

## 2. 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) 令和 2 年度業務目的

#### (2) 令和 2 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) 8 ヶ年の成果

- (a) 業務の成果
- (b) 結論ならびに今後の課題
- (c) 引用文献

## (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
	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
岡山理科大学理学部	教授	鎌滝孝信
島根大学総合理工学部	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 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：

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 :

北海道地域の日本海沿岸の海岸平野において、津波履歴や分布範囲の補足調査を目的として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、微化石や粒度組成などを解析して、津波堆積物の認定とその履歴を明らかにした。また、日本海側全体の津波履歴についてのまとめを行った。

(e) 令和 2 年度業務目的

北海道地域の奥尻島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。また、日本海側全体の津波履歴についてのまとめを行う。

## (2) 令和 2 年度の成果

### (a) 業務の要約

今年度は、平成 29 年度に実施した北海道地域の奥尻島における津波堆積物調査の補足として、平成 29 年度にボーリング調査を実施した地区において、津波履歴の確認と谷奥まで到達した個々の津波堆積物の復元を目的として調査を行った（図 1）。浅層を対象とした追加のボーリング調査から、地層に挟在されるイベント堆積物の抽出を行い、認定されたイベント堆積物について、年代測定、粒度組成等の解析を実施し、津波によるイベント堆積物であるかの検討を行った。また、この調査を踏まえて、これまで 8 年間の調査に基づく、日本海沿岸全体の津波履歴についてのまとめを行った。

### (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。今回の調査は、平成 29 年度に実施したボーリング調査成果に基づいて（図 2）、より内陸側まで到達した津波堆積物の実態を解明するため、効果的な地点を選定してオールコアボーリング（深度 10～17 m 程度まで）を行った。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。

### (c) 業務の成果

北海道奥尻島の周辺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。北海道南部の日本海沿岸は、1993 年北海道南西沖地震により津波災害を受けている。これまでの調査により、奥尻島南部や対岸の檜山地域での津波履歴では、数千年前までが対象であった。一方で、平成 29 年度の調査では、奥尻島南端のワサビヤチ地区において、約 7,000～8,000 年前までの津波履歴を示唆する調査成果が得られた（図 2）。

そこで、令和 2 年度の検討は、これまでの検討で実施されている地点よりさらに内陸側でのボーリング調査を行い、より内陸部まで到達するような津波堆積物の抽出を行った（図 3）。また、日本海側全体の津波履歴についてのまとめを行った。

#### 1) 奥尻島での追加ボーリング調査

ボーリング試料の解析の結果、既存調査地点より内陸部までの全体の層相変化と津波堆積物の分布が明らかとなった（図 4）。また、浅層部の津波堆積物に着目した対比図を図 5 に示す。

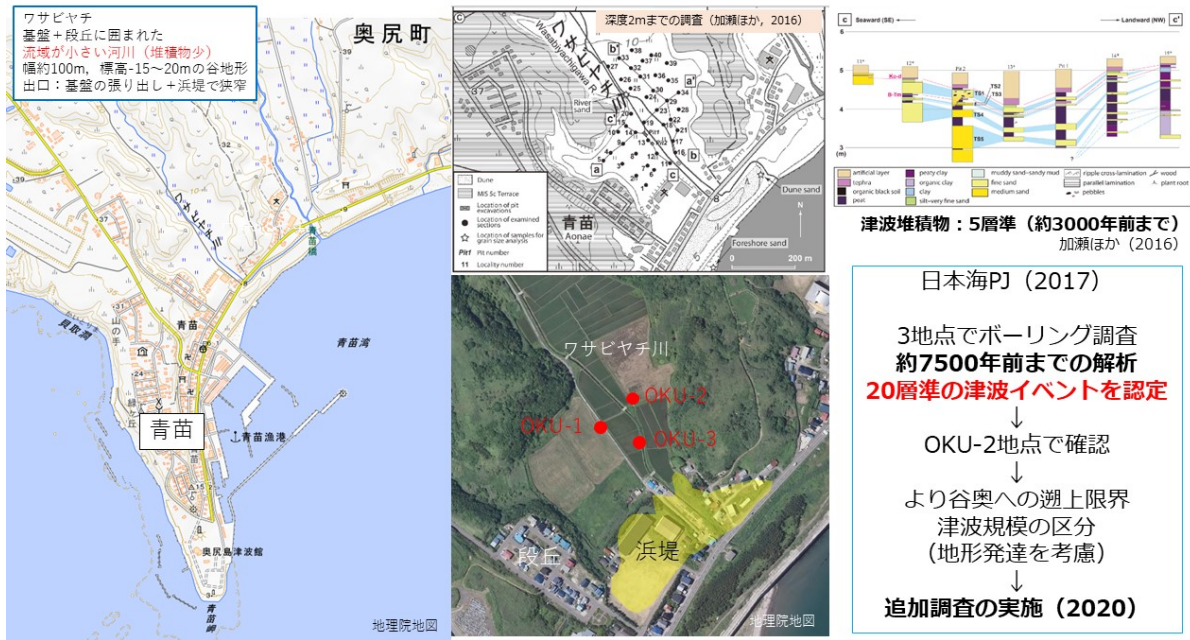


図1 奥尻島南部でのこれまでの調査<sup>2)</sup>と成果

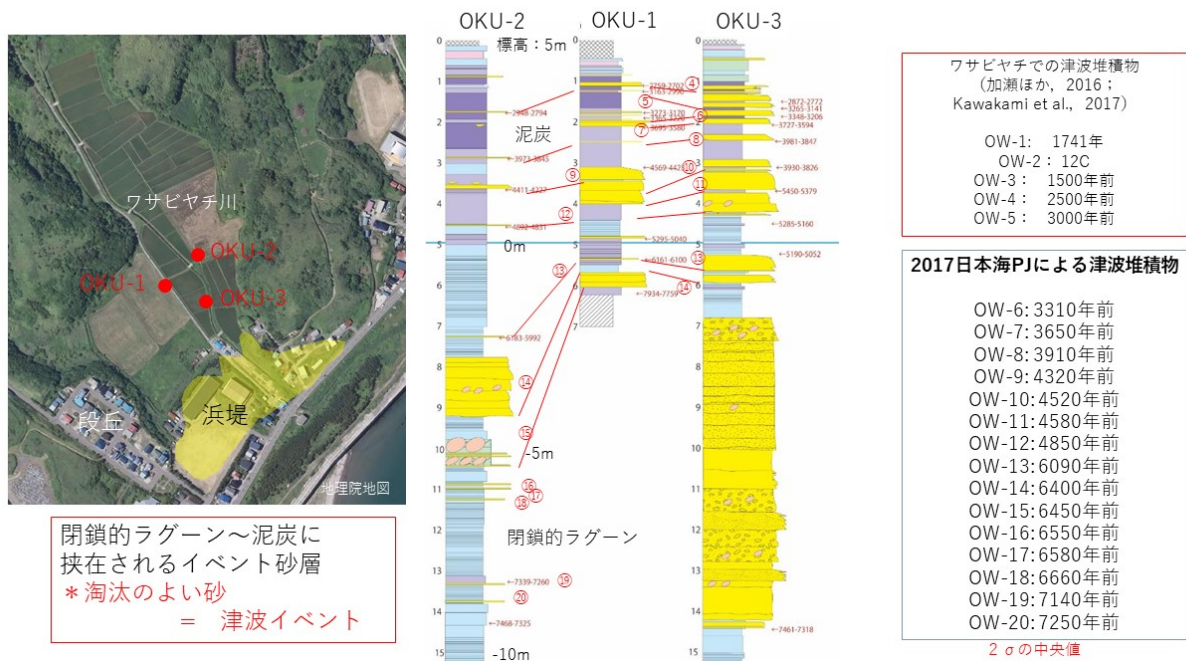


図2 奥尻島ワサビヤチ地区でのこれまでのボーリング調査成果<sup>2),3)</sup>

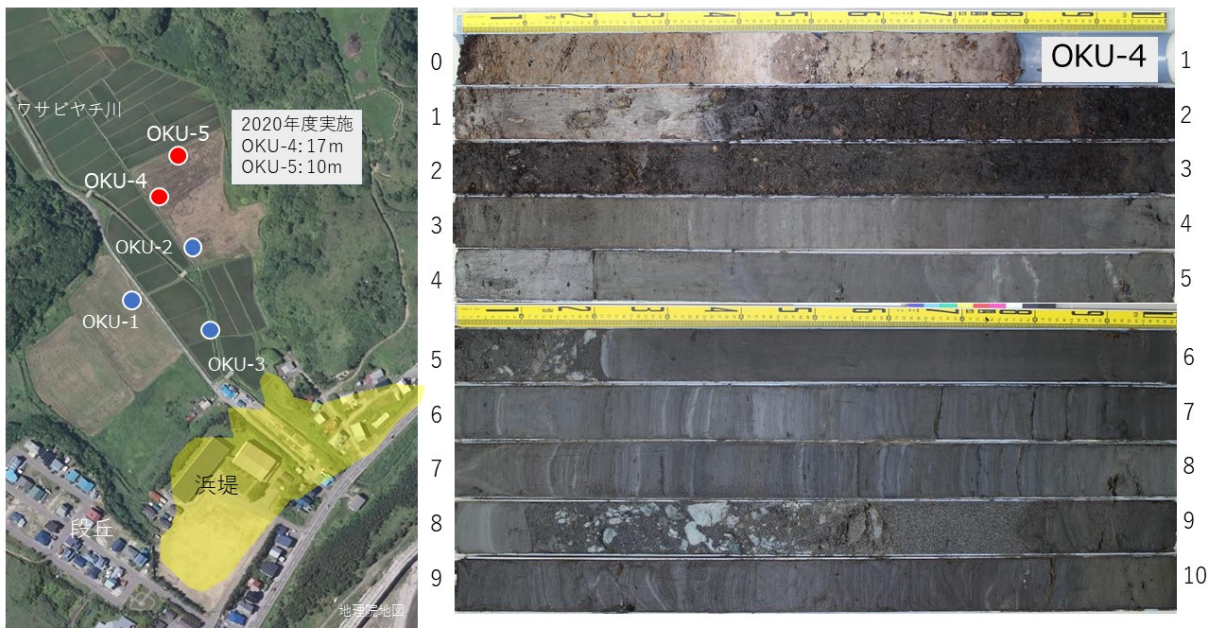


図 3 奥尻島ワサビヤチ地区での新規の掘削位置とボーリング試料の層相

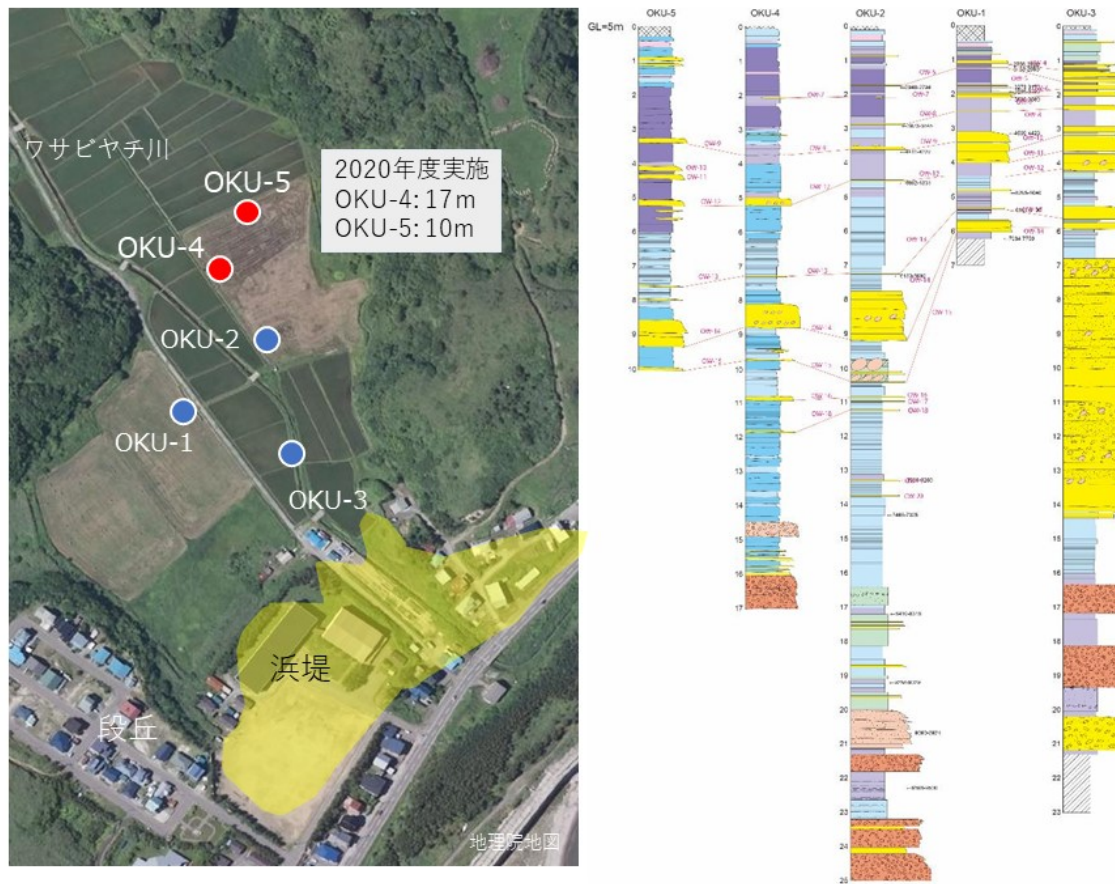


図 4 ワサビヤチ地区での平成 29 年度試料と本年度のボーリング試料の層相

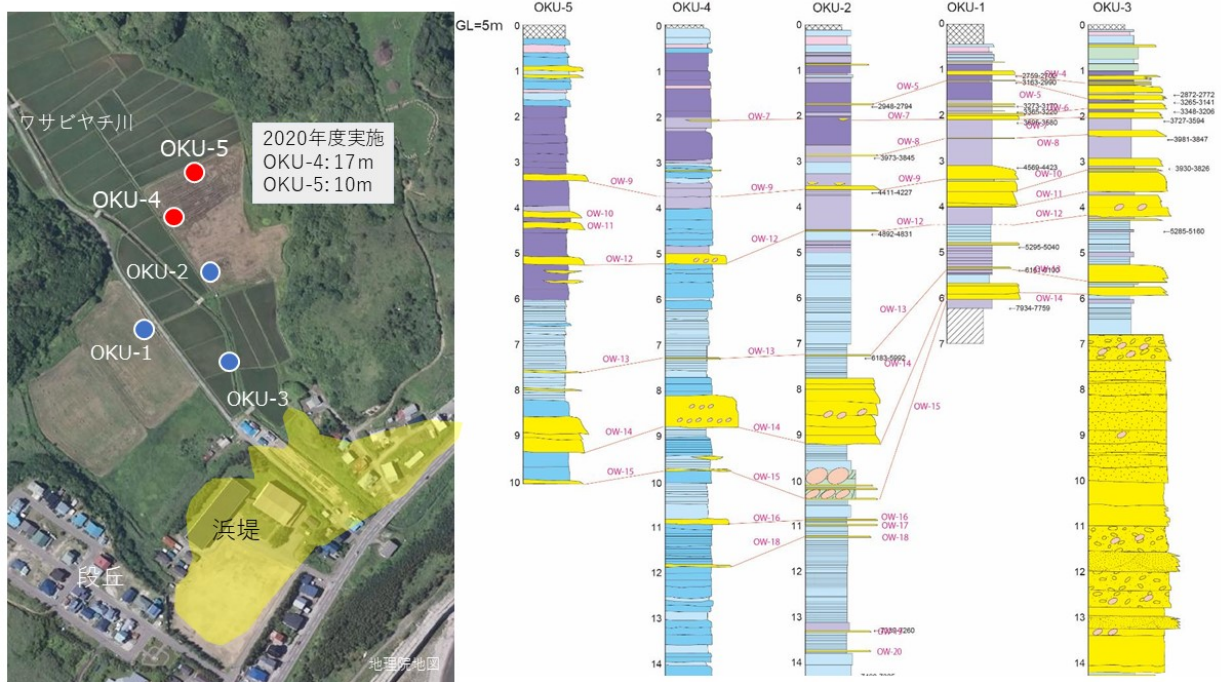


図5 ワサビヤチ地区でのイベント層の対比

本年度掘削した2地点（OKU4とOKU5）において、層相を観察した結果、OKU-4では8層準、OKU-5では7層準の津波堆積物を認定することができた。津波堆積物の対比によると、上位よりOW-9, OW-10, OW-11, OW-12, OW-13, OW-14, OW-15の津波堆積物の内陸部への侵入が明らかとなった（図5）。このことから、上述の層準の津波堆積物は、他の層位の津波堆積物と比較して相対的には、より谷奥まで到達するような波高の高い津波であった可能性がある。

## 2) 日本海沿岸域の津波環境

これまでの調査による各地域での津波堆積物の履歴を明らかにした。それぞれの地区での研究による津波履歴は、同一の波源断層の繰り返し性を示しているのではなく、複数波源による津波であることは自明であるが、各地域単位での津波リスクとして、地方自治体の津波防災に関する施策や津波のハザードゾーニングにおけるリスク評価の基礎データとなる。

日本海全体として、日本海側での海底活断層の活動履歴を考えた場合、太平洋沿岸のプレート境界における津波リスクとは大きく異なる時間規模（繰り返し間隔）、想定津波規模の周知理解が必要となってくる。本研究は、日本海側の各地区における津波履歴を明らかにすることで地域の津波リスクを提示した基礎資料の提示を行ってきた。

今年度の研究成果を踏まえた日本海沿岸でのこれまでの津波履歴に関する研究を図6に示す。全体には、日本海沿岸での波源断層は、プレート境界とは異なり、活断層としての活動履歴を示すものと考えられている。従って、同一波源の活動履歴（再来間隔）を知るためには、少なくとも約7,000～8,000年前までの地層を連続的に採取した上で、津波によるイベント堆積物の挟在について包括的に検討する必要がある。これまでの検討では、可





層は、山陰地域に比較的高い津波をもたらすという数値解析の結果から、北東北と山陰地域で同時性が確認できる津波イベントを整理することができる（図 8）。1833 年山形県庄内沖地震では、山形県南部の沿岸で 5 m 以上の津波高を記録した一方で、能登半島の輪島で 5 m の津波高となり、島根県隠岐島においても湾奥部での浸水被害が記録されている。13 世紀、約 1,500 年前と約 2,000 年前に比定される津波イベントも、北東北と山陰地域で同時性が確認できる。波源断層ごとの津波分布を踏まえると、1983 年日本海中部地震の波源は、日本海検討会における F24 断層に相当し、同様な津波堆積物の分布を示すのは約 1,500 年前の津波イベントである可能性がある。この対比は推定の段階ではあるが、F24 波源断層の再来活動間隔を示している可能性がある。

今後、北東北地域と山陰地域での津波イベントの同時性に着目して、数値計算に基づく津波堆積物の分布を再現した上での波源断層の特定していく必要がある。この取り組みは、日本海海域での津波伝播特性（大和堆を経由した伝播）を踏まえた解析事例として有効かつ検証可能な課題である。また、西南日本の日本海側における波源断層の推定は、海域活断層の分布や活動頻度が限定的であることから復元できる可能性が高い。

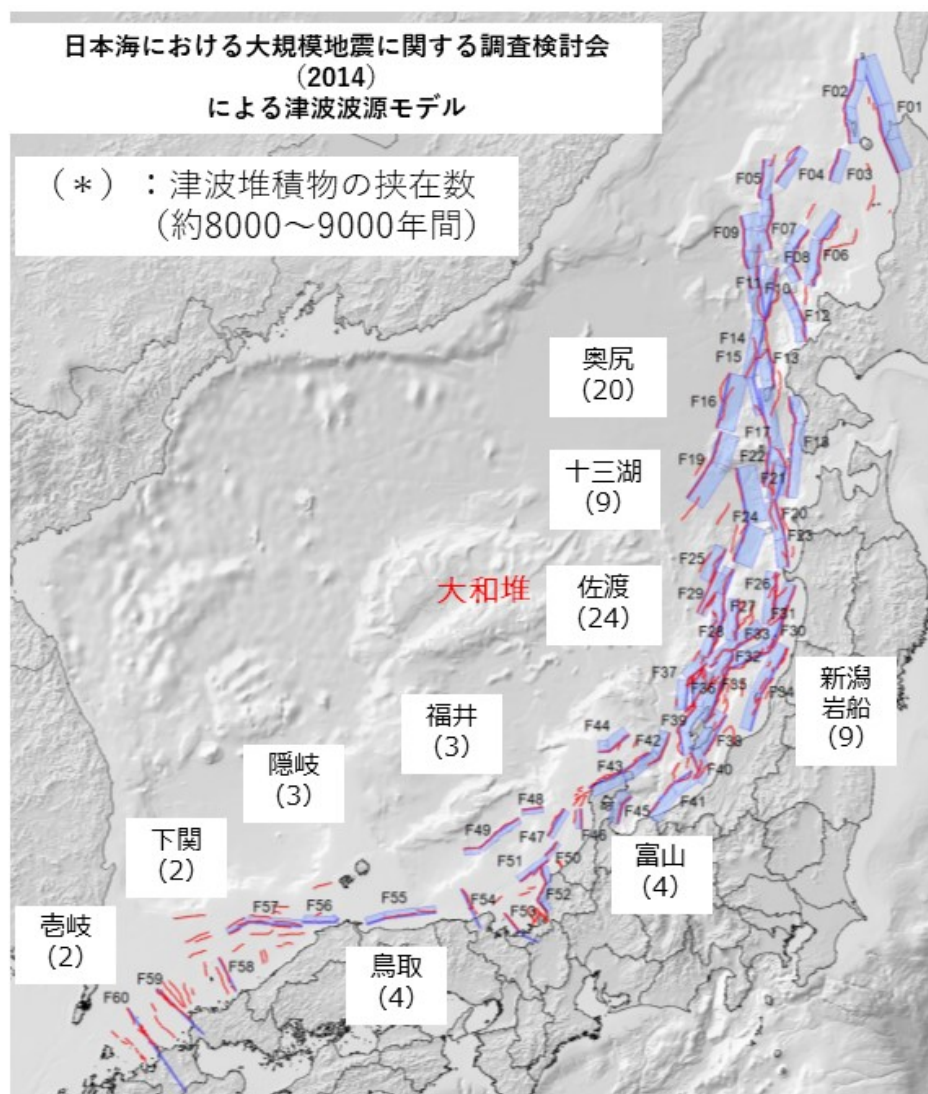


図 7 日本海全体での約 7,000~8,000 年間の津波履歴

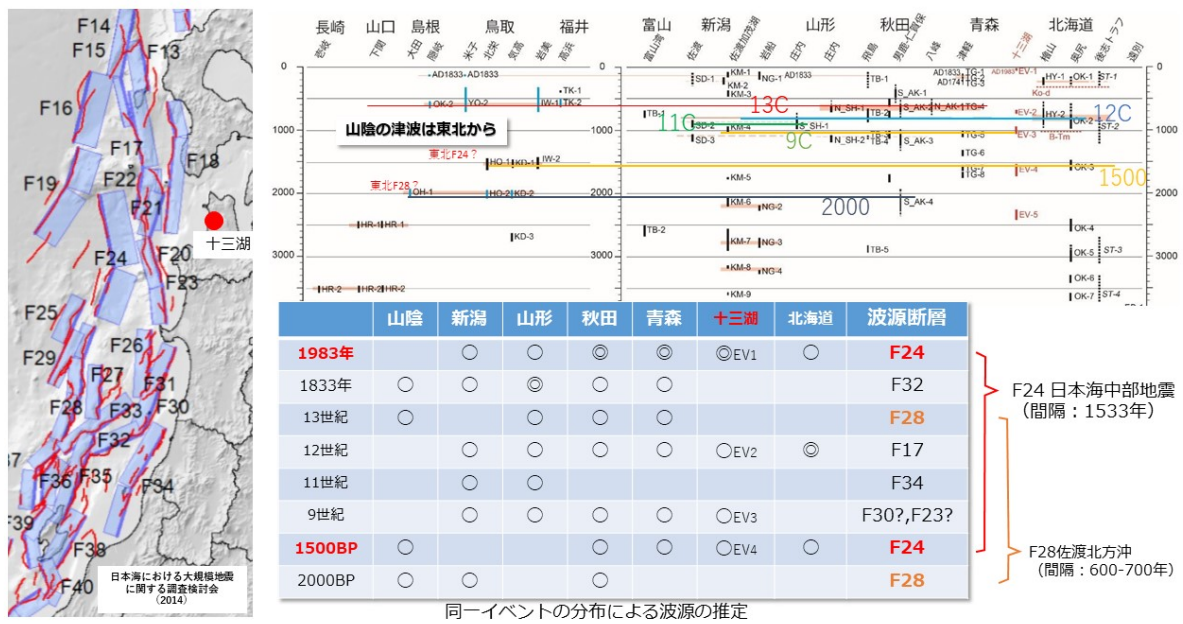


図 8 北東北沖と山陰地域に着目した津波波源の推定

(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) 加瀬善洋, 仁科健二, 川上源太郎, 林圭一, 高清水康博, 廣瀬亘, 嵯峨山積, 高橋良, 渡邊達也, 興水健一, 田近淳, 大津直, 卜部厚志, 岡崎紀俊, 深見浩司, 石丸聡：北海道南西部奥尻島で発見された津波堆積物. 地質学雑誌, 122, 587-602, 2016.

3) Kawakami, G., Nishina, K., Kase, Y., Hayashi, K., Tajika, J., Hirose, W., Sagayama, T., Watanabe, T., Ishimaru, S., Koshimizu, K., Takahashi, R., Hirakawa, K.: Stratigraphic records of tsunamis along the Japan Sea, southwest Hokkaido, northern Japan, Island Arc, vol.26, e12197, 2017.

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) 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.

6) Urabe, A., Takashimizu, Y., Kawakami, G., Nishina, K., Kase, Y., and Kataoka, K.: 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.

(f) 成果の論文発表・口頭発表等

1) 学会等における口頭・ポスター発表

発表した成果（発表題目、口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表した場所（学会等名）	発表した時期	国内・外の別
勇払平野から確認された17世紀津波堆積物の堆積学的特徴（ポスター発表）	高清水康博， 西村裕一， 岩城昂平	日本堆積学会2020年オンライン大会、P3	令和2年11月	国内

2) 学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載した論文（発表題目）	発表者氏名	発表した場所（学会誌・雑誌等名）	発表した時期	国内・外の別
Tsunamis caused by offshore active faults and their deposits	Takashimizu, Y., Kawakami, G., and Urabe, A.	Earth-Science Reviews, v. 211, 103380	令和2年12月	国外
長崎県壱岐市芦辺港における完新世の古環境と相対的海水準変動	佐々木聡史， 入月俊明， 卜部厚志， 林 広樹， 瀬戸浩二， 酒井哲弥	Laguna, 27, 1-18	令和2年8月	国内
仙台平野における2011年東北地方太平洋沖地震の津波堆積物および津波前の土壌堆積物中に含まれる珪藻	佐藤善輝， 高清水康博， 卜部厚志	Diatom, 36, 85-91	令和2年12月	国内

(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) 8 ヶ年の成果

#### (a) 業務の成果

本プロジェクトでは、日本海における津波波源断層の分布・断層モデルを明らかにし、この新たな波源断層モデルに基づいて各地域での津波波高や強震動などの予測を行うことを目的としている。一方で、数値計算によって津波波高や浸水分布を明らかにすることができるが、津波リスクという防災の観点からは、各地域での津波の履歴（津波が襲来した年代や襲来した間隔）の把握が重要となってくる。津波履歴の解明は、波源となる断層の活動履歴を直接的に調査する方法もあるが、一般には海域の断層であるため容易ではない。このため、沿岸域に襲来した津波が、陸域あるいは沿岸湖沼に運搬した堆積物（津波堆積物）を認定して、この津波堆積物の年代を明らかにすることで地域ごとの津波の履歴を解明する手法が一般的である。

本プロジェクトにおいても、地域ごとの津波リスクを把握することを目的として津波堆積物による津波履歴の検討を行った。調査は、北海道から九州までの海岸を対象として、海岸に露出する露頭における津波堆積物や津波が襲来しうる地形環境と津波堆積物が地層中に保存される地質環境（沿岸の低湿地、湖沼、内湾など）において実施したボーリングコア試料に挟在する津波堆積物を検討の対象とした。

本プロジェクトに先行した日本海側での堆積物を用いた津波履歴の調査は、青森県十三湖周辺における検討<sup>1)</sup>や秋田沖の日本海盆での津波起源のタービダイト<sup>2)</sup>など数例であり、対象となる年代幅も数千年前まで程度であった。一方、本プロジェクトでは、北海道から九州までの沿岸低地等において網羅的な調査を行い、各地域での約 7,000～8,000 年前までの津波履歴をはじめて明らかにした。

#### (b) 結論ならびに今後の課題

約 7,000～8,000 年前までの地層が検討できた地点での津波堆積物による津波履歴（回数）は、北海道・奥尻島南部：20 回、青森・十三湖：9 回、新潟・佐渡：24 回、新潟・旧岩船潟：9 回、富山湾沿岸：4 回、福井・高浜：3 回、鳥取・北栄：4 回、山口・下関：2 回、長崎・壱岐：2 回である<sup>3),4),5),6)</sup>。新潟県以北から北海道の日本海では、津波波源となる断層が多く分布しているため、津波堆積物の記録数が多くなっている。一方、富山湾、山陰沖や九州沖では、津波波源となる断層が少なく、日本海沿岸域で津波堆積物の記録数が少ない。本プロジェクトによる堆積物による津波履歴の解明は、日本海沿岸域全体でのはじめの統括的な成果である。

今後の課題として、各地域の数千年から約 8,000 年間の津波履歴は明らかとなったが、個々の津波堆積物をもたらした波源断層を明らかにしていく必要がある。このためには、各波源断層の数値計算による津波波高分布や内陸側への浸水の程度を把握したうえで、同時性の高い津波堆積物の分布から、波源を特定していく作業が必要となる。また、津波堆積物の年代決定精度を向上させ、同時性を検証していくことも課題となる。このような検討を行うことで、波源ごとの断層（津波）の活動履歴を復元することができる。

(c)引用文献

- 1) Minoura, K., and Nakaya, S.: Traces of tsunami preserved in inter-tidal lacustrine and marsh deposits: some examples from Northeast Japan, *Journal of Geology*, 99, 265-287, 1991.
- 2) Nakajima, T., and Kanai, Y.: Sedimentary features of seismoturbidites triggered by 1983 and older historical earthquakes in the eastern margin of the Japan Sea, *Sedimentary Geology*, v.135, p.1-19, 2000.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Urabe, A., Takashimizu, Y., Kawakami, G., Nishina, K., Kase, Y., and Kataoka, K.: 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) Takashimizu, Y., Kawakami, G., and Urabe, A.: Tsunamis caused by offshore active faults and their deposits, *Earth-Science Reviews*, v.211, 103380, 2020.

