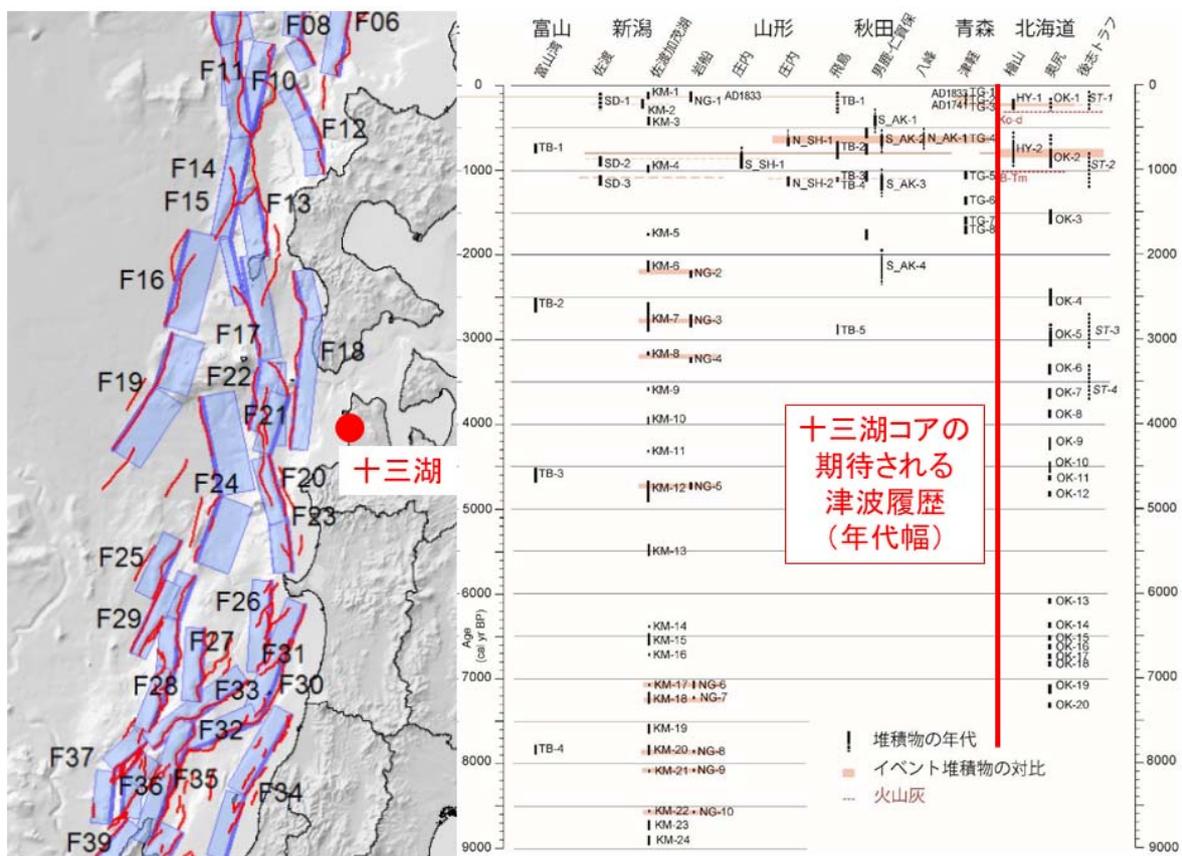


図1 青森県沖で想定される津波波源とこれまでの調査によるイベント堆積物

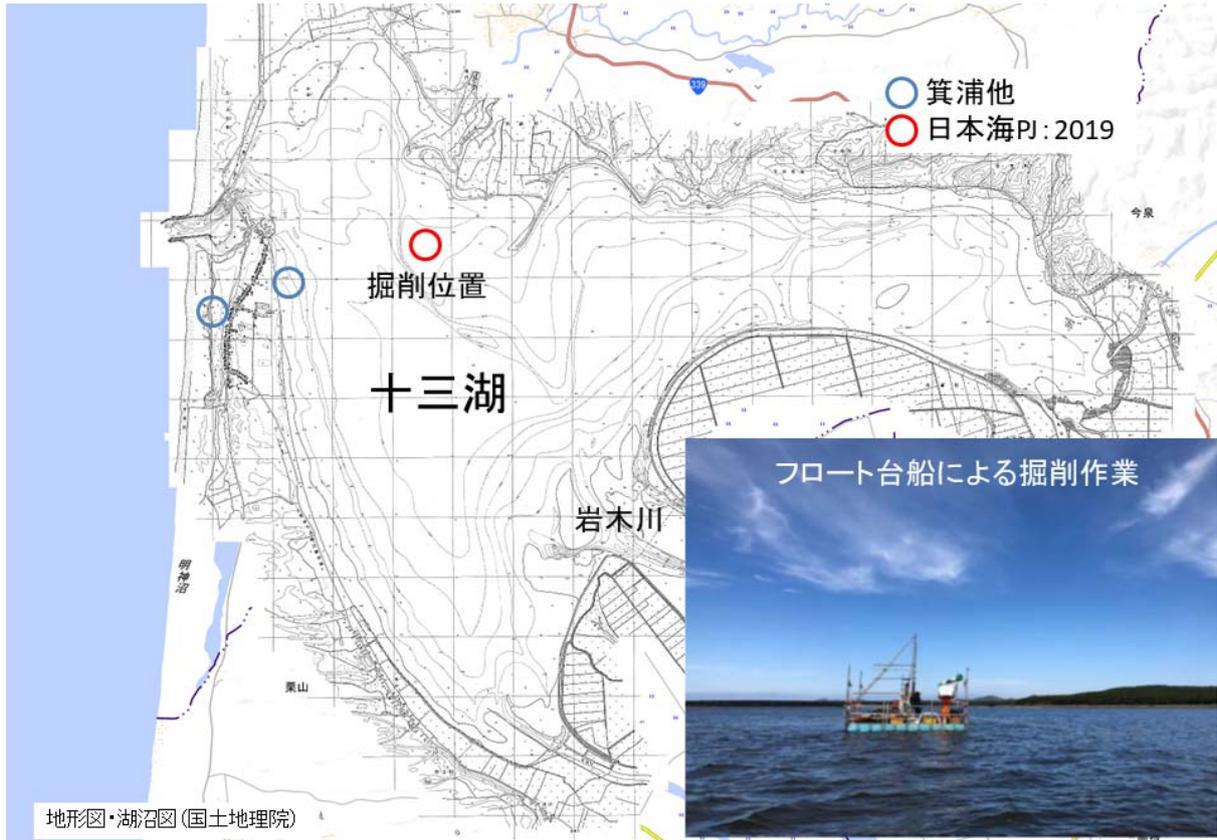


図2 青森県・十三湖地区でのボーリング調査

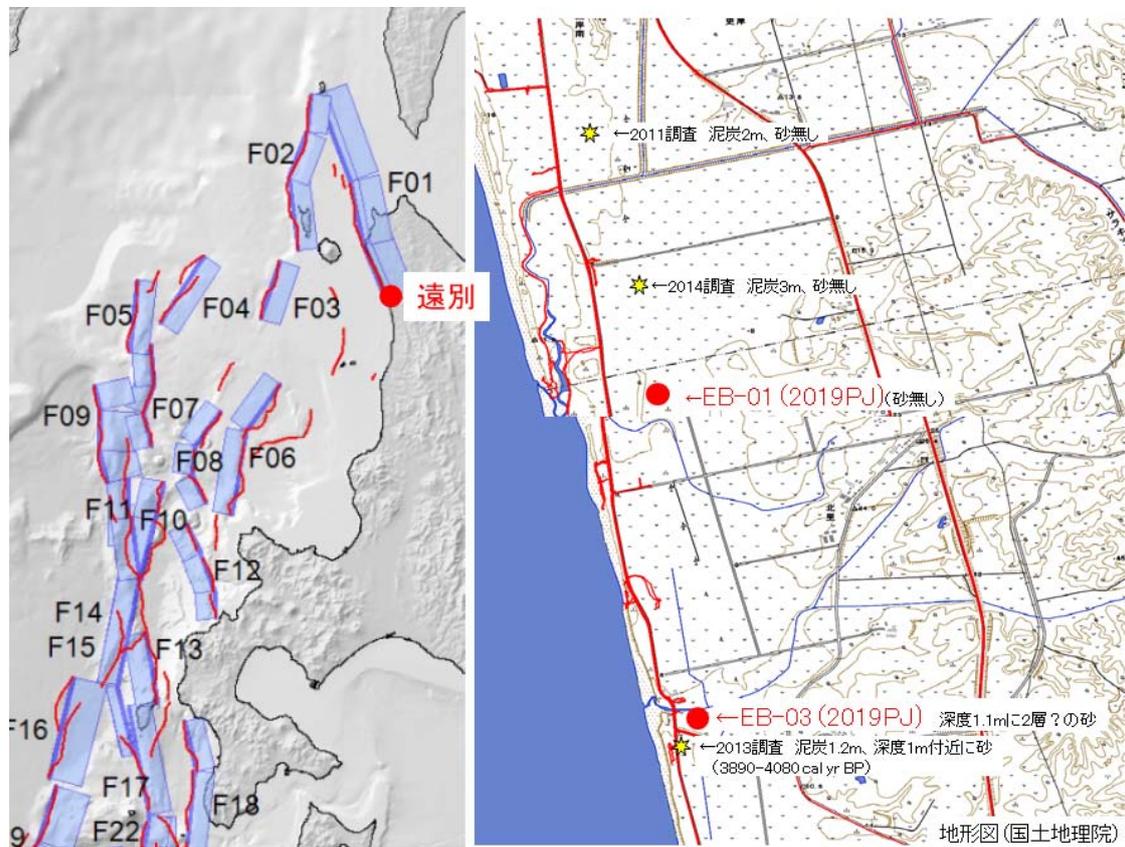


図3 北海道・遠別地区でのボーリング調査

① 青森県・十三湖地区

青森県西部の日本海に隣接する十三湖は、面積 17.8 平方 km、周囲 31.4 km、最大水深約 1 m の汽水湖であり、現在の地形では五所川原市十三付近の水戸口により日本海と水域がつながっている（図 2）。1983 年日本海中部地震では、水戸口から津波が遡上している。

十三湖では、これまで沖合での学術ボーリング調査が実施されていないため湖底以深の地層の層相が不明であるが、1983 年日本海中部地震での津波の遡上状況やシジミ漁の漁業区域等を考慮して、十三湖の湖心ではなく北部において、フロート筏を用いた掘削を行った（図 2）。掘削諸元は、地点：北緯 41 度 2 分 9.21 秒、東経 140 度 20 分 42.69 秒、水深：0.83 m、掘削口径：76 mm、掘進長：13.5 m である。

JSL-1 孔の層相は、全体に砂質であり、複数の淘汰のよい貝化石片を多く含む砂層を挟在している（図 4）。含まれる貝化石片の年代から推定すると、掘進長は 13.5 m と短いが約 7,000 年前までの地層を採取し、全体の層相とイベント堆積物の検討を行うことができた（図 4）。

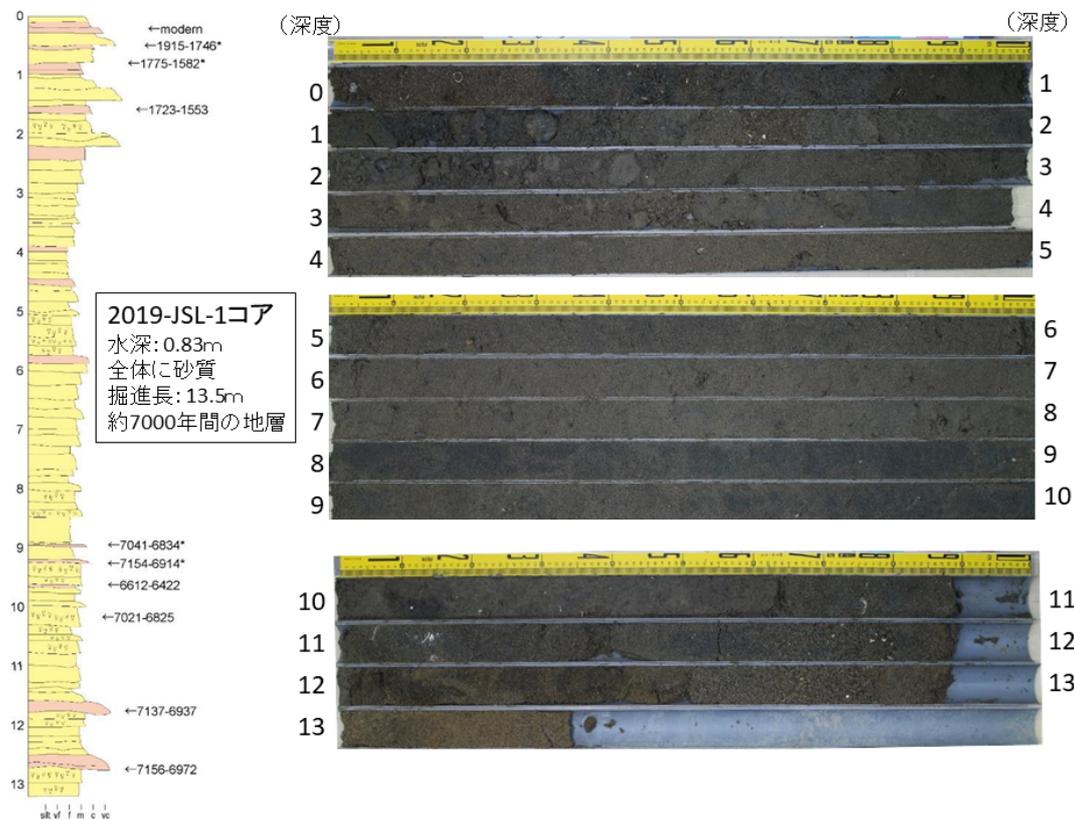


図 4 JSL-1 孔（青森県・十三湖地区）のボーリング柱状図と層相

JSL-1 孔は、全体に灰色の淘汰のわるい生物擾乱を受けた砂層から構成されるが、淘汰のよい砂層を挟在する特徴がある。これらの砂層は、例えば深度 0.12~0.31 m では灰褐色の淘汰のよい砂層から構成され、貝化石片を多く含むことを特徴とする。また、深度 1.53~1.66 m でも灰褐色の淘汰のよい砂層から構成され、貝化石片を多く含む（図 5）。貝化石片は、JSL-1 孔全体に散在するわけではなく、これらの淘汰のよい砂層のみに含まれている。また、JSL-1 孔全体は、灰色であるが淘汰のよい砂層のみが灰褐色を呈する。灰褐色を呈する砂層は、湖岸や浅い湖底において酸化したものと推定できる。1983 年日本海中

部地震では、水戸口から遡上した津波により、浅い湖底のシジミが巻き上げられ水戸口から十三湖北部の湖岸に多量のシジミが漂着したことが知られている。1983年日本海中部地震での状況から推定すると、十三湖に遡上した津波は湖底の酸化状態にある砂や貝片を巻き上げて運搬したことが示唆される。このことから、JSL-1孔に挟在される淘汰のよい砂層は、1983年の津波と同様な作用によってもたらされたイベント堆積物（津波堆積物）であると推定することができる。

JSL-1孔は、上述したような貝化石片を含む淘汰のよい砂層が13層準に挟在される（図6）。これらの砂層の基底の年代値は、JSL-1孔に含まれる貝化石片の年代値を用いて地層の堆積速度から求めた（図6）。それぞれの津波によるイベント砂層（津波堆積物）の年代は、最上位が1983年日本海中部地震、基底付近が6,972～7,156年前と推定することができた（図6）。この成果は、これまで青森県地域を含む北東北地域における歴史地震以前の津波履歴について、挟在されるイベント堆積物から履歴を復元したはじめての成果である。

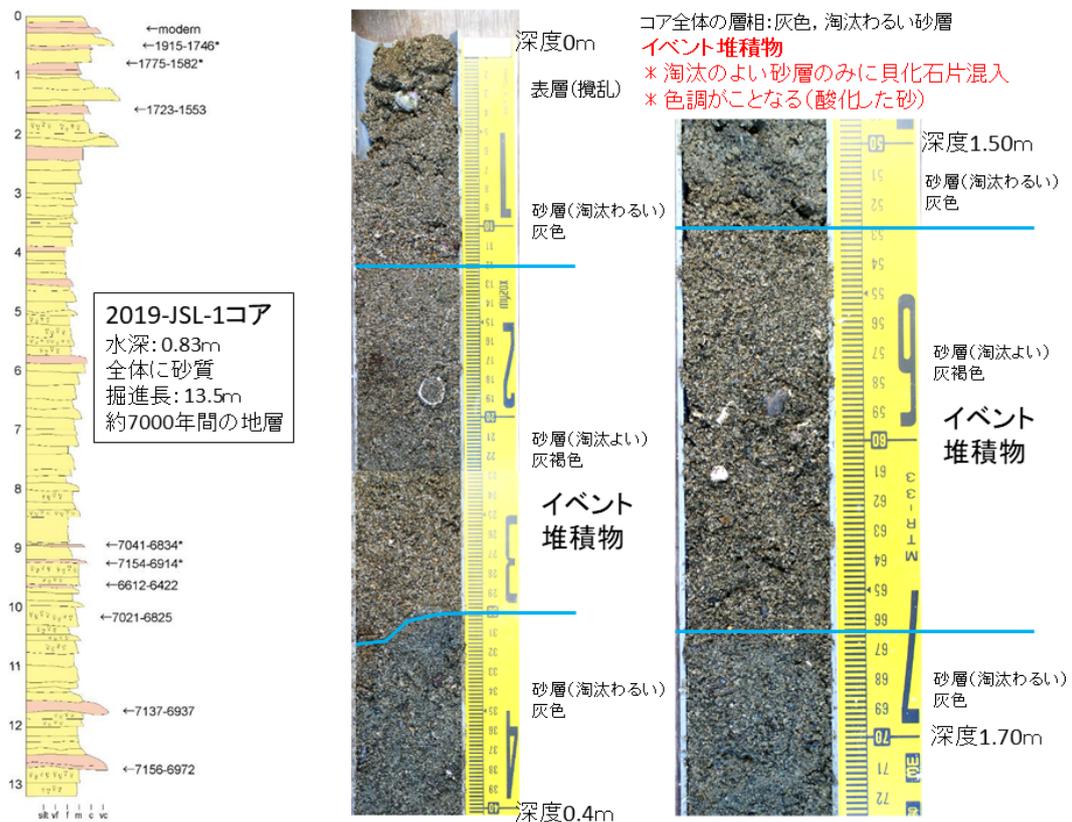


図5 JSL-1孔（青森県・十三湖地区）におけるイベント堆積物の層相



図6 JSL-1孔（青森県・十三湖地区）におけるイベント堆積物の年代

## ② 北海道遠別地区

北海道北部の日本海側に位置する遠別地区において、津波堆積物の調査を行った。これまでの調査では、ピートサンプラーを用いた浅層の調査が実施されていたが、本年度の調査では、簡易ボーリング機器を用いて深層部までの調査を目的とした。遠別地区では、EB-01地点（掘削口径76mm、掘進長3m）とEB-03地点（掘削口径76mm、掘進長5.1m）での掘削調査を行った（図3、7）。

EB-01地点では、深度約3mの浜堤と推定される深度までの試料を採取したが、主に泥炭と一部粘土層から構成されており、イベント砂層を示唆する砂層は認められなかった（図7）。EB-03地点では、深度約5.1mの浜堤と推定される深度までの試料を採取した。深度約3mまでは泥炭や泥炭質シルトから構成され、深度3m以深は浜堤（後浜）を示唆する砂層と泥炭・粘土層から構成されることが明らかとなった（図7）。このうち深度1.2m層準には、淘汰のよい砂層の薄層が挟在されている。この淘汰のよい砂層は、海岸背後に発達していた泥炭が堆積する環境に流入したものであり、泥炭が堆積する通常の堆積環境とは異なる特異的なイベントによりもたらされた砂層であると推定できる。

この淘汰のよい砂層は、津波によるイベント砂層であると推定できる。年代は、道総研地質研究所の調査<sup>7)</sup>から約4,000年前と推定できる。

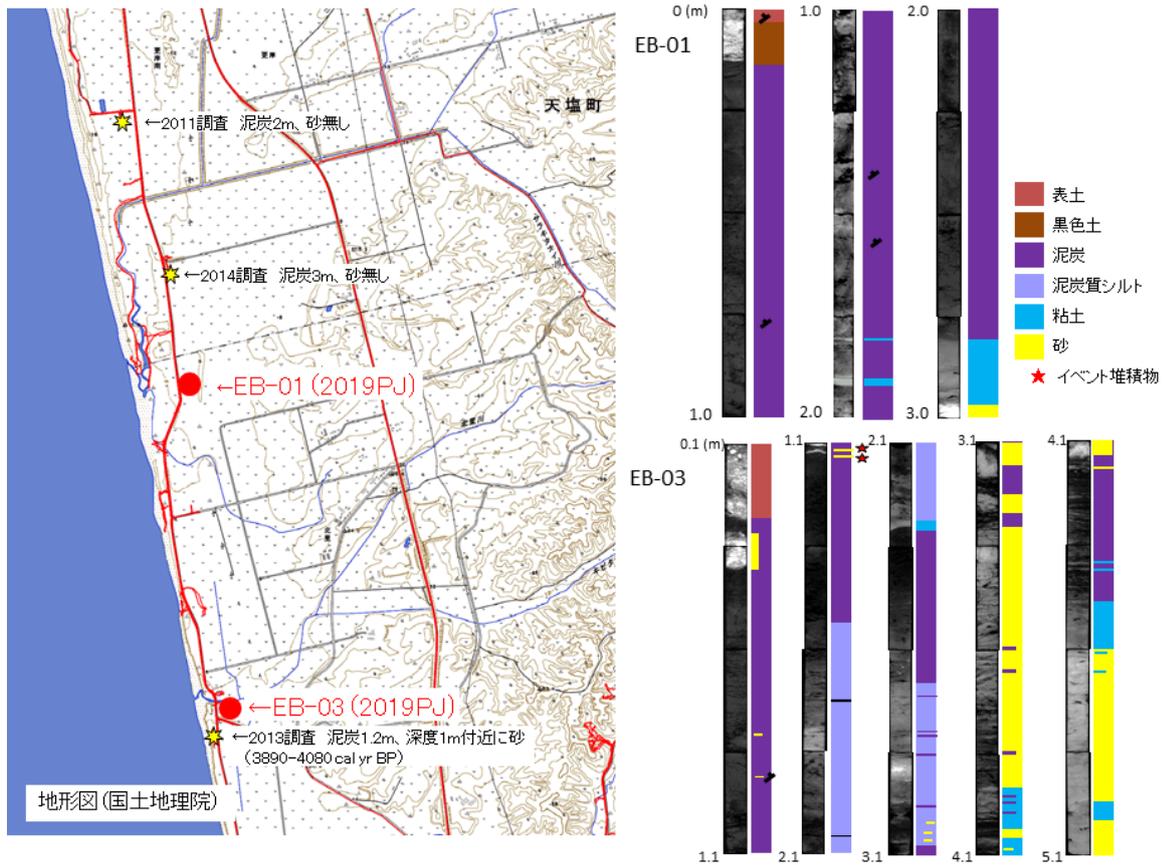


図7 EB-01、EB-03 孔（北海道・遠別地区）のボーリング柱状図と層相

### ③ 海岸露頭等の調査

海浜の背後の低位段丘状の地形（標高 5 m 程度の平坦な地形）を構成する堆積物や崖錐性堆積物には、津波や高波によってもたらされた砂や礫層がイベント堆積物として挟在することがある。これらの堆積物が、津波起源であることが特定できれば、海岸低地を伴わない地域でも津波の履歴を解明することができる。このため、青森県の日本海沿岸において、低位段丘状の地形を構成する堆積物の調査を行った。調査の結果、青森県つがる市木造出来島地区（写真 1）等での海岸付近の露頭において、津波によるイベント堆積物は確認できなかった。



写真 1 青森県つがる市木造出来島の海岸露頭におけるイベント堆積物調査

(d) 結論ならびに今後の課題

青森県と北海道の日本海側の沿岸低地や海岸付近の露頭において、津波堆積物の調査を行った。沿岸低地での調査は、青森県十三湖と北海道遠別地区においてオールコアボーリングを行った。この結果、青森県十三湖地区では 13 層準の津波起源と推定できるイベント堆積物が認められた。また、北海道遠別地区では 1 層準の津波起源と推定できるイベント堆積物を確認した。これらの調査により、本年度の北東北地域での約 8,000～9,000 年前までの津波履歴の復元という目的に対して、青森県十三湖地域において約 7,000 年前までの津波履歴をはじめて明らかにすることができた（図 8）。

今後、ボーリング調査で認められたイベント堆積物については、堆積物に含まれる貝化石、微化石、構成粒子の特徴等の詳細な解析、堆積物の年代の追加検討、イベント堆積物による堆積環境の変化などについて慎重に検討を行う必要がある。

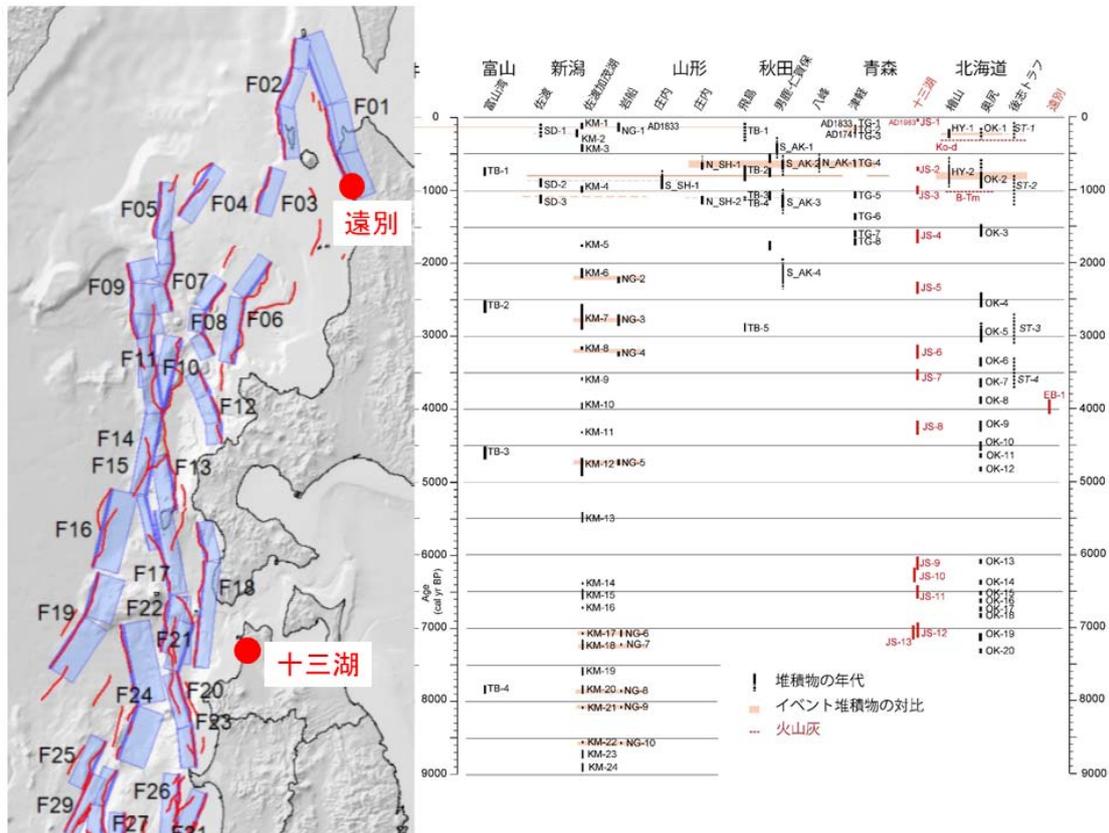


図8 富山～北海道の日本海側の津波履歴

(e) 引用文献

- 1) 日本海における大規模地震に関する調査検討会：  
[http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai\\_blog/daikibojishinchousa/](http://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/), 2014.
- 2) 箕蒲幸治, 中谷 周, 佐藤 裕：湖沼底質堆積物中に記録された地震津波の痕跡－青森県市浦村十三付近の湖沼系の例－. 地震 第2輯. 40, 183-196, 1987.
- 3) 岡田里奈, 梅田浩司, 鎌滝孝信：津軽半島, 十三湖周辺に認められる津波と液状化の痕跡. 東北地域災害科学研究, 55, 25-30, 2019.
- 4) 川上源太郎, 加瀬善洋, 卜部厚志, 高清水康博, 仁科健二：日本海東縁の津波とイベント堆積物. 地質学雑誌, 123, 857-877, 2017.
- 5) Atsushi Urabe, Yasuhiro Takashimizu, Gentaro Kawakami, Kenji Nishina, Yoshihiro Kase, Kyoko Kataoka：Tsunamis and tsunami deposits along the eastern margin of the Japan Sea. 20th Congress of the International Union for Quaternary Research (INQUA), P-3041, 2019.
- 6) 卜部厚志：西南日本の日本海側における堆積物による津波履歴調査. 地震予知連絡会報, 102, 420-421, 2020.
- 7) 川上源太郎, 仁科健二, 加瀬善洋, 廣瀬 亘, 田近 淳, 渡邊達也, 石丸 聡, 嵯峨山積, 林 圭一, 高橋 良, 深見浩司, 田村 慎, 輿水健一, 岡崎紀俊, 大津 直：北海道の日本海・オホーツク海沿岸における津波履歴. 北海道立地質研究所調査研究報告, 42, 218p, 2015.

## (f) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
卜部厚志	西南日本の日本海側における堆積物による津波履歴調査（論文発表）	地震予知連絡会会報, 102, 420-421	令和元年 9 月
鎌滝孝信, 宇内滉志, 得丸達生, 松富英夫	秋田県南部および山形県北部沿岸低地における津波浸水履歴の検討（論文発表）	土木学会論文集 B2 (海岸工学), 75 (2), I_403-I_408	令和元年 10 月
Atsushi Urabe, Yasuhiro Takashimizu, Gentaro Kawakami, Kenji Nishina, Yoshihiro Kase, Kyoko Kataoka	Tsunamis and tsunami deposits along the eastern margin of the Japan Sea (ポスター発表)	20th Congress of the International Union for Quaternary Research (INQUA) P-3041 (アイルランド)	令和元年 7 月
Yasuhiro Takashimizu, Atsushi Urabe	Spatial distributions of the 2011 Tohoku-oki tsunami deposits, Odaka area, Fukushima, Japan (ポスター発表)	20th Congress of the International Union for Quaternary Research (INQUA) P-3051 (アイルランド)	令和元年 7 月
卜部厚志, 高清水康博, 川上源太郎, 仁科健二, 加瀬善洋	堆積物からみた日本海側の津波履歴（口頭発表）	第 38 回日本自然災害学会学術講演会, III-6-2 (釧路市)	令和元年 9 月
鎌滝孝信, 阿部恒平, 黒澤英樹	秋田県中部八郎湖の湖底堆積物中に保存されたイベント堆積物（口頭発表）	東北地域災害科学研究集会および講演会 令和元年度 (山形市)	令和元年 12 月
林直幸, 齋藤憲寿, 鎌滝孝信, 渡辺一也, 田中仁	数値シミュレーションによる津波の河川遡上と堆積物に関する検討（口頭発表）	東北地域災害科学研究集会および講演会 令和元年度 (山形市)	令和元年 12 月
高桑充広, 鎌滝孝信, 齋藤憲寿, 渡辺一也	河川遡上津波による土砂混合及び堆積に関する実験（口頭発表）	東北地域災害科学研究集会および講演会 令和元年度	令和元年 12 月

	表)	(山形市)	
網干秀俊, 鎌滝孝信, 平川知明, 宿田涼介, 梅田 浩	秋田県北部の沖積低地における津波堆積物の分布様式 (口頭発表)	東北地域災害科学研究集会および講演会 令和元年度 (山形市)	令和元年 12月

(g) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

1) 特許出願

なし

2) ソフトウェア開発

なし

3) 仕様・標準等の策定

なし

(3) 令和2年度業務計画案

東北地方北部から北海道地域の日本海沿岸の海岸平野において、浅層を対象としたボーリング調査等の補足的な調査を行う。ボーリング調査等によって採取した試料は、層相、年代や粒度組成などを解析して、歴史地震を含めた津波堆積物の認定とその履歴を明らかにする。また、日本海側全体の堆積物による津波履歴と波源の推定についてのまとめを行う。

