

3. 2 津波波源モデル・震源断層モデルの構築

3. 2. 1 歴史地震・古津波調査

3. 2. 1. 1 歴史文書・地震記録の調査

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 か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）
 - 1) 平成 2 5 年度
 - 2) 平成 2 6 年度
 - 3) 平成 2 7 年度
 - 4) 平成 2 8 年度
 - 5) 平成 2 9 年度
 - 6) 平成 3 0 年度
 - 7) 平成 3 1 年度
 - 8) 平成 3 2 年度
- (e) 平成 2 7 年度業務目的

(2) 平成 2 7 年度の成果

- (a) 業務の要約
- (b) 業務の成果
 - 1) 20 世紀に日本海で発生した地震の地震学的解析
 - 2) 山陰沖で過去に発生した地震の地震・津波に関する史資料の収集
 - 3) 1741 年寛保渡島大島津波に関する史料の校訂作業ならびに史料分析
- (c) 結論ならびに今後の課題
- (d) 引用文献
- (e) 成果の論文発表・口頭発表等
- (f) 特許出願、ソフトウェア開発、仕様・標準等の策定

(3) 平成 2 8 年度業務計画案

(1) 業務の内容

(a) 業務題目

2.1.1 歴史文書・地震記録の調査

(b) 担当者

所属機関	役職	氏名
東京大学地震研究所	教授	佐竹 健治
	特任研究員	石辺 岳男
	特任研究員	Mohammad Heidarzadeh- Kolaei
	特任研究員	Gusman Aditya Riadi
国立科学博物館	特任研究員	西山 昭仁
	研究員	室谷 智子

(c) 業務の目的

震源が知られている 20 世紀に発生した大地震（M7 クラス）の地震記録の再解析と、北海道から九州に至る日本海沿岸域での歴史資料の解析を進め、津波波源域の推定に必要な基礎資料を得る。

(d) 8 か年の年次実施計画（過去年度は、実施業務の要約）

1) 平成 25 年度：

地震カタログや地震波形記録から、1964 年新潟地震の本震・余震の震源再決定、1963 年越前岬沖、1964 年男鹿半島沖、1971 年サハリン西方沖、1983 年青森県西方沖の地震の本震・余震の震源再決定や断層パラメータ、すべり分布の推定を行った。1741 年（寛保元年）渡島大島津波について、地震歴史資料のデジタルデータ化を行い、校訂作業のための原本の収集を開始した。「古地震・津波等の史資料データベース（ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究プロジェクト）」で公開されている歴史資料に基づき、1762 年（宝暦 12 年）佐渡地震と 1802 年（享和 2 年）佐渡小木地震について、震度分布と津波被災地の推定を行った。

2) 平成 26 年度：

平成 25 年度に引き続き 20 世紀に発生した 1963 年越前岬沖、1964 年男鹿半島沖、1983 年青森県西方沖の地震に対して、地震波形記録の再解析から断層パラメータ、すべり分布の推定を行った。1964 年男鹿半島沖、1983 年青森県西方沖の地震に対して、津波波形記録の再現を試み、断層パラメータの検証を行った。1741 年（寛保元年）渡島大島津波について、新たに史料を収集し、平成 25 年度に収集した史料については、校訂作業を開始した。

3) 平成 27 年度 :

平成 26 年度に引き続き、20 世紀にサハリン沖・東北沖・北陸沖で発生した地震について、地震記録・津波記録を用いて断層モデルの推定などの地震学的解析を実施した。また、主に山陰・九州地方を中心として、過去に発生した地震の地震・津波に関する史資料の収集や解析を実施した。さらに、平成 25 年度に収集した史料に関して、引き続き校訂作業を実施し、史料分析を行った。

4) 平成 28 年度 :

主に引き続き山陰・九州地方を対象として、地震・津波波形記録の収集と解析、史料の収集・データベース化を行う。

5) 平成 29 年度 :

主に北海道日本海沿岸地域を対象として、地震・津波波形記録の収集と解析、史料の収集・データベース化を行う。

6) 平成 30 年度 :

主に東北地方北部を対象として、地震・津波波形記録の収集と解析、史料の収集・データベース化を行う。

7) 平成 31 年度 :

主に引き続き東北地方北部を対象として、地震・津波波形記録の収集と解析、史料の収集・データベース化を行う。

8) 平成 32 年度 :

20 世紀以降に発生した地震については、断層パラメータを整理し、それらの関係（相似則）を求める。それ以前の古地震については、史料データベースを構築し、公開する。

(e) 平成 27 年度業務目的

平成 26 年度に引き続き、20 世紀にサハリン沖・東北沖・北陸沖で発生した地震について、地震記録・津波記録を用いて断層モデルの推定などの地震学的解析を実施する。また、主に山陰・九州地方を中心として、過去に発生した地震の地震・津波に関する史資料の収集や解析を実施する。さらに、平成 25 年度に収集した史料について、引き続き校訂作業を実施する。

(2) 平成 27 年度の成果

(a) 業務の要約

1) 平成 26 年度に引き続き、20 世紀にサハリン沖・東北沖・北陸沖で発生した地震について、地震記録・津波記録を用いて断層モデルの推定などの地震学的解析を実施した。

2) 山陰沖で過去に発生した地震の地震・津波に関する史資料の収集を行った。

3) 平成 25 年度に収集した 1741 年渡島大島津波に関する史料について、校訂作業を実

施し、その史料分析を行った。

(b) 業務の成果

1) 20 世紀に日本海で発生した地震の地震学的解析

日本海で発生した 1964 年男鹿半島沖 (Mjma 6.9)、1971 年サハリン西方沖 (Mjma 6.9)、1983 年青森県西方沖 (Mjma 7.1) の 3 つの地震に対して、観測された津波波形を再現するため、平成 26 年度に遠地実体波インバージョンによって得られた不均質すべりモデルや、「日本海における大規模地震に関する調査検討会」¹⁾ (以後、日本海検討会もしくは MLIT とする) のすべり量を試行錯誤的に設定した一様すべりモデルなどを用い、津波数値計算を行った (図 1)。津波計算は、日本水路協会の JTOPO30 と M7000 シリーズの海底地形データから作成した 5 秒 (150 m) メッシュのグリッドデータを用い、Okada (1985)²⁾、Tanioka and Satake (1996)³⁾によって計算した海底地殻変動を初期条件として、分散・非分散を考慮した非線形長波式の大規模並列計算コード JAGURS⁴⁾を用いた。その結果、不均質すべりモデルに対して、分散・非分散による津波計算波形に大きな違いは見られず、また、不均質すべりモデルとその平均すべり量を与えた一様すべりモデルから計算した津波計算波形にも大きな違いは見られなかった。これらの断層モデルと日本海検討会モデルのすべり量修正モデルの妥当性を定量的に検証するため、Aida(1978)⁵⁾の評価方法にならない、観測点 i ごとの第一波と第二波の観測波形と計算波形の振幅比 $K(i) = \text{Obs}(i)/\text{Cal}(i)$ の幾何平均 K と、そのばらつきを示す対数標準偏差 κ を用い、観測波形と計算波形の比較を行った。 K と κ の比較が可能な一様すべりモデルに対しては、平成 26 年度に設定したすべり量が $K=1.0$ に近づくよう、すべり量を再検討した。以下、各地震についての結果をまとめる。

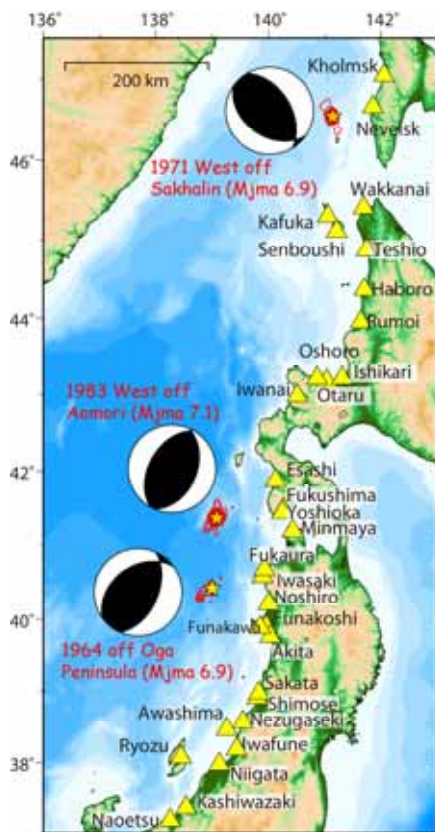


図 1 解析した日本海で発生した M7 クラスの地震。黄色☆と△は震央と検潮所を示す。遠地波形インバージョンで得られたすべり分布(赤線コンター)とメカニズム解も示す。コンター間隔は 0.1 m。

a) 1964 年男鹿半島沖の地震 (Mjma 6.9)

遠地実体波インバージョンモデル (分散・非分散)、インバージョンモデルの断層パラメータで一様すべりとしたモデル、すべり量の補正を行った日本海検討会モデルなどを含む 6 つのモデル (表 1・図 2) に対して津波数値計算を行い、 K と κ の比較を行った。遠地実体波インバージョンで求めた不均質断層モデル (断層サイズ: $50 \text{ km} \times 40 \text{ km}$ 、 $M_0 = 1.5 \times 10^{19} \text{ Nm}$ 、最大すべり量: 1.4 m 、平均すべり量: 0.2 m) に対して分散項を考慮した場合 (図 3 の紫色) と考慮しなかった場合 (図 3 のオレンジ色) の津波計算波形は、ほぼ同じであった。インバージョンモデルの平均すべり量を与えた一様すべりモデルでも、計算波形はほぼ同じであったため、すべり量の補正值となる K が 1.0 に近づくようにすべり量 (0.44 m) を与えたものを Model 1 (図 3 の水色)、断層位置を西側に設定し、2 枚の矩形断層としたものを Model 2 (図 3 の青色)、日本海検討会の F24S 断層を Model 3 (図 3 の赤色)、F25 断層を Model 4 (図 3 の緑色) とした。平成 26 年に公表された日本海検討会モデルのすべり量は、F24S 断層は 6 m 、F25 断層は 3 m であり、これらから計算された津波波形の振幅は、観測波形と比べてかなり大きく、インバージョンモデルで推定された平均すべり量と比べても大きいため、本地震の検討用にすべり量の値は小さくした。各モデルのパラメータと K 、 κ の値を表 1 と図 4 に示す。ただし、Model 3 と Model 4 は、計算波形の初動が観測波形とは反転している観測点があったため、 K と κ の検証は行わなかった。

比較の結果、Model 1 によって計算された津波波形のばらつきが最も小さく ($\kappa = 1.71$)、与えたすべり量も最もよく観測波形の振幅を再現した ($K = 1.00$)。

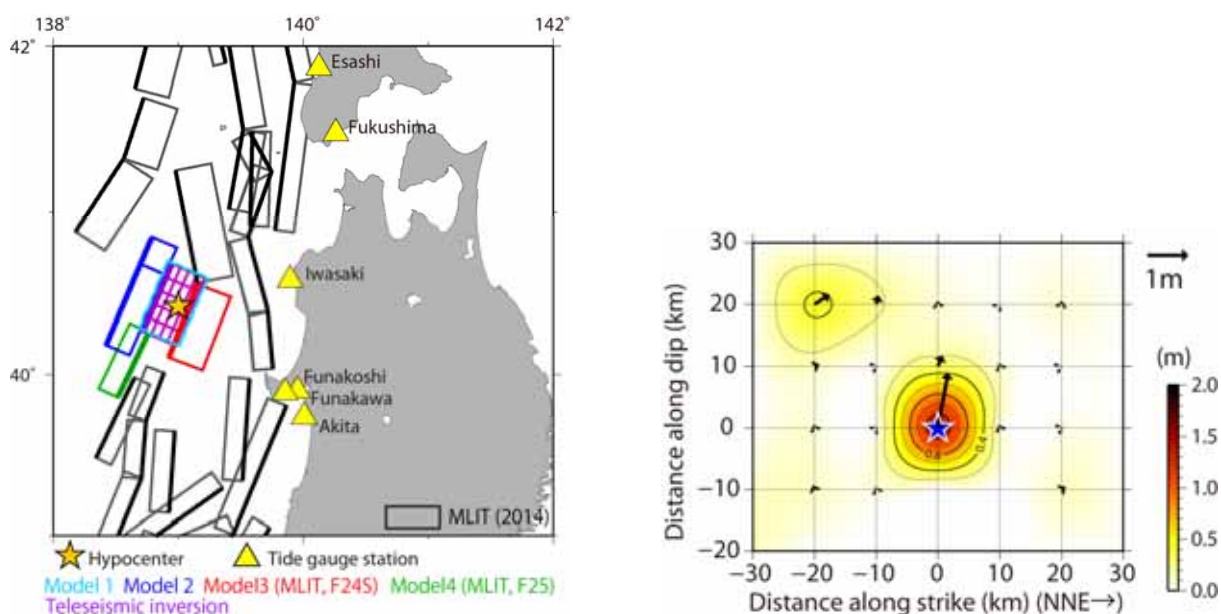


図 2 (左) 津波数値計算を行った断層モデルと震源域周辺の断層モデル(MLIT)と (右) 遠地実体波インバージョンによって得られた不均質すべり分布

表 1 津波数値計算を行った各断層モデルのパラメータ

モデル	断層サイズ (km × km)	str. (°)	dip (°)	rake (°)	slip (m)	K	κ	分散項
不均質	50 × 40	24	53	71	(ave 0.2)	2.35	2.12	分散
不均質	50 × 40	24	53	71	(ave 0.2)	2.34	2.28	非分散
Model 1	50 × 40	24	53	71	0.44	1.00	1.71	非分散
Model 2	20 × 30 (N) 60 × 30 (S)	24	53	71	0.6 (N) 0.3 (S)	1.01	1.72	非分散
Model 3 (MLIT:F24S)	54 × 28	21	30	74	0.5 (MLIT:6m)	—	—	非分散
Model 4 (MLIT:F25)	50 × 20	205	45	116	0.5 (MLIT:3m)	—	—	非分散

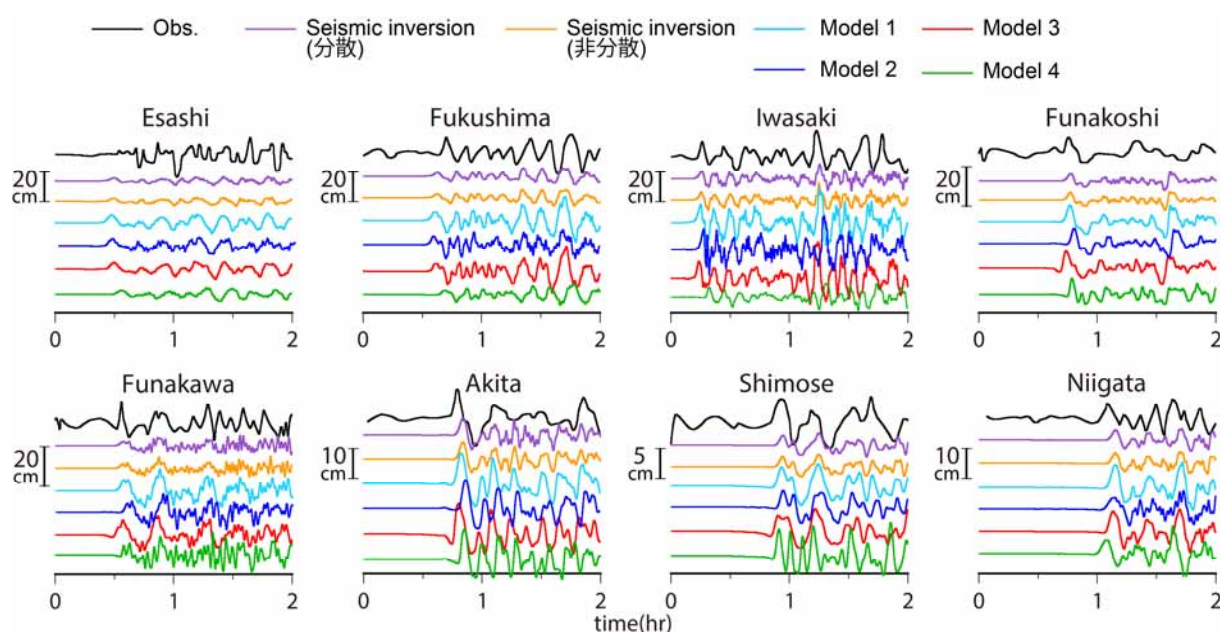


図 3 津波観測波形と各断層モデルから計算した津波波形の比較

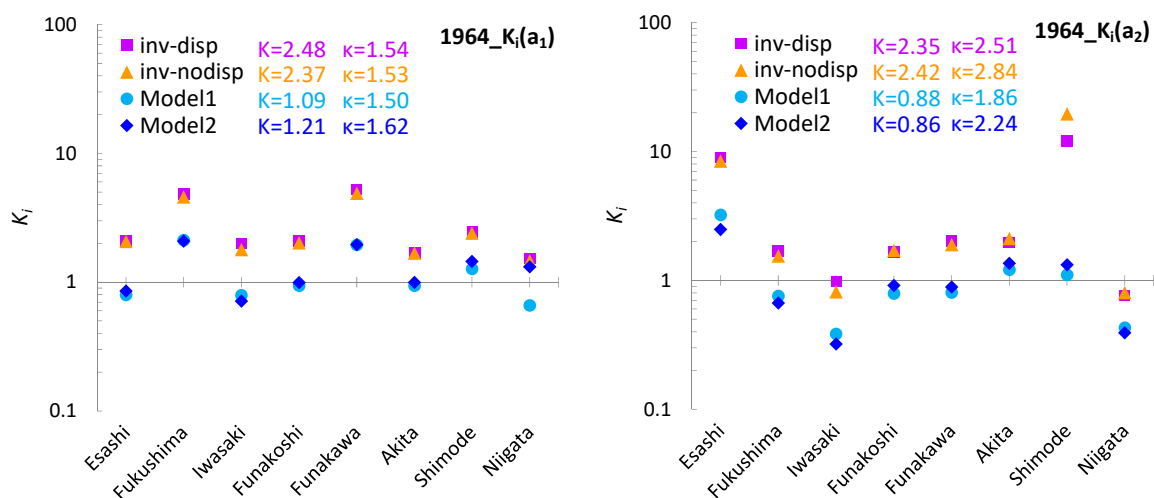


図 4 第一波（左）と第二波（右）の K と κ の比較

b) 1971 年サハリン西方沖の地震 (Mjma 6.9)

遠地実体波インバージョンモデル (分散・非分散)、インバージョンモデルの断層パラメータで一様すべりとしたモデル、走向を変えたモデルなど 5 つのモデル (表 2・図 5) に対して津波数値計算を行い、 K と κ の比較を行った。遠地実体波インバージョンによって得られた不均質断層モデル (断層サイズ: $50 \text{ km} \times 30 \text{ km}$ 、 $M_0 = 1.3 \times 10^{19} \text{ Nm}$ 、最大すべり量: 1.2 m 、平均すべり量: 0.2 m) に対して分散項を考慮した場合 (図 6 の紫色) と考慮しなかった場合 (図 6 のオレンジ色) の津波計算波形は、ほぼ同じであった。インバージョンモデルの平均すべり量を与えた一様すべりモデルでも、計算波形はほぼ同じであったため、すべり量の補正值となる K が 1.0 に近づくようにすべり量 (0.68 m) を与えたものを Model 1 (図 6 の水色)、走向を変えた 1 枚の矩形モデルを Model 2 (図 6 の赤色)、走向を変えた 2 枚の矩形モデルを Model 3 (図 6 の緑色) とした。各モデルのパラメータと K 、 κ の値を表 2 と図 7 に示す。ただし、Model 2 と Model 3 は、第二波の観測波形と計算波形の比較ができなかったため、 K と κ の検証は行わなかった。

比較の結果、遠地実体波インバージョンで求めた不均質断層モデル (非分散) が相対的には、ばらつきが小さかったが ($\kappa=2.42$)、計算波形の振幅はかなり小さく ($K=2.41$)、与えたすべり量が小さすぎることを示している。Model 1 の場合、 $K=1.02$ と観測波形の振幅はよく再現したが、ばらつきは大きかった ($\kappa=2.79$)。第一波のみを対象とした場合は、地震波インバージョンモデル (走向 329°) から走向 40° 、 24° と変更した 1 枚矩形断層、2 枚矩形断層のばらつきが最も小さかったが ($\kappa=2.18$)、全体として κ の値はかなり大きいいため、さらに検討する必要がある。

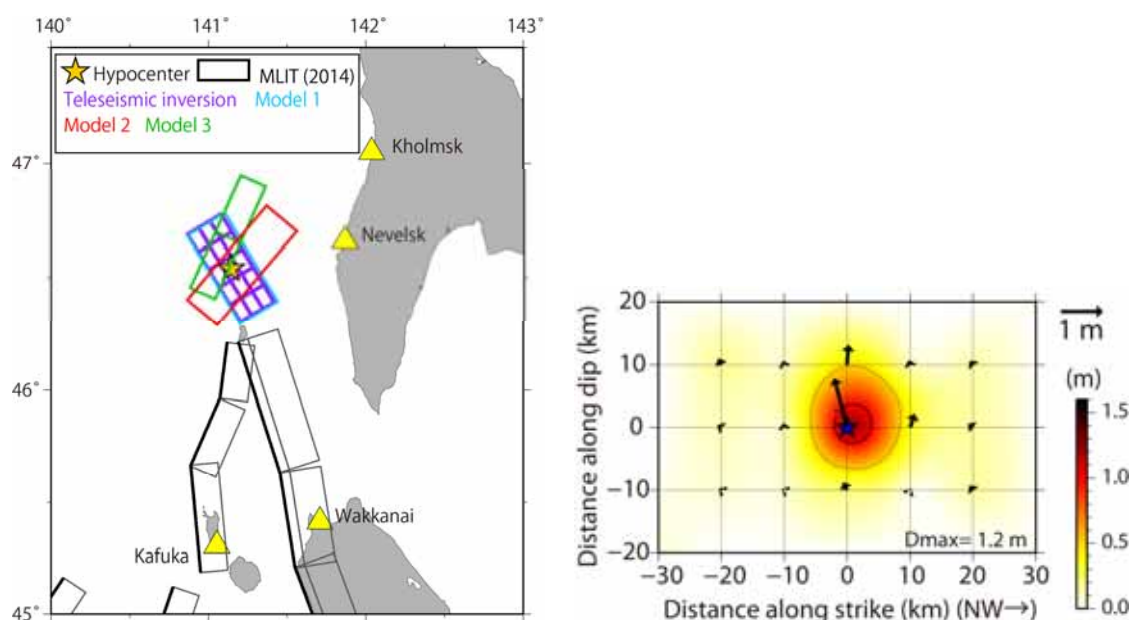


図 5 (左) 津波数値計算を行った断層モデルと震源域周辺の断層モデル(MLIT)と (右) 遠地実体波インバージョンによって得られた不均質すべり分布

表 2 津波数値計算を行った各断層モデルのパラメータ

モデル	断層サイズ (km × km)	str. (°)	dip (°)	rake (°)	slip (m)	K	κ	分散項
不均質	50 × 30	329	51	106	(ave 0.2)	2.50	2.55	分散
不均質	50 × 30	329	51	106	(ave 0.2)	2.41	2.42	非分散
Model 1	50 × 30	329	51	106	0.68	1.02	2.79	非分散
Model 2	60 × 30	40	50	90	0.8	(1.06)	(2.18)	非分散
Model 3	30 × 20 (N) 30 × 20 (S)	24	49	107	0.3(N) 1.7(S)	(0.97)	(2.18)	非分散

※Model2 と Model3 の K と κ は第一波のみの比較の値

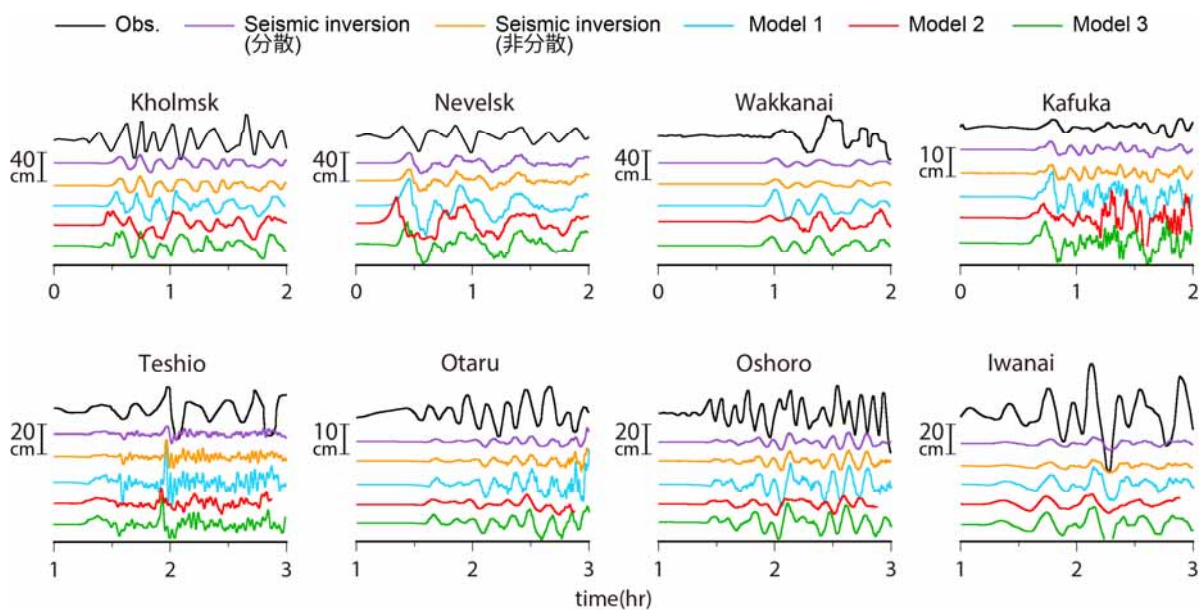


図 6 津波観測波形と各断層モデルから計算した津波波形の比較

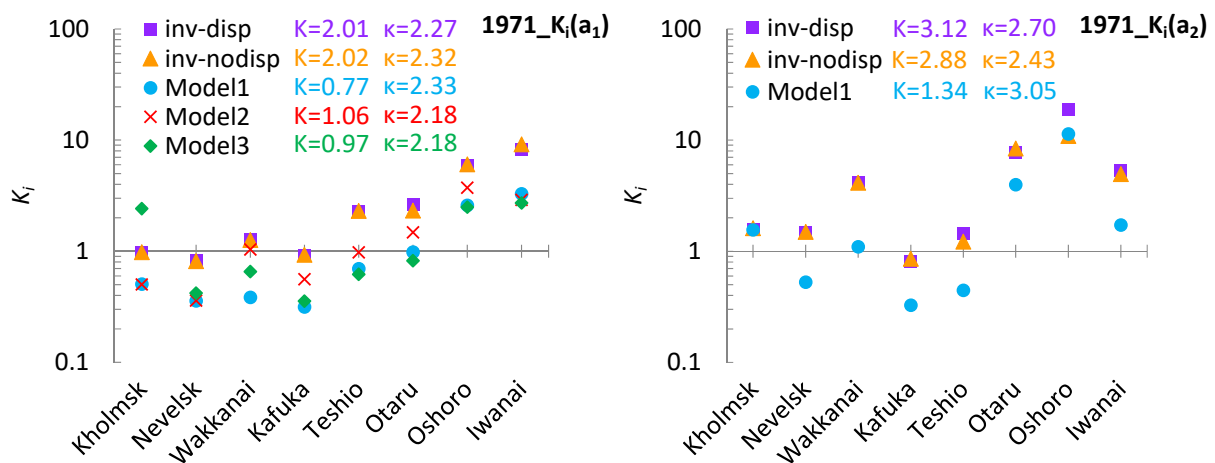


図 7 第一波（左）と第二波（右）の K と κ の比較

c) 1983 年青森県西方沖の地震 (Mjma 7.1)

遠地実体波インバージョンモデル (分散・非分散)、インバージョンモデルの断層パラメータで一様すべりとしたモデル、すべり量の補正を行った日本海検討会モデルなどを含む 6 つのモデル (表 3・図 8) に対して津波数値計算を行い、 K と κ の比較を行った。遠地実体波インバージョンで求めた不均質断層モデル (断層サイズ: $50 \text{ km} \times 30 \text{ km}$ 、 $M_0 = 3.1 \times 10^{19} \text{ Nm}$ 、最大すべり量: 2.2 m 、平均すべり量: 0.5 m) に対して分散項を考慮した場合 (図 9 の紫色) と考慮しなかった場合 (図 9 のオレンジ色) の津波計算波形は、ほぼ同じであった。インバージョンモデルの平均すべり量を与えた一様すべりモデルでも計算波形は、ほぼ同じであったため、すべり量の補正值となる K が 1.0 に近づくようにすべり量 (0.73 m) を与えたものを Model 1 (図 9 の水色)、日本海検討会の F17S 断層を Model 2 (図 9 の青色)、F19N 断層を Model 3 (図 9 の赤色)、F24N 断層を Model 4 (図 9 の緑色) とした。平成 26 年に公表された日本海検討会モデルのすべり量は 6 m と大きいため、本地震の検討用にすべり量は小さくした。各モデルのパラメータと K 、 κ の値を表 3 と図 10 に示す。ただし、Model 3 と Model 4 は、計算波形の初動が観測波形とは反転している観測点があったため、 K と κ の検証は行わなかった。

比較の結果、遠地実体波インバージョンで求めた不均質断層モデル (分散) が、相対的にはばらつきが小さかったが ($\kappa=1.64$)、計算波形の振幅は小さかった ($K=1.33$)。Model 1 の場合、 $K=0.99$ と観測波形の振幅をよく再現した。ばらつきは $\kappa=1.85$ と不均質モデルより大きかったが、Model 1 と不均質モデルの差はそれほどないと思われる。Model 2 は陸に近い断層のため、Model 1 に比べて走時がずれる観測点が多く、 $K=1.0$ となるようにすべり量を調整すると、初動が観測波形と反転する観測点があったため、補正は行わなかった。

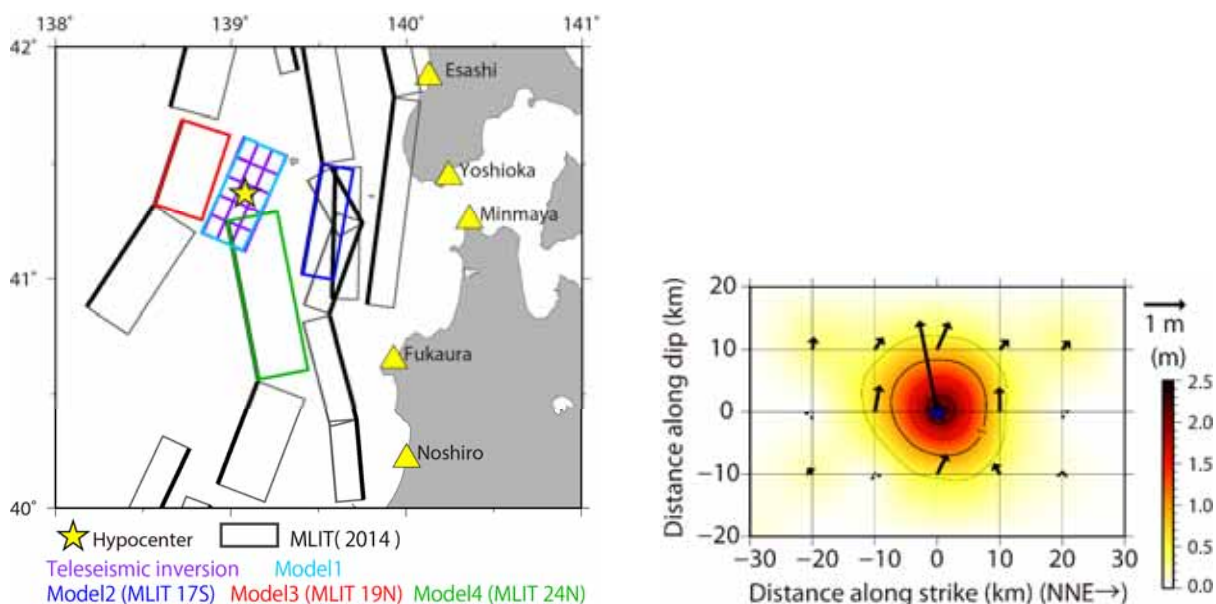


図 8 (左) 津波数値計算を行った断層モデルと震源域周辺の断層モデル(MLIT)と (右) 遠地実体波インバージョンによって得られた不均質すべり分布

表 3 津波数値計算を行った各断層モデルのパラメータ

モデル	断層サイズ (km × km)	str. (°)	dip (°)	rake (°)	slip (m)	K	κ	分散項
不均質	50 × 30	23	43	85	(ave 0.5)	1.33	1.64	分散
不均質	50 × 30	23	43	85	(ave 0.5)	1.23	1.66	非分散
Model 1	50 × 30	23	43	85	0.73	0.99	1.85	非分散
Model 2 (MLIT:F17S)	54 × 22	10	45	106	0.5 (MLIT:6m)	1.98	1.90	非分散
Model 3 (MLIT:F19N)	43 × 27	18	30	97	0.5 (MLIT:6m)	—	—	非分散
Model 4 (MLIT:F24N)	78 × 28	349	30	80	0.5 (MLIT:6m)	—	—	非分散

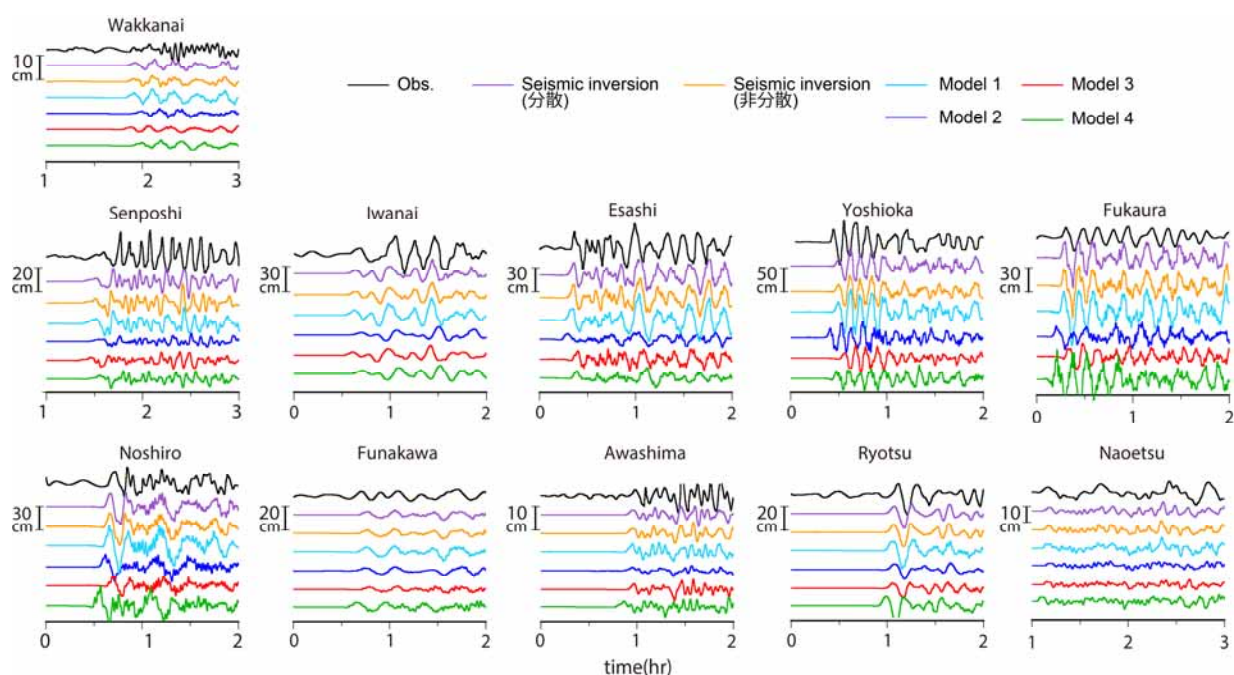


図 9 津波観測波形と各断層モデルから計算した津波波形の比較

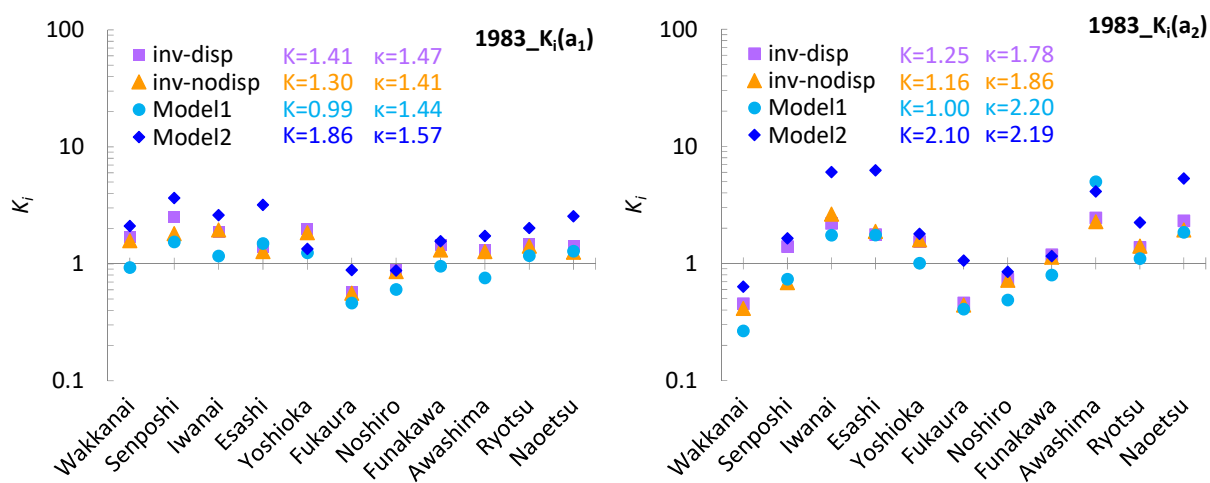


図 10 第一波（左）と第二波（右）の K と κ の比較

2) 山陰沖で過去に発生した地震の地震・津波に関する史資料の収集

1940年8月14日0時37分、隠岐島近海を震源とするマグニチュード6.6の地震が発生し、鳥取県境港で最大震度4、中国地方の広範囲で震度3や震度2を観測した。今年度は、この地震の震源に近い気象庁観測点での地震波形記録の調査と収集を行った(表4)。調査した観測点は、広島、松山、下関、宇和島、豊岡、浜田の6点で、そのうち波形記録が残されていたのは、広島と宇和島、豊岡の3点のみであった。図11に、収集した波形を示す。広島と豊岡では **Wiechert** 地震計、宇和島は簡単微動計による水平動の記録が残されていたが、上下動の記録は残っていなかった。松山、浜田に関しては、1940年から数年間の記録自体が保存されていなかった。戦争あるいは何らかの理由で、記録が残らなかった可能性がある。収集した記録は、tiff形式の画像ファイルとして保存した。

表4 1940年隠岐島近海の地震の波形記録を調査した観測点

観測点	記録の有無	観測点	記録の有無
広島	NS, EW	宇和島	NS, EW
松山	×	豊岡	NS, EW
下関	×	浜田	×

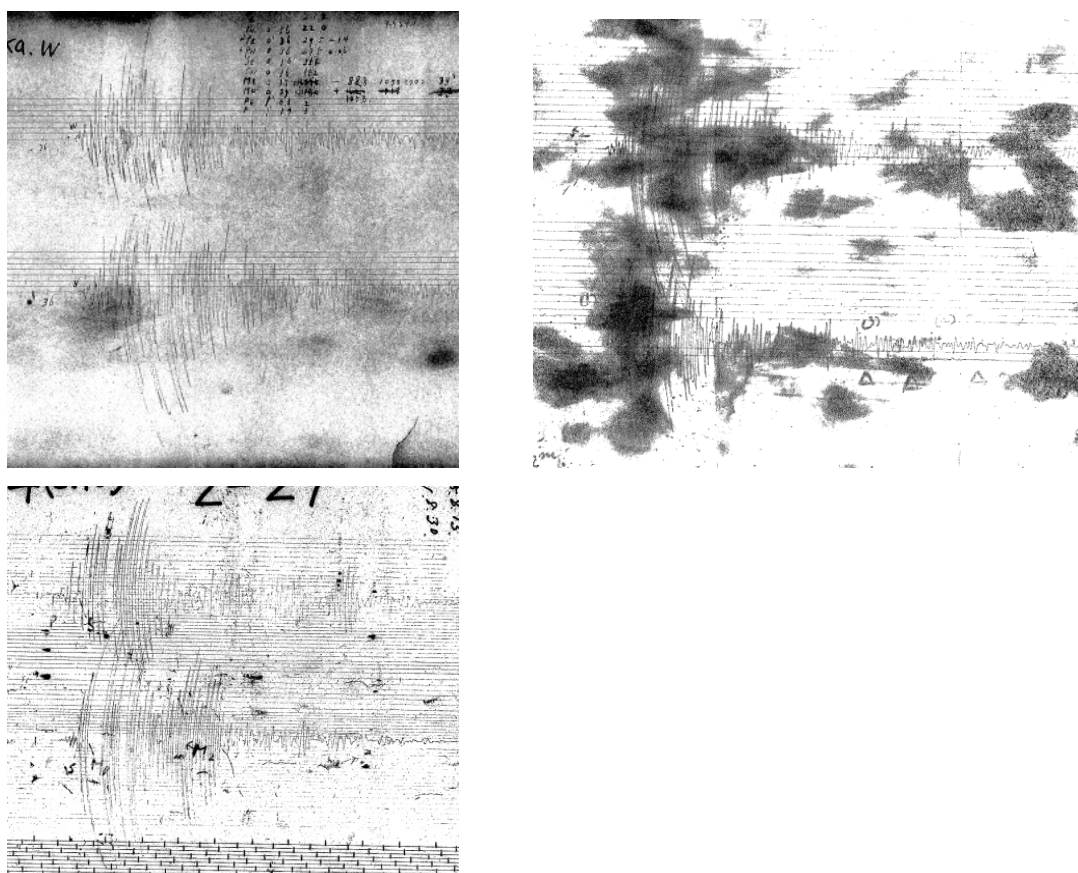


図11 (左上) 豊岡、(右上) 広島、(下) 宇和島の地震波形記録

3) 1741 年寛保渡島大島津波に関する史料の校訂作業ならびに史料分析

a) 1741 年渡島大島津波に関する史料の校訂作業

近代的な機器観測による記録がない歴史時代の被害地震について、被害分布や地震像などを検討するためには、史料の収集ならびにその記述内容の分析が必要である。地震史料の調査・収集は 20 世紀初頭から開始されており、これまでに刊行された地震史料集は全 35 冊（約 28,000 頁）に及ぶ。しかしながら、これらの既刊地震史料集には、「史料」以外にも様々な種類の「資料」が収められており、自治体史や報告書の叙述からの抜粋記述なども含まれ、玉石混淆の状態にある。そのため、歴史的に信頼性の高い史料のみを選択し、原典に遡って修正や補足を行う校訂作業を実施する必要がある。そこで本年度は、平成 25 年度に収集した、1741 年寛保渡島大島津波（以下、寛保津波と略記）に関する史料の校訂作業を実施した。なおテキストデータ化の書式は、既存の「古代・中世地震・噴火史料データベース」⁶⁾や「ひずみ集中帯プロジェクト古地震・津波等の史資料データベース」⁷⁾と同様に、史料本文のテキストには XML 言語を使用している。既刊地震史料集に所収されている史料をテキスト化・XML 化し、その史料データについて紙面上で校訂作業を実施した（図 12）。

b) 1741 年渡島大島津波に関する史料の分析

i) 『弘前藩庁日記 国日記』の内容

本年度は、寛保津波に関する重要な史料である『弘前藩庁日記』について史料分析を行った。北海道南西沖に位置する渡島大島は、寛保元年七月八日（以後、漢数字は旧暦を表す）頃から火山活動が活発になり、同月十五日頃より火山灰を降らせた。同十九日明け方に活動は最大規模に達し、島の北側の山体崩壊に伴い津波が発生した。歴史記録と現地調査によって各地の津波の高さが推定されており、文献記録に基づく最大の津波の高さは松前町江良における 15 メートル、伝承に基づく最大値は松前・上ノ国町境付近の願掛沢における 34 メートルとされている。被害範囲については、松前・福島（ともに現北海道松前郡）以外にも、津軽の西海岸、油川など陸奥湾内部（ともに現青森県）、遠方では能登（現石川県）・佐渡（現新潟県）・韓国沿岸部などに及んでいる。最近の海底調査によると、山体崩壊で形成された馬蹄型カルデラ地形は島から 5 キロ程度まで伸び、海底も含めた山体崩壊の体積は 2.5 立方キロと推定されている。海底まで含めた山体崩壊による津波のシミュレーション結果は、渡島半島・津軽半島・西日本・韓国東海岸の津波の高さを再現することから、津波の原因は海底まで及んだ山体崩壊であることが明らかにされている^{8) 9)}。

『弘前藩庁日記』は、弘前藩庁における寛文元年（1661）より慶応四年（1868）に至る約 200 年間の記録であり、原題は「日記」とある。なお、これまでの史料中や研究書において様々な呼称（「御日記」「藩庁日記」「津軽日記」「津軽藩日記」「藩日記」など）で引用されてきたが、ここでは混乱を避けるため『弘前藩庁日記』で統一する。『弘前藩庁日記』には弘前城内で記録された「国日記」と、江戸上屋敷内で記録された「江戸日記」の 2 種類があり、ここで分析対象としたのは「国日記」である。なお、『弘前藩庁日記 国日記』をはじめとする 1741 年渡島大島津波に関する文献史料の分析については、白石（2013）¹⁰⁾の成果に依拠している。

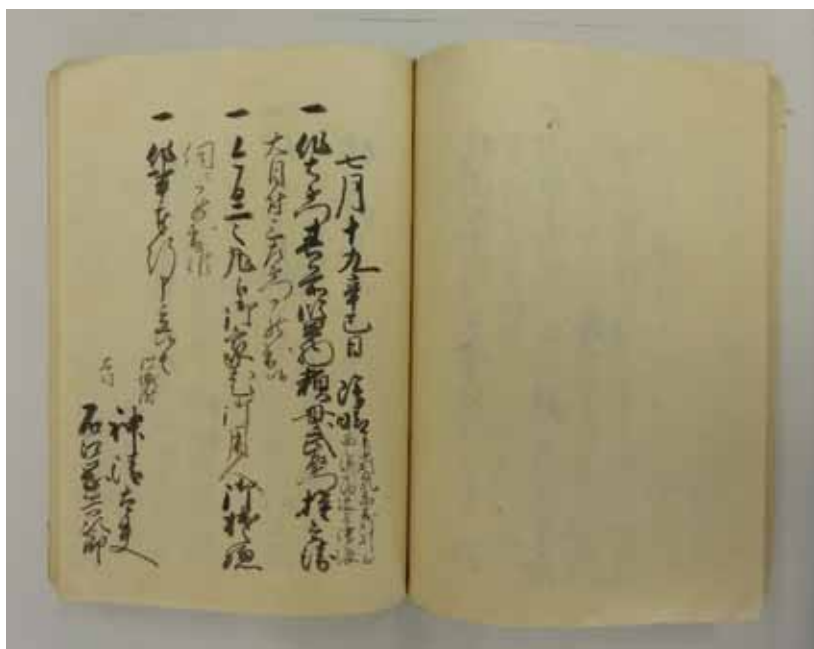


図 13 『弘前藩庁日記 国日記』原本（寛保元年七月十九日条、弘前市立弘前図書館蔵津軽家文書）

『弘前藩庁日記 国日記』寛保元年七月十日条には「卯ノ刻過地震」との記録があり、この地震は渡島大島の火山活動に伴うものと推定できる。その後、同年七月十九日の津波発生当日の天気付けに「西之浜小泊辺迄津浪」とあり、津軽領内西海岸の小泊（現青森県北津軽郡中泊町小泊・小泊袋内）辺りまで津波があったと記されている（図 13）。翌日二十日には津軽領内西海岸での被害について届け出があり、内容は次のようである。

金井ヶ沢湊（同西津軽郡深浦町北金ヶ沢）の目付であった長谷川理助の申出によると、十八日夜（十九日早朝）の津波によって湊番所が潰れており、これは弘前藩の勘定奉行や作事奉行へも通達されている。また、赤石組の代官からの申出によると、晴山村・田野沢村・嶋村・鴨村・金井ヶ沢村・関村・柳田村・赤石村など 9ヶ村（図 14 参照、小泊の被害が書き上げられていないのは、小泊が金木組の所轄のため）で十八日夜（十九日早朝）の津波で家々が 50～60 軒潰れ、人馬に被害があった。金井ヶ沢湊の番所も潰れ、船舶の被害もあった。同様に金木組代官からも被害の申出があり、村中で 50～60 軒の民家が潰れ、人馬の怪我も多く、船舶被害・塩釜の破損などや田方の被害もあった（図 15）。鰯ヶ沢町奉行からは御船蔵の痛損も申請されており、民家の被害だけでなく堅固であった藩庁の役所などの建物が破壊に至っていることから、赤石組・金木組の西海岸で被害が大きかったという状況が窺える。

翌二十一日条には「右一卷重而江戸江申上候筈、江戸番江申付之」とあり、江戸への報告が申付けられた様子が読み取れる。弘前藩ではこの段階ではまだ松前の状況を把握しておらず、津軽領内の被害記録が中心である。二十二日条には小泊の制札場を立て直した記録があり、これは津波による破損後の修復と考えられる。

同二十二日条には、後潟（うしろがた）組からの報告として、^{（三 厩）}「後潟組三馬屋村領中浜ニ而家式軒当月十九日之大浪ニ而押潰申候、人馬怪我無之其外諸材木者磯岸拼置申候分者浪

押流申候」とある。民家 2 軒程度が流失し、人馬に怪我はなかったが、磯岸に並べて置いた材木が流失した。深浦町奉行からの申し立てによると、深浦湊（同深浦町深浦）に潤懸り（まがかり）していた船が 50～60 艘あり、急に沖合から津波が押し寄せて引き波も強かったために、それらの船舶が危険であるように見え騒動になった。結局、船舶の被害は修復可能な程度で済み騒動も収まったが、船舶の仕事に従事している者たちは「右浪急ニ沖合より打込候義津浪と申ニ御座候」と、風もないのに急に沖合から寄せてくる波を「津浪」と風説した。

また、同二十三日条によれば、大間越支配の森山村湊（同深浦町森山）で十九日の津波によって越後の船が破船し、船頭・水主（かこ）あわせて 3 人遭難の情報が寄せられた。



図 14 津軽半島の被害地点 1



図 15 津軽半島の被害地点 2

同二十四日条には先の長谷川理助が「津浪ニ而御番所御用物并諸道具共ニ流捨上下共助リ山江引取罷有候」と遭難の様子を報告しており、津波によって番所の用物や諸道具が流されたが、人的被害はなく山へ逃れ助かったようである。また、赤石組代官から金井ヶ沢村の茂右衛門の子万太郎が流死したことが報告され、赤石組の村々で13人が死亡したが、万太郎の遺体だけが打ち上がり、残りの人々の遺体はまだ上がっていないという。さらに、同日条には今別町年寄の小鹿喜右衛門からの報告として、松前の被害が記録されている。松前城下の枝ヶ崎町から下町は残らず流失し、船は海上のものも繫留しているものも夥しく潰れ、人は陸上で30人、船上で10人が死亡した。

二十日の夜に、餌差町（現北海道檜山郡江差町）から松前城下へ飛脚が到着して伝達した内容は次のようである。江差の多くが流失し被害者も多いが、人数が何人かまでは把握できていない状況であった。当時、湊には船が120艘泊まっており、105艘は潰れ15艘は残ったが、乗船していた者が200人余り犠牲になった。熊石辺りの小さな村々は残らず流失し、残ったのは20軒の家屋と30人のみであった。その他に死者は900人余りであった。

松前城下では、下は吉岡まで上は江差までの状況がわかっており、それより下の尻内・亀田・箱館などの被害状況はまだわからない状態であった。この段階でおおよその死亡者数は4,000人ほどとされたようである。なお、『弘前藩庁日記 国日記』の八月一日条には弘前藩領内の被害が書き上げられている（表5）。

表5 津軽領における寛保津波の被害一覧

		流死		斃死		潰家	痛家	田方				畑方				船					波除	橋	御番所	塩釜
		男	女	駒	牛			町	反	畝	歩	町	反	畝	歩	地船	松前	旅船	漁船	丸木船				
1	鯉ヶ沢	1					4									13	3				2	1		
2	小泊	10			2	43			5	5	27			9		44		7						12
3	赤石村							1																
4	柳田村								3	9														
5	関村			1		8	20	2				5							8					
6	嶋村					4	11											2						
7	金井ヶ沢村	3	1	1		25	15	2				1						34						
8	鴨村	2	1	1		21	2											20						
9	田野沢村	1	2			5			2										1					1
10	晴山村																							1
11	轟木村						2		4										8					1
12	追良瀬村							2											6					2
13	広戸村					3	2		6										2					2
14	横磯村		3	1		1													2					
15	風合瀬村																		5					
16	三厩村領中浜					2																		
17	深浦村																	6						
18	森山村湊	1																1						
19	金井ヶ沢湊	8														1		4						1
(合計)*		26	7	4	2	112	56	9	1	4	27	1	5	9	-	58	3	12	70	24	2	1	1	19
		33				(約9.1ha)						(約1.6ha)				167								
寄		26	7	4	2	112	56	9	1	4	27	1	5	9	-	173					3	-	1	19
		33																						

*「寄」と実数が異なる部分があるため、計算上の数値を示した

* 「寄」と実数が異なる部分があったため、計算上の数値を示した。

表 6 松前領における寛保津波の死者数

	地名	現地名	人数
1	城下	松前郡松前町松前	30+50~60
2	松前	松前郡松前町松前	30
3	あまたれ石	松前郡松前町字静浦	18~19
4	茂草	松前郡松前町字茂草	60
5	いよ部	松前郡松前町字清部・字小浜・字高野	130
6	ゑら町	松前郡松前町字江良・字高野・字大津・字二越・字白坂	370
7	をこしへ	松前郡松前町字原口	10
8	原口	松前郡松前町字原口・字神山	27
9	ちいさこ	檜山郡上ノ国町字小砂子など	8
10	石崎	檜山郡上ノ国町字石崎・字館野・字早川	70
11	塩吹	檜山郡上ノ国町字汐吹・字扇石	20
12	いのこ	檜山郡上ノ国町字木ノ子・字大安在・字小安在	6
13	原宇田	島牧郡島牧村字原歌町	20
14	江差	檜山郡江差町	7
15	とまい	檜山郡江差町字泊町・字大瀬町	60
16	田澤	檜山郡江差町字田沢町	30
17	ふしきと	檜山郡江差町字伏木戸町	17
18	をとへ	爾志郡乙部町字滝瀬・字元町・字緑町・字館浦・字姫川・字旭岱	130
19	小茂内	爾志郡乙部町字鳥山・字富岡	8
20	とつふ	爾志郡乙部町字栄浜・字栄野・字元和	15
21	三ツ屋	上磯郡上磯町谷好一—四丁目・字三好・字水無・字桜岱・字添山	40
22	加柱	爾志郡乙部町字潮見・字花磯・字豊浜	217
23	あひ野間	爾志郡熊石町字相沼・字泉岱・字折戸・字館平	150
24	熊石	爾志郡熊石町字鮎川・字雲石・字関内・字平・字豊岩・字鳴神・字西浜・字根崎	300

ii) 北海道沿岸での被害

松前領の被害について弘前藩側へ情報が伝わるのは寛保元年の年末になってからであり、「国日記」には熊石をはじめとする地域の人的被害が書き上げられている（表 6）。情報の出所は、「松前屋長兵衛」という人物で、弘前藩の一戸徳右衛門と福士弥内へ宛てた書状として記されている。これは、おそらく蠣崎家宿の主人が直接情報を提供したもので、村ごとの注進書の写しと記されることから、様々な史料の中でも信憑性の高いものと言える。これによれば、松前領での死者は 2,000 人余とされているが、実際に数値を合計すると総計は約 1,800 人であり、『割書状写』でも約 1,800 人と記されている。

宝暦十一年（1761）の『御巡検使応答申合書』には、津波で溺死した人数は自他国男女僧俗あわせて約 1,500 名と記されている。松前領の被害者数は、弘前藩の官選史書にも記されており、『封内事実苑』では「男女六拾人」、『津軽編覧日記』では「四千何百人」とされ、数値が異なっている。

アイヌの被害についてみると、アイヌは漁の時期には海岸部、冬期には山間部と移住していたが、17 世紀には沿岸や河口部にコタンとよばれる集落を作って定住しており、津波による影響は大きかったと考えられる。『蝦夷談筆記』によれば、田沢村から乙部村の辺りには、アイヌと和人が入り混じって居住していたが、宝永七年（1710）には疱瘡が流行し、ほとんどのアイヌは死に絶えたようである。アイヌの人口が減少した後に発生した寛保津波であるが、諸史料には「夷方」の被害は記されていない。また、『松前家記』によると、「海水漲溢」による被害は根部田から熊石に及んでおり、家屋被害 790 戸、大小破船 1,521 艘、溺死 1,467 人とあり、「蝦夷地方」において家や船のほか「民夷」の死亡が甚大であると記されている。しかし、被害人数は記されておらず、松前藩がアイヌの被害調査を行っていない実態を示している。

iii) 青森県沿岸での被害

津軽領で寛保津波の被害を受けたのは、鰺ヶ沢（現青森県西津軽郡鰺ヶ沢町）や小泊をはじめとする津軽西海岸地域であり、赤石組の村々も被害を受けている。津波発生当日は城下にまで詳細な情報が届いておらず、天気付に「陰晴、午ノ中刻過風雨甚則刻止、西之浜小泊辺迄津浪」と記されるのみである。翌日、「国日記」寛保元年七月二十日条には、赤石組の村々で 50～60 軒が押しつぶされ、14～15 人の被害者が出た旨が記録されている。

同七月二十四日条によると、死者数などの被害の状況が各方面から寄せられており、津波発生から約 10 日後、八月一日条には津軽領内の被害一覧が記されており、城下が被災しておらず、全体的に被害が軽微であったことから、津軽領の被害状況把握は迅速に行われたようである。最初の報告と比較すると、人的被害でも 14～15 人程度と考えられていた津軽地域の被害は最終的に 33 人となり、地震動を伴わなかったにもかかわらず、家屋被害が大きいのが特徴的である。

津軽領の被害地で注目すべきは、鰺ヶ沢・小泊・森山村湊・金井ヶ沢湊であり、この 4 地点については死亡者が男性に限られ、他の被災地域と異なる人口構成が考えられる。地船（地元の廻船）や松前船、旅船の被害が記録されているが、漁船・丸木舟の被害は一艘もないことから、湊的性格をそなえた地域が想定できる。逆に、関村・嶋村・金井ヶ沢村・鴨村・田野沢村では男女ともに死亡者があり、田方と漁船の被害がみられる。田方はさほど広い面積ではなく、合計被害面積は 9 ヘクタール程度である。さらに南の方へ向かうと、漁船ではなく丸木船（刳船的要素を有する小船）の被害が目立っている。

(c) 結論ならびに今後の課題

1964 年男鹿半島沖、1971 年サハリン西方沖、1983 年青森県西方沖の地震について、津波数値計算によって観測波形と計算波形の比較を行った。遠地実体波インバージョンによって得られた不均質すべり分布から計算された津波波形は、分散項による影響はほとんどなく、一様すべりを与えたモデルから計算した津波計算波形とも大きな違いは見られなか

った。1964 年男鹿半島沖の地震に関しては、地震波解析から得られた断層パラメータにすべり量 0.44 m を与えた一様すべりモデルが観測波形を良く再現した。1971 年サハリン西方沖の地震に関しては、どのモデルでも振幅のばらつきが大きく、今後検討する必要がある。1983 年青森県西方沖の地震に関しては、地震波解析から得られた断層パラメータにすべり量 0.73 m を与えた一様すべりモデルによって、観測波形を良く再現できた。

1940 年 8 月 14 日隠岐島近海の地震(M6.6)の地震資料の調査を行い、広島・豊岡・宇和島の地震波形記録を収集し、tiff 形式の画像ファイルとして保存した。今後は、他地点での記録の調査・収集と、地震波形を用いたインバージョン解析を行えるかどうか検討する。さらに、山陰・九州地方で発生した他の地震に関する史資料の調査を行う。

1741 年寛保渡島大島津波に関する青森県西岸での津波被害について、同時代史料であり記述内容の信頼性が高い『弘前藩庁日記 国日記』を用いて分析した。これによって寛保津波で被災した青森県西岸域での被害分布や、村々での詳細な被害状況が明らかになった。また、松前領における人的被害についても場所ごとの死者数が明確になった。今後は主に山陰・九州地方を対象として、歴史地震・津波に関する史料の調査や分析を実施し、当該地域での被害状況について検討する予定である。

(d) 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：日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書（平成 26 年 9 月公表），国土交通省・文部科学省・内閣府, 470 ページ, 2014.
- 2) Okada, Y.: Surface deformation due to shear and tensile faults in a half-space, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 75, 1135-1154, 1985.
- 3) Tanioka, T., and Satake, K.: Tsunami generation by horizontal displacement of ocean bottom, *Geophys. Res. Lett.*, 23, 861-864, 1996.
- 4) Baba, T., Takahashi, N., Kaneda, Y., Ando, K., Matsuoka, D., and Kato, T.: Parallel implementation of dispersive tsunami wave modeling with a nesting algorithm for the 2011 Tohoku tsunami, *Pure Appl. Geophys.*, doi:10.1007/s00024-015-1049-2, 2015.
- 5) Aida, I.: Reliability of a tsunami source model derived from fault parameters, *J. Phys. Earth*, 26, 57-73, 1978.
- 6) 石橋克彦, 古代中世地震史料研究会：[古代・中世] 地震・噴火史料データベース [講演要旨] , 歴史地震, Vol.26, pp.86, 2011.
- 7) 佐竹健治, 西山昭仁, 石橋克彦, 小山真人, 早川由紀夫, 榎原雅治, 笹本正治, 高橋昌明, 田良島哲, 藤田明良, 矢田俊文, 原正一郎, 原田和彦, 行谷佑一, 林信太郎, 卜部厚志, 宋倉正展, 都司嘉宣：古地震・津波等の史資料の収集と解析, 「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究プロジェクト」平成 24 年度成果報告書, pp.448-456, 2013.
- 8) Satake, K.: Volcanic origin of the 1741 Oshima-Oshima tsunami in the Japan Sea, *Earth, Planets and Space*, Vol. 59(5), pp. 381-390, 2007.
- 9) 佐竹健治, 白石睦弥：1741 寛保地震・噴火・津波（寛保元年 7 月 19 日）, 日本歴史災害事典, pp.234-235, 2012.

- 10) 白石睦弥：近世日本の領主権力と民衆—弘前藩領の災害対応を中心に—，弘前大学博士論文，2013.

(e) 成果の論文発表・口頭発表等

著者	題名	発表先	発表年月日
室谷智子・佐竹健治・原田智也	日本海で発生した M7 クラスの地震の津波断層パラメータの推定（ポスター発表）	日本地球惑星科学連合 2015 年大会	平成 27 年 5 月 27 日
Murotani, S., K. Satake, and T. Harada,	Tsunami source model of large earthquakes occurred in the Sea of Japan（ポスター発表）	26th IUGG General Assembly, Prague	平成 27 年 6 月 29 日
Satake, K.	Earthquakes and tsunamis in the Sea of Japan – Past history and future assessments（口頭発表）	Tsunami Risk in East Sea, Korea	平成 27 年 9 月 14 日
Murotani, S.	Seismic and tsunami waveforms analysis for large earthquakes occurred in the Sea of Japan（口頭発表）	Tsunami Risk in East Sea, Korea	平成 27 年 9 月 14 日
室谷智子・佐竹健治・原田智也	日本海で発生した M7 クラスの地震の津波波形の再現（ポスター発表）	日本地震学会 2015 年度秋季大会	平成 27 年 10 月 28 日

(f) 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) 平成 28 年度業務計画案

平成 27 年度に地震学的解析を行なった地震の断層パラメータの検証を行う。また、主に山陰・九州地方を中心として、過去に日本海で発生した地震・津波に関する史資料の収集ならびに解析を実施する。