

廃棄物埋設施設における  
許可基準規則への適合性について

第五条 津波による損傷の防止

(1号、2号及び3号廃棄物埋設施設)

2021年6月

日本原燃株式会社

## 目 次

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第五条及びその解釈.....	1
2. 廃棄物埋設施設の安全機能について.....	2
3. 設計対象設備.....	3
4. 許可基準規則への適合のための設計方針.....	3
5. 許可基準規則への適合性説明.....	3
(1) 廃棄物埋設地の立地的特徴.....	3
(2) 津波影響に対する評価フロー.....	6
6. 既往津波に関する検討.....	8
(1) 文献調査.....	8
(2) 既往津波の再現性の確認.....	20
7. 既往知見を踏まえた津波の評価.....	30
(1) 地震に起因する津波の評価.....	30
(2) 地震以外の要因に起因する津波の評価.....	57
(3) まとめ.....	62
8. 廃棄物埋設地の安全性評価.....	63
(1) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルの設定.....	63
(2) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる評価結果.....	68
9. 参考文献.....	70

参考資料1 津波評価について

1. 第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 第五条及びその解釈

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則

(津波による損傷の防止)

第五条 安全機能を有する施設は、その供用中に当該安全機能を有する施設に大きな影響を及ぼすおそれがある津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

第5条(津波による損傷の防止)

- 1 第5条に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがある津波」は、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見等を踏まえ、影響が最も大きいものとする事。
- 2 第5条に規定する「安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない」を満たすために、前項の津波に対する廃棄物埋設施設の設計に当たっては、以下のいずれかの方針によること。
  - 一 安全機能を有する施設は、津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置すること。
  - 二 津波による遡上波が到達する高さにある場合には、遡上波によって安全機能を損なうおそれがないこと。「安全機能を損なうおそれがないこと」とは、遡上波による安全機能への影響を評価し、施設の一部の機能が損なわれることがあっても、廃棄物埋設施設全体として安全性が確保されることをいう。なお、「安全機能を損なうおそれがないこと」には、防潮堤等の津波防護施設及び浸水防止設備を設置して、遡上波の到達又は流入を防止することを含む。
- 3 前項の遡上波の到達防止に当たっては、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条第3項第1号②の方針を準用すること。
- 4 本規定第5条第2項第2号の津波防護施設及び浸水防止設備並びに津波監視設備

第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈

を設置する場合には、実用炉設置許可基準解釈別記3第5条第3項第2号及び第5号から第7号までの方針を準用すること。この場合において、これら規定中「発電所」とあるのは「廃棄物埋設施設」と読み替えるものとする。

2. 廃棄物埋設施設の安全機能について

安全機能については、第二種廃棄物埋設施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下「許可基準規則」という。）第二条第2項第一号に「安全機能」とは、廃棄物埋設施設の安全性を確保するために必要な機能であって、その機能の喪失により公衆又は従事者に放射線障害を及ぼすおそれがあるものをいう。」とある。

したがって、許可基準規則第二条第2項第一号を考慮し、**廃棄物埋設施設（以下「本施設」という。）の安全機能を「放射性物質の漏出を防止する機能（以下「漏出防止機能」という。）、「放射性物質の漏出を低減する機能及び生活環境への移行を抑制する機能（以下「移行抑制機能」という。）及び「遮蔽機能」とする。これらの安全機能を有する施設は、埋設設備（漏出防止機能、移行抑制機能及び遮蔽機能）、排水・監視設備のうちポーラスコンクリート層（漏出防止機能）及び覆土（移行抑制機能及び遮蔽機能）である。**

また、**安全機能を維持すべき期間は、次表に示すとおりである。廃止措置の開始後は、移行抑制機能及び遮蔽機能を期待できるように設計する。**

第1表 安全機能を維持すべき期間

安全機能	廃止措置の開始前	
	放射性廃棄物の受入れの開始から覆土完了*1まで	覆土完了*1から廃止措置の開始まで
漏出防止機能	○	-
移行抑制機能	-	○
遮蔽機能	○	○

○：安全機能を維持する  
 -：考慮しない  
 \*1：覆土完了の時点を埋設の終了とする。

### 3. 設計対象設備

許可基準規則第五条の設計対象は、1号廃棄物埋設施設のうち埋設設備7,8群及び覆土、2号廃棄物埋設施設のうち覆土、3号廃棄物埋設施設のうち埋設設備、ポーラスコンクリート層及び覆土とする。なお、取水設備は設置していないことを踏まえ、津波評価は水位上昇側のみ行う。

### 4. 許可基準規則への適合のための設計方針

本施設は、予想される津波に対し、適切な期間安全上要求される機能を損なわない設計とする。具体的には、敷地及びその周辺地域における過去の記録、現地調査の結果、行政機関等が実施した津波シミュレーションの結果及び最新の科学的・技術的知見を踏まえ、影響が最も大きい津波による遡上波が到達しない十分高い場所に設置し、安全機能を損なわない設計とする。

### 5. 許可基準規則への適合性説明

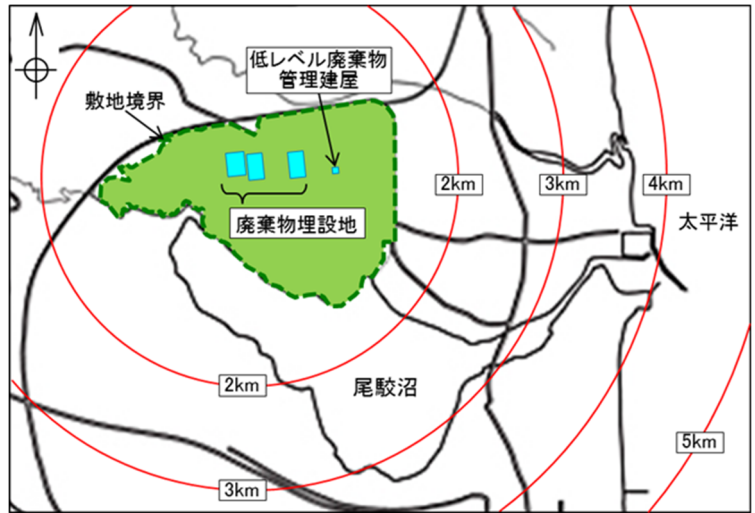
許可基準規則の適合性の説明に当たり、廃棄物埋設地の立地的特徴を踏まえ、既往津波の敷地への到達実績及び既往知見を踏まえた津波の評価結果から、安全機能を有する施設の安全機能に対する津波の影響を評価した。津波の影響評価に当たっては、1号、2号及び3号廃棄物埋設地が標高30m以上の台地上に位置することから、1号、2号及び3号廃棄物埋設地を含めた敷地全体に対する影響を評価した。なお、詳細な検討内容については参考資料1に示す。

#### (1) 廃棄物埋設地の立地的特徴

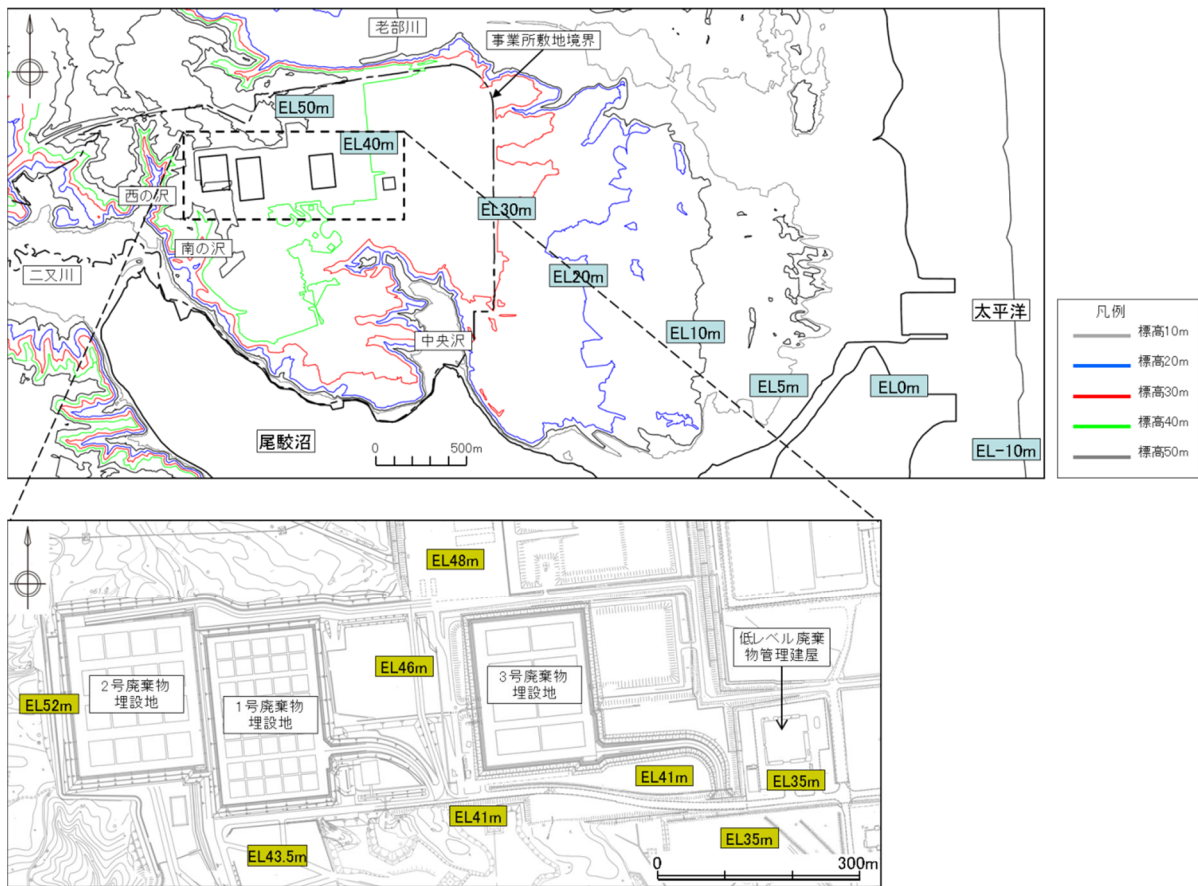
廃棄物埋設地は、海岸線から約3km離れた標高30m以上の台地に設置し、断層のすべり量が既往知見を大きく上回る波源を想定した場合でも、廃棄物埋設地に津波が到達する可能性はない。また、管理建屋は標高35mに設置されていることから、津波に対し考慮の必要のない立地条件にある。なお、埋設施設には取水設備はない。

埋設設備は、標高41m～52mの造成面を掘り下げて設置し、覆土後は造成前の標高へ近づけるものとしている。

廃棄物埋設地の位置を第1図、標高を第2図に示す。



第1図 廃棄物埋設地の位置図



\*1：標高(ELm)は造成面標高を示す。

第2図 廃棄物埋設地付近の標高\*1

## (2) 津波影響に対する評価フロー

津波評価に当たっては、既往津波に関する調査として、文献調査により既往津波の規模観を把握し、敷地に津波が到達した履歴がないことを確認する。次に、既往知見を踏まえた津波の評価として、敷地に影響を与える可能性が最も大きい地震に起因する津波の評価を行い、想定される津波の規模観について把握する。

以上の結果を踏まえて、安全機能を有する施設の安全性評価として、津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを確認する。また、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルについても、津波に対して安全機能が損なわれるおそれがないことを確認する。

なお、評価に当たっては、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」（平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306193 号 原子力規制委員会決定）及び当社再処理施設が検討並びに確認している津波影響評価（「日本原燃株式会社再処理事業所再処理事業変更許可申請書」（令和 2 年 7 月 29 日付け許可 原規規発第 2007292 号））を参考にした。評価フローの詳細については第 3 図に示す。



#### 6. 既往津波に関する検討\*1

文献調査より既往津波の規模観を把握し、  
廃棄物埋設地が位置する敷地に到達した履歴がないこと及び既往津波の再現  
性を確認する。



#### 7. 既往知見を踏まえた津波の評価\*1

既往知見を踏まえた津波の評価を行い、想定される津波の規模観について把握する。

- 地震に起因する津波としてプレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震について評価を行う。
- 地震に起因する津波のうち敷地に影響を与える可能性が最も大きかったプレート間地震に起因する津波の評価として、北方の千島海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「北方への連動型地震」という。)及び南方の日本海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「南方への連動型地震」という。)について検討を行う。
- 北方への連動型地震については波源モデルを設定して検討を実施し、南方への連動型地震については青森県海岸津波対策検討会の結果を参照した。
- また、地震以外の要因に起因する津波の評価を行う。



#### 8. 廃棄物埋設地の安全性評価\*1

既往知見を踏まえて想定された津波の規模観が敷地に与える影響について評価する。

すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルについても、津波が廃棄物埋設地の位置に到達する可能性がないことを確認する。

\*1：フローの項目は本資料における章タイトルに対応する。

第3図 廃棄物埋設地への影響評価フロー

## 6. 既往津波に関する検討

### (1) 文献調査

#### (i) 既往津波

敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる既往津波について、宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>、渡辺(1998)<sup>(2)</sup>、気象庁の発表等<sup>(3)~(21)</sup>により、文献調査を行った。

#### a. 近地津波

敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる津波規模\*1m(宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>)が2以上の主な既往の近地津波を第2表に、敷地周辺における主な既往の近地津波の津波高を第3表に示す。また、主な既往津波高とその位置を第4図に示す。

敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる主要な津波として、津波の大きさ、波源からの伝播距離及び津波による被害の大きさを考慮し、1611年の津波、1677年の津波、1856年の津波、1896年明治三陸地震津波、1933年昭和三陸地震津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の7つの津波を抽出した。抽出した津波の推定波源域については第5図に示す。

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波以前の津波高について、敷地近傍を含む鮫・蕪島より北方の範囲で比較する。

敷地北方の記録においては、1856年の津波が、むつ市大畑・湊で4m、函館市函館で3mであり、他の津波と比較して大きい。一方、敷地南方の記録においては、1968年十勝沖地震に伴う津波が、三沢市塩釜で5.1m、八戸市河原木で最大4.8mであり、他の津波と比較して大きい。この津波による尾駁の記録は、1.2m~1.5mである。

さらに、相田(1977)<sup>(17)</sup>によれば、第6図に示すように、数値シミュレーションによる200m等深線上の波高を基にした、海岸での平均的な津波高が示されている。これによると、八戸付近より北方においては、1856年の津波が最大となっている(相田(1977)<sup>(17)</sup>以降の津波を除く)。

\*1：津波規模については宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>より抜粋。

[津波規模]	被害程度
[-1]	波高50cm以下、無被害。
[0]	波高1m前後で、ごくわずかの被害がある。
[1]	波高2m前後で、海岸の家屋を損傷し船艇をさらう程度。
[2]	波高4~6mで、家屋や人命の損失がある。
[3]	波高10~20mで400km以上の海岸線に顕著な被害がある。
[4]	最大波高30m以上で、500km以上の海岸線に顕著な被害がある。

また、2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の津波高は、第3表及び第4図に示すとおり、敷地近傍の出戸から新納屋の範囲においては、1968年十勝沖地震に伴う津波とほぼ同程度の大きい津波である。この津波による尾駁の記録は、3.5mである。

以上より、敷地近傍に影響を及ぼしたと考えられる近地津波は、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波であり、津波高は10mにも達していないと評価した。

#### b. 遠地津波

敷地周辺に影響を及ぼした主な既往の遠地津波を第4表に、敷地周辺における主な既往の遠地津波の津波高を第5表に示す。

敷地周辺に來襲した遠地津波の中では、1960年チリ地震津波が八戸市河原木で最大5.3mであり、敷地近傍の出戸から新納屋の範囲における津波高は、尾駁で1.0mが記録されている。

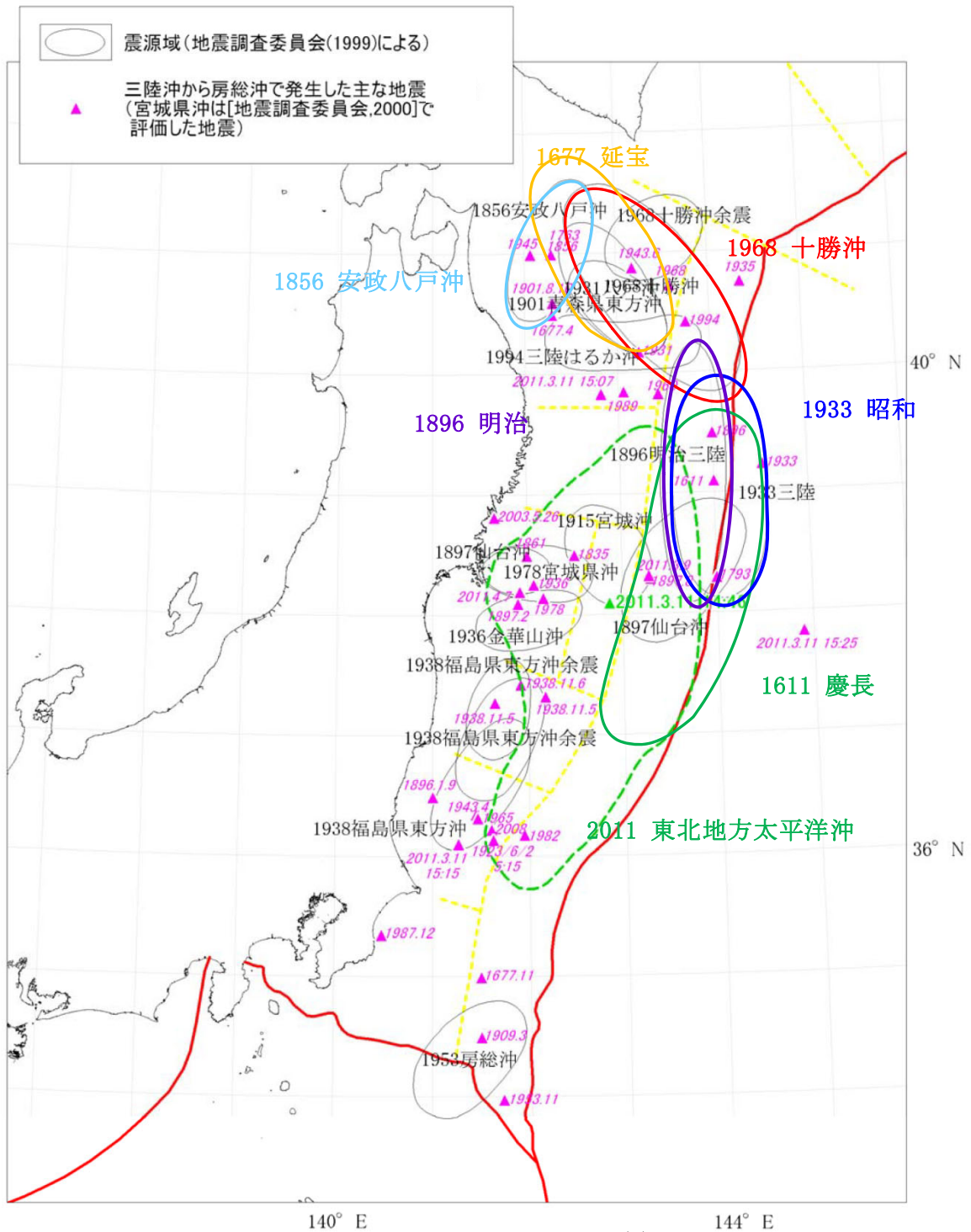
そのため、遠地津波の津波高は近地津波の津波高を上回るものではないと評価する。

既往津波について調査を実施した結果、津波高は敷地近傍において10mにも達していないことを確認した。

#### c. 既往津波の調査結果

既往津波に関する文献調査の結果、敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波は、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波と評価した。

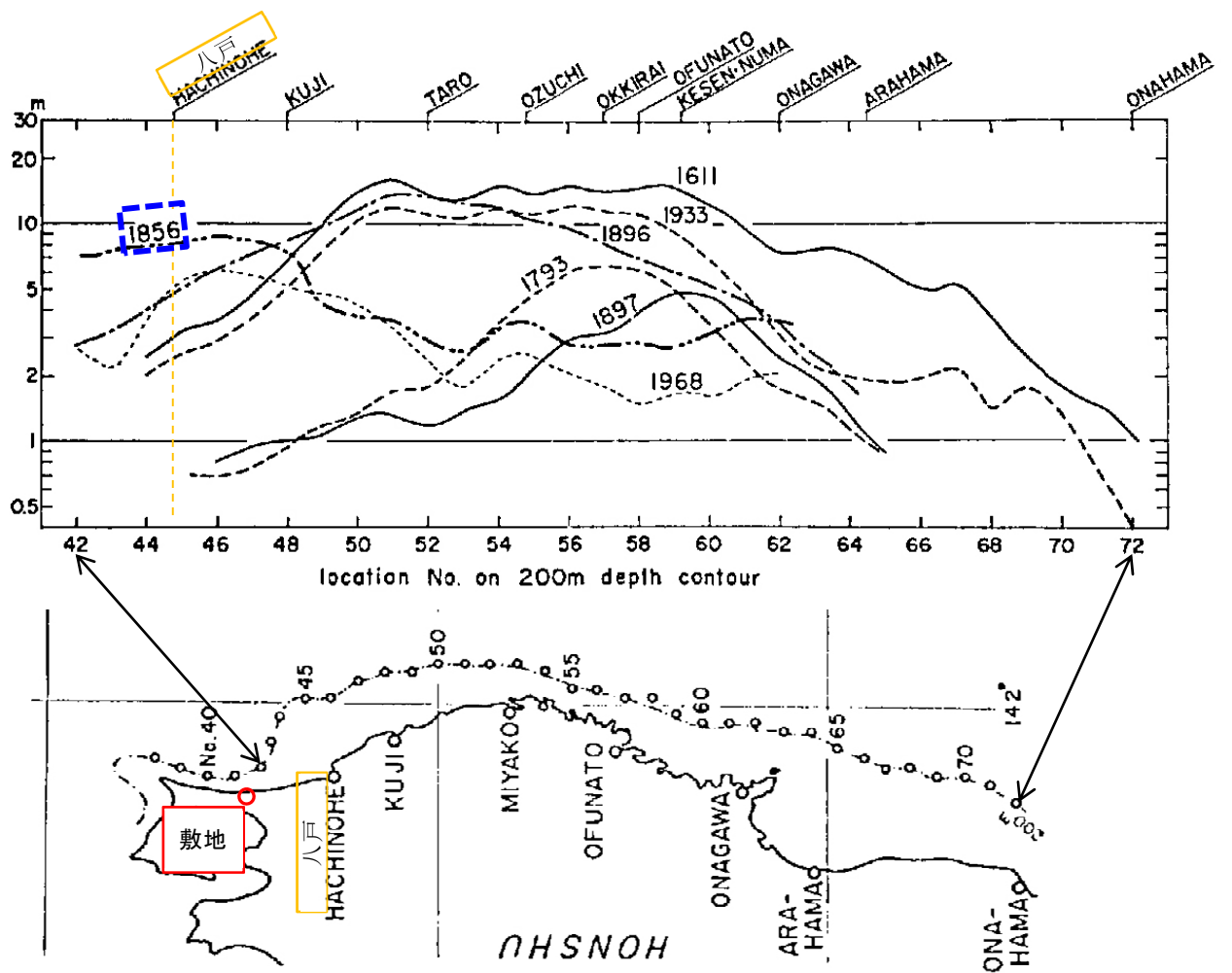




注1：地震調査研究推進本部(2012)<sup>(16)</sup>より抜粋・一部加筆、「1611

慶長」及び「1677 延宝」の震源域は羽鳥(2000)<sup>(5)</sup>による。

第5図 青森県東方沖から三陸沖で発生した津波の推定波源域



注1: 相田(1977)<sup>(17)</sup>の図に加筆。

第6図 既往津波の波高分布比較

第2表 主な既往の近地津波(1/3)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要
869年 7月13日 (貞観11年)	三陸沖 φ = 37.5~39.5° N λ = 143~145° E	8.3 ± <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4	三陸沿岸：城郭・倉庫・門櫓・垣壁等崩れ落ち倒潰するもの無数。津波が多賀城下を襲い、溺死約1千。三陸沖の巨大地震とみられる。
1611年 12月2日 (慶長16年)	三陸沖 φ = 39.0° N λ = 144.4° E	≒8.1	4	三陸沿岸及び北海道東岸：三陸地方で強震。震害は軽く、津波の被害が大きかった。伊達領内で死1,783、南部・津軽で人馬の死3千余という。三陸沿岸で家屋の流出が多く、北海道東部でも溺死が多かった。1933年の三陸地震津波に似ている。
1640年 7月31日 (寛永17年)	渡島地方東部 φ = 42.1° N λ = 140.7° E	—	2 (1~2)	北海道噴火湾：駒ヶ岳噴火に伴い津波があり、死700余、昆布舟流出100余。
1677年 4月13日 (延宝5年)	青森県東方沖 φ = 41.0° N λ = 142 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° E	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ~7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	陸中：八戸に震害あり。震後約1時間で津波来たり。家屋流潰約70軒。余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ている。
1763年 1月29日 (宝暦12年)	青森県東方沖 φ = 41.0° N λ = 142 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ° E	7.4	1 (2)	陸奥八戸：11月初めより地震があり、この日大地震。寺院・民家が破損した。平館で家潰1、死3。函館でも強く感じた。津波があり、余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ているので、もっと沖の大きな地震かもしれない。
1793年 2月17日 (寛政5年)	三陸沖 φ = 38.5° N λ = 144.5° E	8.0~ 8.4	2 [2.5]	陸前・陸中・磐城：仙台領内で家屋損壊1千余、死12。沿岸に津波が来て、大槌・両石で流潰家71、死9、気仙沼で流失家300余。余震が多かった。
1843年 4月25日 (天保14年)	釧路沖 φ = 42.0° N λ = 146.0° E	≒7.5	2	釧路・根室：厚岸国泰寺で被害があった。津波があり、全体で死46。家屋破壊76。八戸にも津波。松前・津軽で強く感じ、江戸でも有感。
1856年 8月23日 (安政3年)	青森県東方沖 φ = 41.0° N λ = 142 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° E	≒7.5	2 [2.5]	日高・胆振・渡島・津軽・南部：震害は少なかったが、津波が三陸及び北海道の南岸を襲った。南部藩で流失93、潰106、溺死26、八戸藩でも死3等。余震が多かった。1968年十勝沖地震に津波の様子がよく似ており、もう少し海溝寄りの地震かもしれない。
1894年 3月22日 (明治27年)	根室半島南西沖 φ = 42 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° N λ = 146° E	7.9	2 [2.5]	根室沖：根室・厚岸で家屋・土蔵に被害。死1、家屋潰12、津波は宮古4.0m、大船渡1.5m等。
1896年 6月15日 (明治29年)	三陸沖 φ = 39 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° N λ = 144° E	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4 [3.5]	『明治三陸地震津波』：震害はない。津波が北海道より牡鹿半島にいたる海岸に襲来し、死者は青森343、宮城3,452、北海道6、岩手18,158。家屋流失全半潰8千~9千以上、船の被害約7千。波高は、吉浜24.4m、綾里38.2m、田老14.6m等。津波はハワイやカリフォルニアに達した。Mは津波を考慮したもの。

第2表 主な既往の近地津波(2/3)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要
1933年 3月3日 (昭和8年)	三陸沖 φ = 39° 07.7' N λ = 145° 07.0' E	8.1	3 [3]	『三陸地震津波』: 震害は少なかった。津波が太平洋岸を襲い、三陸沿岸で被害は甚大。死・不明 3,064、家屋流失 4,034、倒潰 1,817、浸水 4,018。波高は綾里湾で 28.7m にも達した。日本海溝付近で発生した巨大な正断層型地震と考えられている。
1952年 3月4日 (昭和27年)	十勝沖 φ = 41° 42.3' N λ = 144° 09.0' E	8.2	2 [2.5]	『十勝沖地震』: 北海道南部・東北部に被害があり、津波が関東地方に及ぶ。波高は北海道で 3m 前後、三陸沿岸で 1m~2m。死 28、不明 5、家屋全壊 815、半壊 1,324、流失 91。
1958年 11月7日 (昭和33年)	択捉島南東沖 φ = 44° 18.0' N λ = 148° 30.0' E	8.1	1 [2] (2)	択捉島付近: 釧路地方で電信線・鉄道・道路に小被害があった。太平洋岸各地に津波があり、小被害。
1963年 10月13日 (昭和38年)	択捉島南東沖 φ = 44° 02.9' N λ = 149° 49.5' E	8.1	2 [3]	択捉島付近: 津波があり、三陸沿岸で軽微な被害。花咲で 1.2m、八戸で 1.3m 等。
1963年 10月20日 (昭和38年)	択捉島南東沖 φ = 44° 05.6' N λ = 150° 00.3' E	6.7	2 [2]	ウルップ島沖: 10月13日択捉島沖地震の余震。津波の高さはウルップで 10m~15m、択捉島で 8m。
1968年 5月16日 (昭和43年)	青森県東方沖 φ = 40° 41.9' N λ = 143° 35.7' E	7.9	2 [2.5]	『1968年十勝沖地震』: 青森を中心に北海道南部・東北地方に被害。死 52、傷 330、建物全壊 673、半壊 3,004。青森県下で道路損壊も多かった。津波があり、三陸沿岸 3m~5m、襟裳岬 3m、浸水 529、船舶流失沈没 127。コンクリート造建築の被害が目立った。
1969年 8月12日 (昭和44年)	北海道東方沖 φ = 43° 22.6' N λ = 147° 54.3' E	7.8	0 [2.5] (1)	北海道東方沖: 津波により北海道東部に軽い被害あり。津波の高さは花咲 129cm、釧路 93cm、八戸 109cm。
1973年 6月17日 (昭和48年)	根室半島南東沖 φ = 43° 03.5' N λ = 145° 58.2' E	7.4	0 [2] (1) <1>	『1973年6月17日根室半島沖地震』: 根室・釧路地方に被害。全体で傷 26、家屋全壊 2、一部破損 1。小津波があり、波高は花咲で 2.8m、浸水 275、船舶流失沈没 10。
1994年 10月4日 (平成6年)	北海道東方沖 φ = 43° 22.5' N λ = 147° 40.4' E	8.2	[3] (2) <2>	『平成6年(1994年)北海道東方沖地震』: 北海道東部を中心に被害があり、傷 437、住家全壊 61、半壊 348。津波は花咲で 173cm。震源に近い択捉島では死・不明 10 等、地震と津波で大きな被害。
2003年 9月26日 (平成15年)	十勝沖 φ = 41° 46.7' N λ = 144° 04.7' E	8.0	[2.5] <2>	『平成15年(2003年)十勝沖地震』: 太平洋プレート上面の逆断層型プレート境界地震で 1952年とほぼ同じ場所。死 1、不明 1、傷 849、住家全壊 116、半壊 368。最大震度 6 弱(道内 9 町村)、北海道及び本州の太平洋岸に最大 4m 程度の津波。



第2表 主な既往の近地津波(3/3)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M	津波 規模 m	地震・津波の概要
2011年 3月11日 (平成23年)	東北沖 φ = 38° 06.2' N λ = 142° 51.7' E	Mw9.0	[4] <4>	『平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震』: 震源域は岩手県から福島県までの東側沖合で南北に長さ400kmにおよび、日本海溝付近から沿岸部近くまで太平洋プレートと陸側プレートの境界面で東西に200kmと広がった。主として大津波によって、死者・行方不明者1万8,000余と明治三陸津波に次ぐ被害が生じた。

注1: 「発生年月日」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>による。

注2: 「発生場所、緯度、経度」及び「地震規模 M」は、次の値を示している。

1922年以前の地震、2011年の地震: 宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>。

1923年以降の地震(2011年の地震を除く): 気象庁(1951~2010)<sup>(3)</sup>による。

注3: 「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>による。

ただし、[ ]は羽鳥(2000)<sup>(5)</sup>による値(宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>により引用)、( )は渡辺(1998)<sup>(2)</sup>による値、

< >は国立天文台編(2014)<sup>(4)</sup>による値で、宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>と異なる場合のみ示している。

注4: 「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>及び国立天文台編(2014)<sup>(4)</sup>を参照している。

第3表 主な既往の近地津波の津波高

(単位：m)

市町村名	地名	1611年 慶長16 三陸沖	1677年 延宝5 青森県 東方沖	1763年 宝暦12 青森県 東方沖	1856年 安政3 青森県 東方沖	1896年 明治29 三陸沖	1933年 昭和8 三陸沖	1952年 昭和27 十勝沖	1968年 昭和43 青森県 東方沖*1	2003年 平成15 十勝沖	2011年 平成23 東北沖
森町	森・東森 砂原						0.6~1.5 1.2~1.8		0.6		1.7~2.5
鹿部町	鹿部										
函館市	白尻 榎法華 山背泊 浜町 函館				3 3				1.1		1.9 1.1 1.8
北斗市	上磯			1~2	3	1.8	0.9	0.3	1.0		1.6~3.1
大間町	奥戸 大間				1.5		1.6		0.2~1.1		1.7
風間浦村	易国間 下風呂 甲						1.8		2.2 2.6		1.6 2.1
むつ市	木野部 大畑・湊 出戸川 関根				4		1.5 1.0~1.4 1.6 1.0		2.2		2.5~2.6 2.2~2.7
東通村	入口 岩屋 尻屋 尻労 小田野沢 老部 白糠								1.2 1.3 2.2 1.0 2.7 2.4 0.9	1.7 2.6	2.3~5.2 1.5~2.1 1.8 2.3~2.6 1.9 2.0~2.3
六ヶ所村	袖戸 泊 出戸 尾駮 新納屋 高瀬川								0.8~3.1 0.6~2.5 4.2 1.2~1.5 3.7 1.6	1.5	2.4 2.8 3.5 1.9
三沢市	塩釜 六川目 淋代 五川目 四川目 三川目						3.0 3.6~4.5 3.0~3.9 3.4 3.8~5.0 5.0		5.1 2.1 2.4 2.5 2.8~4.0 1.7		5.0~6.7 4.5~6.7 5.2~9.7 6.0~11.8 7.0~9.6 5.8~8.1
おいらせ町	二川目 一川目 川口・百石				4		4.0 1.8~4.2 2.5~5.0		2.7 1.7~4.1 3.7~4.0		4.5~8.8 4.8~11.0 1.3~8.9
八戸市	市川・橋向 河原木 八戸(湊) 鮫・蕪島			1~3	3~4		3.0~3.8 1.5~3.0 2.1~4.7	2.0	2.1~4.8 1.6~3.2 1.5~4.4		3.0~9.6 3.3~8.4 1.9~7.1 4.5~6.4
野田村	野田		4~5		6	10.5~20.0	5.0~15.6	2.2	3.9~4.6		5.2~38.4
宮古市	田老 宮古	15~21 6~8	2~3 2~3	1~2	3.8~4 2	8.5~14.6 4.6	4.0~10.1 3.0~8.2	1.0 0.7~1.3	1.2~1.5 1.2~2.0	0.8 1.0~1.1	7.4~39.8 0.4~38.3
大槌町	大槌 (大須賀)	5~10	2.8~4		3~3.5	2.7~4.0	2.9~3.9		2.2~2.3		7.2~18.1
釜石市	釜石			1	3~3.7	4.5~8.2	2.7~5.4	2	2.0~3.2	1.3	4.2~30.6
文献		羽鳥 (2000) <sup>(5)</sup>	羽鳥 (2000) <sup>(5)</sup>	羽鳥 (2000) <sup>(5)</sup>	羽鳥 (2000) <sup>(5)</sup>	中央 气象台 (1933) <sup>(6)</sup> 等 <sup>(2)(7)(8)</sup>	中央 气象台 (1933) <sup>(6)</sup> 等 <sup>(8)~(10)</sup>	渡辺 (1998) <sup>(2)</sup>	岸 (1969) <sup>(11)</sup>	東北 大学 (2004) <sup>(12)</sup>	東北地方 太平洋沖 地震津波 合同調査 グループ (2012) <sup>(13)</sup>

\*1：1968年十勝沖地震と同じものとして扱う。

第4表 主な既往の遠地津波(1/2)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M [Mt] (Ms)	津波 規模 m	地震・津波の概要
1586年 7月10日 (天正14年)	ペルーのリマ沖 φ = 12.3° S λ = 77.7° W	7.7	4	津波の高さはリマで26m、10km内陸まで浸入。三陸の陸前海岸で津波あり。
1687年 10月20日 (貞享4年)	ペルーのカヤオ沖 φ = 15.2° S λ = 75.9° W	7.6	3	カヤオ、チャシカイ、ピスコで津波。この津波は日本沿岸にも波及し、塩釜で高さ1.5尺～1.6尺(約50cm)、12回～13回押し寄せた。沖縄でも3回津波が押し寄せた。
1700年 1月26日 (元禄12年)	北米北西部沖 (カスケード地帯)	9クラス [9?]	3～4	米国やカナダの沿岸における津波の高さは5m～7mと推定。日本沿岸各地の津波の高さは岩手県宮古3m、同大槌と和歌山県田辺で2m、茨城県那珂湊や静岡県清水(三保)で約2mと推定される。宮古と田辺で津波の被害があったという。
1730年 7月8日 (享保15年)	チリのバルパライソ沖 φ = 33.1° S λ = 71.6° W	8.7	4	バルパライソは浸水が激しく、港は破壊された。コンセプション全滅。津波は三陸の陸前沿岸に襲来、牡鹿半島で田畑が浸水した。
1751年 5月25日 (宝暦1年)	チリのコンセプション沖 φ = 36.8° S λ = 71.6° W	8.5	3	古いコンセプションは全滅。津波は日本沿岸へ襲来、三陸沿岸の大槌、牡鹿及び気仙沼で床まで浸水した。
1780年 6月29日 (安永9年)	千島列島 ウルップ島南東沖 φ = 46.0° N λ = 151.0° E	7.5	3	ウルップ島で津波の高さ10m～12m。同島東岸(ワニノフ)に停泊中のロシア船山上に打ち上げられた。津波は北海道東岸へ襲来した。
1837年 11月7日 (天保8年)	チリ南部沖 φ = 39.8° S λ = 73.2° W	8.0 [9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ]	3	コンセプション、バルデビアで大津波。津波によりハワイ諸島で大被害。三陸沿岸陸前の気仙沼湾、本吉、牡鹿及び宮城の3郡で潮溢れる。
1868年 8月13日 (慶応4年)	チリ北部アリカ沖 φ = 18.5° S λ = 70.4° W	8.5 [9.0]	4	『アリカ地震』: チリ北部(当時ペルー領)で大津波となり太平洋に波及した。アリカで津波の高さ14m、死者25,000人ともいわれている。ハワイ島で大被害。日本沿岸では函館で2m、宮城県本吉郡、伊豆下田、沖縄那覇港でも観測。
1877年 5月10日 (明治10年)	チリのイキケ沖 φ = 19.6° S λ = 70.2° W	8.3 [9.0]	4	『イキケ地震』: 1868年以上のチリ大地震。太平洋沿岸全域に波及。チリ沿岸では1.2m～24m。ハワイ諸島で1.2m～6.6m。日本沿岸では、函館2.4m、釜石3m、東京湾0.7m。函館と三陸沿岸で被害があった。また房総半島で死者を含む被害があった。
1918年 9月7日 (大正7年)	千島列島 ウルップ島東方沖 φ = 45.5° N λ = 151.5° E	8.2 [8.5]	3	津波の高さはウルップ島東岸で12m。日本沿岸では、根室1m、函館0.5m、三陸沿岸1m以下。父島では1.4mで家屋浸水12、橋梁流失2の被害。

第4表 主な既往の遠地津波(2/2)

発生年月日	発生場所 緯度φ 経度λ	地震 規模 M [Mt] 〈Ms〉	津波 規模 m	地震・津波の概要
1922年 11月11日 (大正11年)	チリのアタカマ沖 φ = 28.5° S λ = 70° W	8.3 [8.7]	3	『アタカマ地震』: チリ沿岸で大津波となり、太平洋沿岸各地に波及した。ペルーのカヤオで24m。日本沿岸の津波の最大全振幅は、花咲60cm、鮎川65cm等。大船渡で家屋30棟が波に洗われた(高さ1~2mか)。
1946年 4月1日 (昭和21年)	アリューシャン列 島東部 φ = 52.8° N λ = 162.5° W	7.4 [9.3]	4	『アリューシャン津波』: アリューシャンのウニマク島灯台で30.5m、ハワイ諸島で0.5m~17mの高さとなる等太平洋沿岸各地にかなりの津波が襲来した。日本沿岸の津波の最大全振幅は鮎川56cm、八戸20cm等。
1952年 11月4日 (昭和27年)	カムチャツカ半島 南東沖 φ = 52.3° N λ = 161.0° E	8.5 [9.0]	3	『カムチャツカ津波』: カムチャツカ半島で1m~15mの津波。ハワイ諸島で10.4mに達する等太平洋沿岸全域に影響した。日本沿岸における津波の高さは0.5m~3.0m程度。北海道、三陸沿岸、下田、尾鷲等広範囲で家屋の浸水があり、三陸沿岸では漁業関係の被害があった。
1960年 5月22日 (昭和35年)	チリ南部沖 φ = 39.5° S λ = 74.5° W	8.5 [9.4]	4	『チリ地震津波』: チリのイスラ・モチャで20m~25mの津波。太平洋沿岸各地に波及し、ハワイ諸島で10.5mに達する。日本沿岸での波高は三陸沿岸で0.8m~8.1m、その他で0.6m~4.2m。日本全体で死・不明142(うち沖縄で3)、家屋全壊1,500余、半壊2千余。
1964年 3月28日 (昭和39年)	アラスカ湾 φ = 61.1° N λ = 147.5° W	9.2 [9.1] 〈8.4〉	4	『アラスカ地震津波』: アラスカのパルディーズで6.1m~30mの津波。日本では三陸沿岸で漁業施設に若干の被害があった。
1965年 2月4日 (昭和40年)	アリューシャン列 島 φ = 51.3° N λ = 178.6° E	8.7 [8.6] 〈8.2〉	3	アリューシャンで0.2m~10mの津波。三陸沿岸の浅海漁業施設に僅かの被害があった。
1996年 2月17日 (平成8年)	インドネシアのイ リアン・ジャヤ沖 φ = 0.950° S λ = 137.016° E	〈8.1〉	3	インドネシアのピアック島で最大7.7m(津波到達時の潮位上)に達した。日本沿岸の津波の最大全振幅は、父島で195cm、串本で170cm。土佐清水では漁船20艘が転覆し、八丈島で漁船に被害があった。
2010年 2月27日 (平成22年)	チリ中部沖 φ = 36.12° S λ = 72.90° W	8.5	[3]	チリ沿岸は平均5m~9mの津波(遡上高さ)。最大は28m(遡上高さ)。日本沿岸での最大は気仙沼湾奥で3.0m(全振幅)。

注1: 「発生年月日」は、宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>による。

注2: 「発生場所、緯度、経度」、「地震規模 M[Mt] 〈Ms〉」及び「津波規模 m」は、次の値を示している。

2010年の地震: 国立天文台編(2014)<sup>(4)</sup>による。ただし、「津波規模 m」は宇佐美ほか(2013)<sup>(1)</sup>による。

2010年以外の地震: 渡辺(1998)<sup>(2)</sup>による。

Mtは津波マグニチュードを、Msは表面波マグニチュードを示す。

注3: 「地震・津波の概要」は、次を参照している。

2010年の地震: 今村ほか(2010)<sup>(18)</sup>及び都司ほか(2010)<sup>(19)</sup>による。

2010年以外の地震: 渡辺(1998)<sup>(2)</sup>による2010年以外の地震: 渡辺(1998)<sup>(4)</sup>による。

第5表 主な既往の遠地津波の津波高

(単位：m)

市町村名	地名	1868年 慶応4 チリ北部 アリカ沖	1877年 明治10 チリの イキケ沖	1952年 昭和27 カムチャツカ 半島南東沖	1960年 昭和35 チリ南部沖
森町	森・東森 砂原				1.5 1.5
鹿部町	鹿部				0.9
函館市	臼尻 椴法華 山背泊 浜町 函館	2	2.4	0.5～1.5	0.4 1.9 1.2 1.4～2.9
北斗市	上磯				1.3～1.9
大間町	奥戸 大間				2.0
風間浦村	易国間 下風呂 甲				
むつ市	木野部 大畑・湊 出戸川 関根				1.9～2.3 1.4～2.1 1.2 1.6
東通村	入口 岩屋 尻屋 尻勞 小田野沢 老部 白糠				1.7～1.8 1.3 1.4 2.0
六ヶ所村	袖戸 泊 出戸 尾駁 新納屋 高瀬川				1.0 2.2
三沢市	塩釜 六川目 淋代 五川目 四川目 三川目				2.0 2.3 1.9 1.3
おいらせ町	二川目 一川目 川口・百石				1.0 1.2 3.2～4.9
八戸市	市川・橋向 河原木 八戸(湊) 鮫・燕島			1.8	1.5～3.4 2.2～5.3 2.5～4.3 3.9
野田村	野田				4.9～5.2
宮古市	田老 宮古			2.2 0.4～1.8	1.8～3.2 1.2～2.4
大槌町	大槌(大須賀)			1.5	2.4～3.9
釜石市	釜石		3		2.1～3.3
	文献	渡辺(1998) <sup>(2)</sup>	渡辺(1998) <sup>(2)</sup>	渡辺(1998) <sup>(2)</sup>	チリ津波 合同調査班 (1961) <sup>(14)</sup> 及び 気象庁(1961) <sup>(15)</sup>

(ii) 潮位

敷地近傍における潮位の観測は、国土交通省港湾局むつ小川原港で実施されている。2008年4月から2013年3月までの観測結果によると潮位は以下のとおりである。

最高潮位	T. M. S. L. + 0.999m
朔望平均満潮位	T. M. S. L. + 0.670m
平均潮位	T. M. S. L. + 0.049m
朔望平均干潮位	T. M. S. L. - 0.767m
最低潮位	T. M. S. L. - 1.04m

(2) 既往津波の再現性の確認

(i) 対象津波

解析モデル及び計算方法の妥当性確認のため、既往津波について数値シミュレーションを行い、計算結果と実際の津波痕跡高との比較による既往津波の再現性の検討を行った。

再現性の検討においては、過去に敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる津波である1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波を対象とした。これらの波源モデルのうち、1856年の津波及び1968年十勝沖地震に伴う津波の波源モデルの位置及び諸元を第7図に示す。2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の波源モデルについては、内閣府(2012)<sup>(23)</sup>において示される波源モデルとした。

津波に伴う水位変動の評価は、弾性体理論(Mansinha and Smylie(1971)<sup>(24)</sup>)に基づき海面変位を算定した上で、非線形長波理論に基づき、差分法による平面二次元モデルによる津波シミュレーションプログラムを用いて実施した。また、敷地は尾駁沼に隣接していることから、尾駁沼からの遡上を考慮できるモデルを設定した。数値シミュレーションにおける主な計算条件を第6表に示す。

沿岸域及び海底地形のモデル化に当たっては、国土地理院<sup>(29)</sup>、日本水路協会(2011)<sup>(30)</sup>等<sup>(31)~(35)</sup>を用いて設定し、また、計算格子分割の設定に当たっては、土木学会(2016)<sup>(28)</sup>を参考とし、水深と津波の周期から推定される津波の波長を基に、最大1,440mから最小5mまでの格子サイズを設定した。数値シミュレーションに

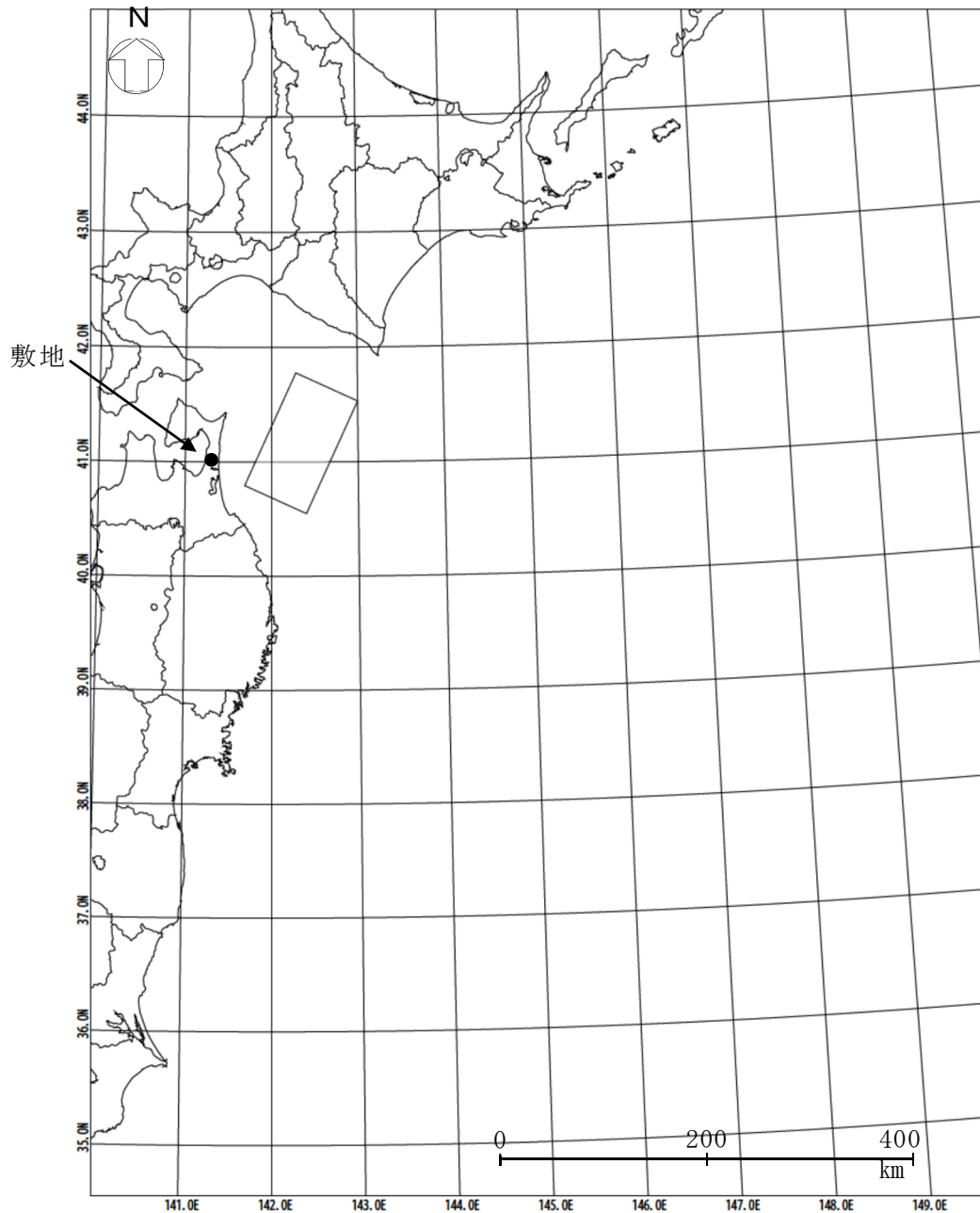
用いた計算領域(東西約 1,000 km、南北約 1,300 km)とその水深及び格子分割を第 8 図に、敷地近傍の計算領域とその水深及び格子分割を第 9 図に示す。

再現性の評価指標としては、相田(1977)<sup>(17)</sup>による既往津波高と数値シミュレーションにより計算された津波高との比から求める幾何平均値  $K$  及びばらつきを表す指標  $\kappa$  を用い、土木学会(2016)<sup>(28)</sup>に示される「 $0.95 < K < 1.05$ 、 $\kappa < 1.45$ 」を再現性の目安とした。

## (ii) 検討結果

既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較を第 10 図に示す。

1856 年の津波においては  $K=1.01$ 、 $\kappa=1.42$  ( $n=71$ )、1968 年十勝沖地震に伴う津波においては  $K=0.99$ 、 $\kappa=1.44$  ( $n=313$ ) 及び 2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波においては  $K=0.952$ 、 $\kappa=1.36$  ( $n=660$ ) が得られ、土木学会(2016)<sup>(28)</sup>の目安を満足していることから、解析モデル及び計算方法の妥当性を確認した。



諸元

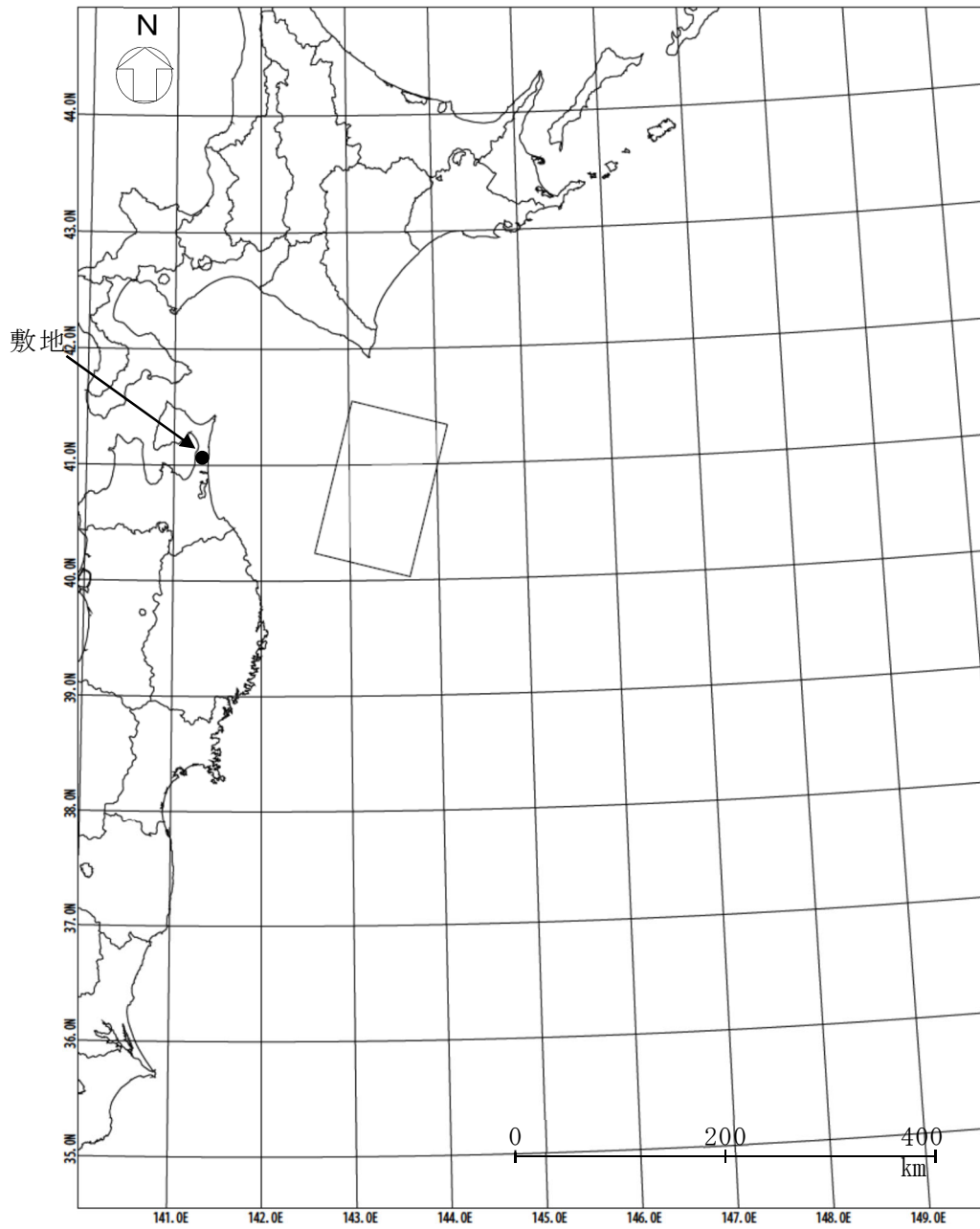
(土木学会(2002)<sup>(22)</sup>の諸元を補正)

モーメント マグニチュード <sup>*</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜 角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.32	120	70	205	26	20	90	$5.0 \times 10^{10}$	9.00

第7図 既往津波の再現性の確認に用いた波源モデルの位置及び諸元

(1856年の津波)(1/2)





(土木学会(2002)<sup>(22)</sup>の諸元を補正)

モーメント マグニチュード <sup>*</sup> M <sub>w</sub>	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 θ (°)	上縁深さ d (km)	傾斜 角 δ (°)	すべり角 λ (°)	剛性率 μ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.36	150	100	195	12	20	76	5.0 × 10 <sup>10</sup>	5.90

第7図 既往津波の再現性の確認に用いた波源モデルの位置及び諸元

(1968年の津波)(2/2)

第 6 表 主な計算条件

空間格子間隔 $\Delta s$ (m)	1440	480 (1440/3)	160 (1440/9)	80 (1440/18)	40 (1440/36)	20 (1440/72)	10 (1440/144)	5 (1440/288)
時間格子間隔 $\Delta t$ (s)	0.1							
基礎方程式	後藤・小川(1982) <sup>(25)</sup> の非線形長波式							
沖側境界条件	自由透過	外側の大格子領域と水位・流量を接続						
陸側境界条件	完全反射			小谷ほか(1998) <sup>(26)</sup> の遡上境界条件				
越流境界条件	—						本間(1940) <sup>(27)</sup> の越流境界条件	
初期海面変動	地震断層モデルを用いて Mansinha and Smylie(1971) <sup>(24)</sup> の方法により計算される鉛直変位を海面上に与える							
海底摩擦係数	マンニングの粗度係数 $n=0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (土木学会(2016) <sup>(28)</sup> より)							
水平渦動粘性係数	考慮しない							
潮位条件	T. M. S. L $\pm 0.0\text{m}$							
計算再現時間	地震発生後 4 時間							

基礎方程式：非線形長波 [浅水理論] の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_x \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_y^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_y \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0$$

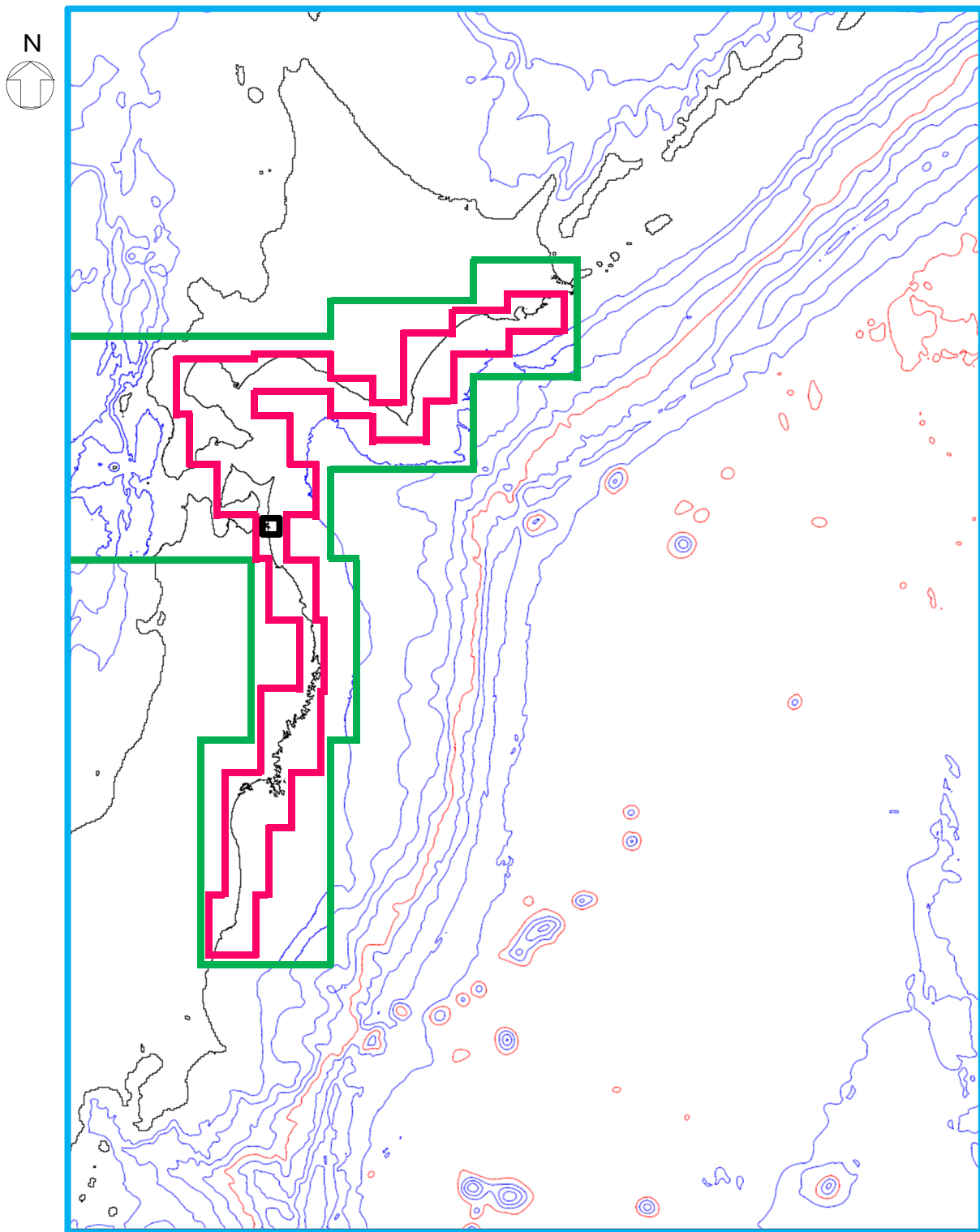
ここで,  $x, y$  : 水平座標 (m)  $t$  : 時間 (s)

$Q_x, Q_y$  :  $x, y$  方向の単位幅当たりの流量 (= 流速  $\times$  全水深) ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

$\eta$  : 静水面からの水位 (m)  $D$  : 全水深 (=  $h + \eta$ ) (m)

$h$  : 静水深 (m)  $g$  : 重力加速度 ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$n$  : マニングの粗度係数 ( $\text{m}^{-1/3}\text{s}$ )



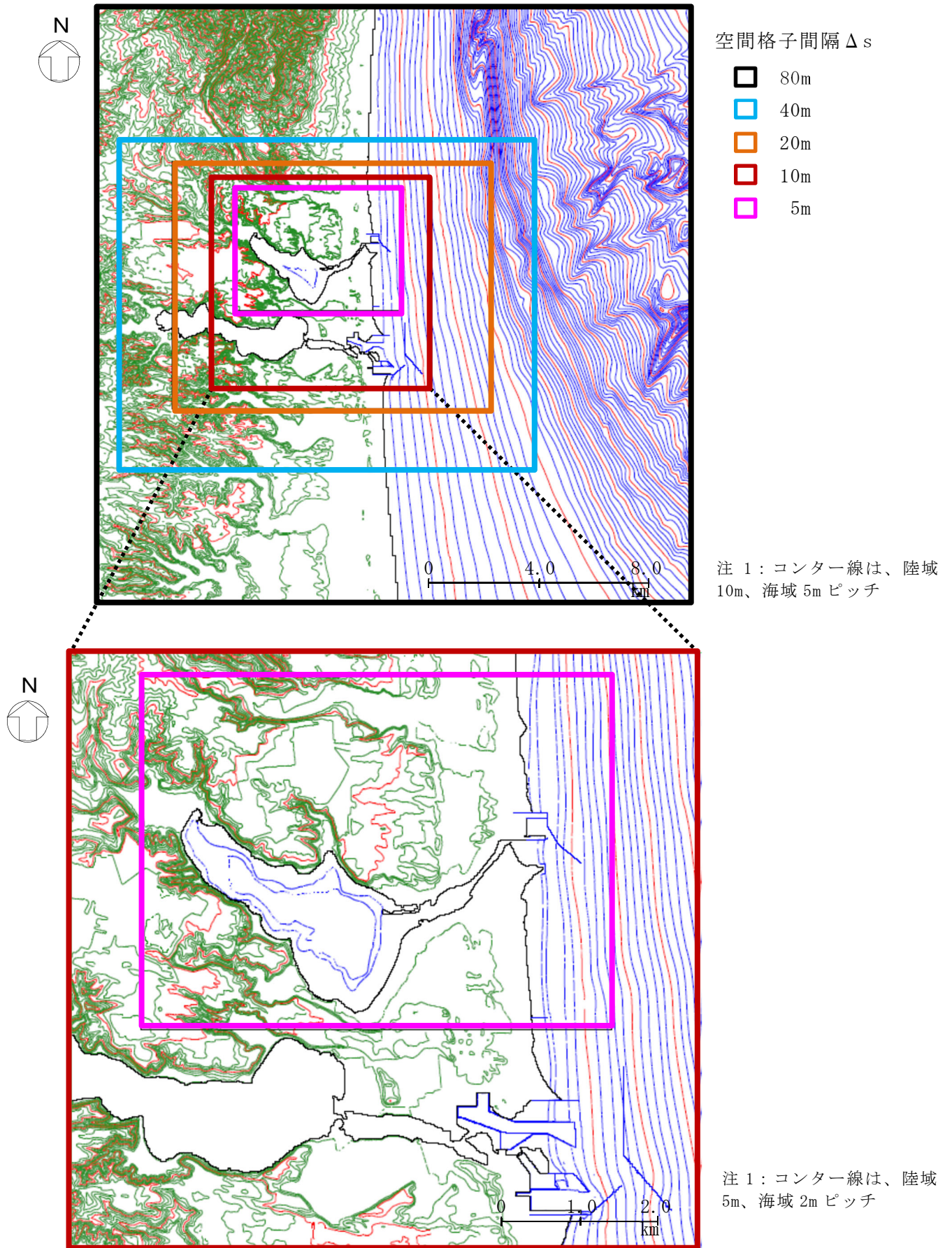
空間格子間隔  $\Delta s$

- 1,440m
- 480m
- 160m
- 80m

0 200 400  
km

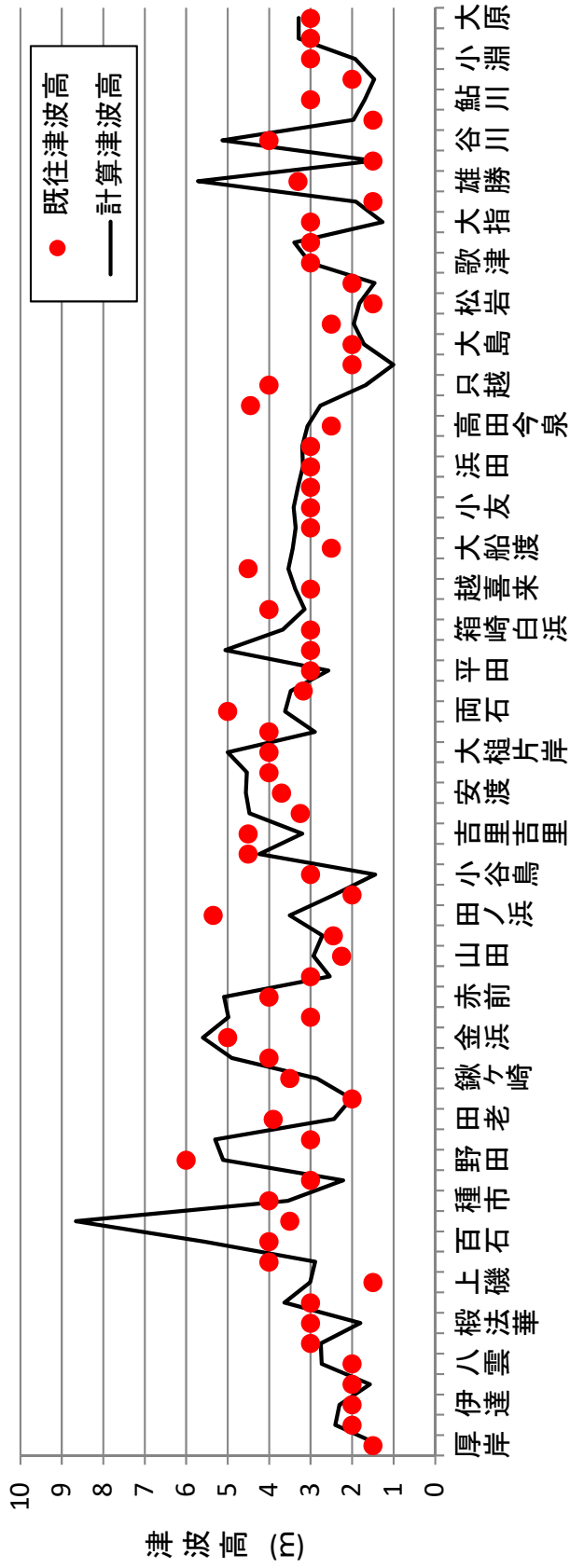
注1: コンター線は、1,000m ピッチ

第8図 計算領域とその水深及び格子分割



第 9 図 敷地近傍の計算領域とその水深及び格子分割

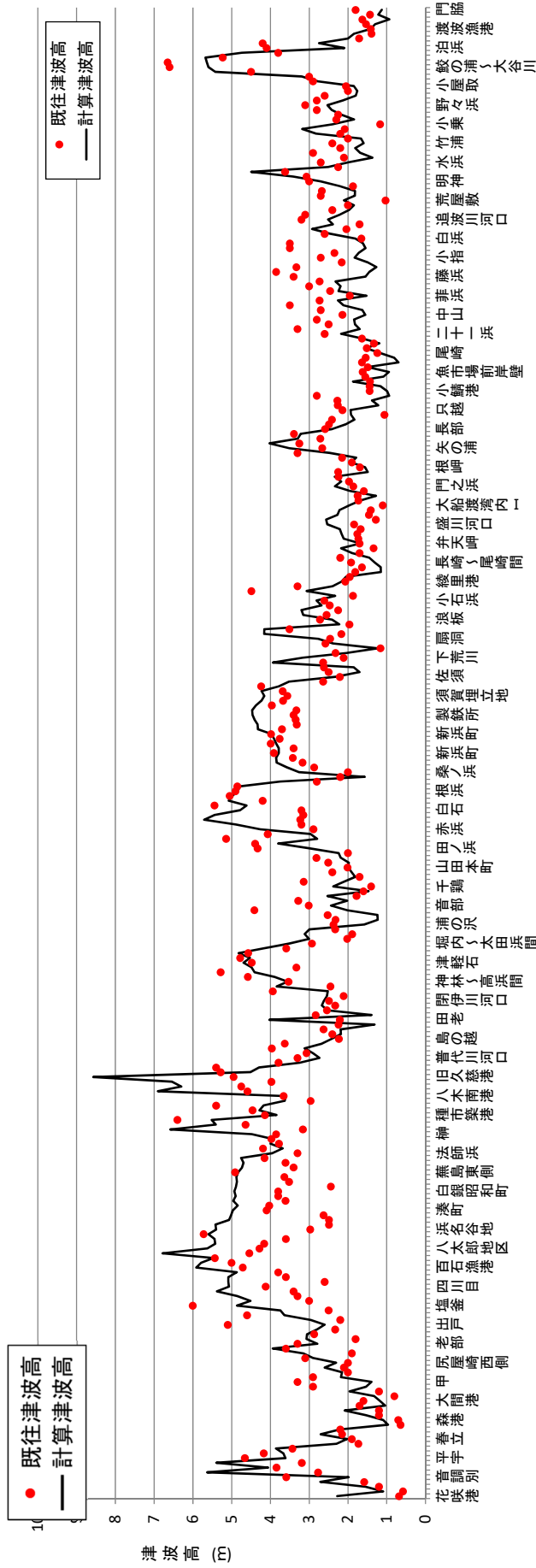
比較地域	地点数n	K	$\kappa$
厚岸～大原	71	1.01	1.42



注1：既往津波高は羽鳥(2000) (5)

第10図 既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較(1856年の津波)(1/3)

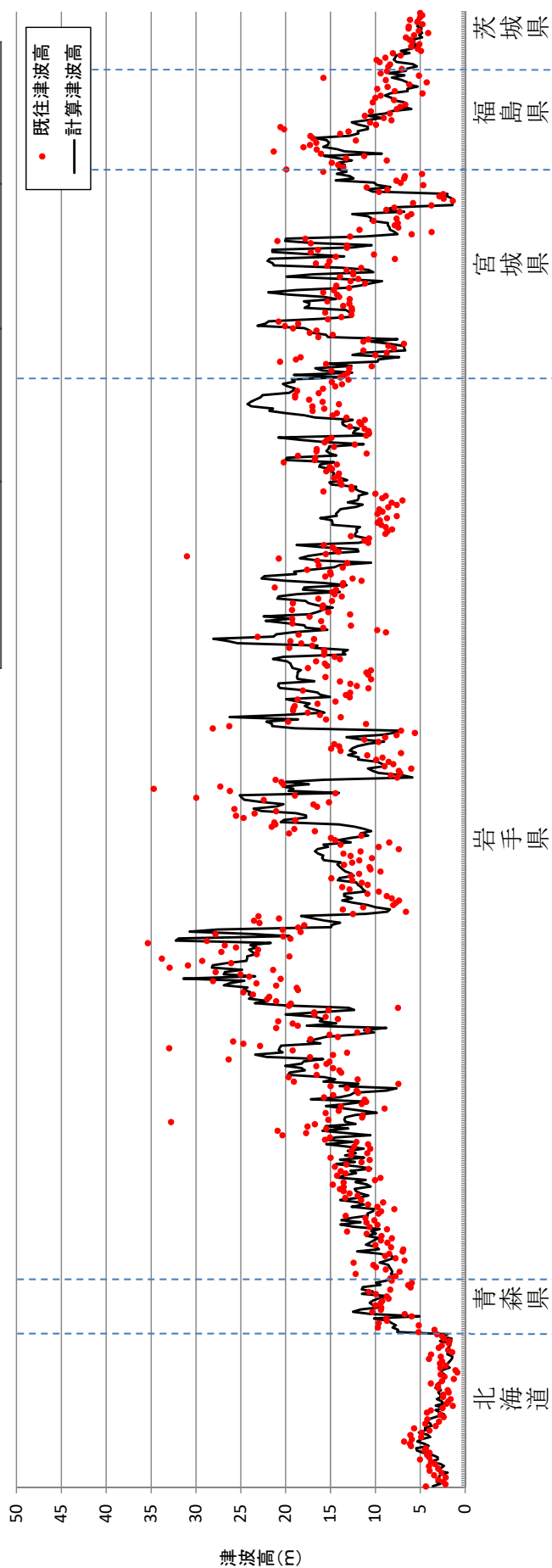
比較地域	地点数n	K	$\kappa$
花咲港～門脇	313	0.99	1.44



注1：既往津波高は岸(1969) (11)

第10図 既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較(1968年十勝沖地震に伴う津波)(2/3)

比較地域	地点数n	K	κ
根室市～日立市	660	0.952	1.36



注 1：既往津波高は東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012)<sup>(13)</sup>

第 10 図 既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較(2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う津波) (3/3)

## 7. 既往知見を踏まえた津波の評価

### (1) 地震に起因する津波の評価

#### (i) 対象とする地震

地震に起因する津波の評価においては、敷地に影響を与える可能性がある津波の波源として、プレート間地震、海洋プレート内地震及び海域の活断層による地殻内地震について検討した。

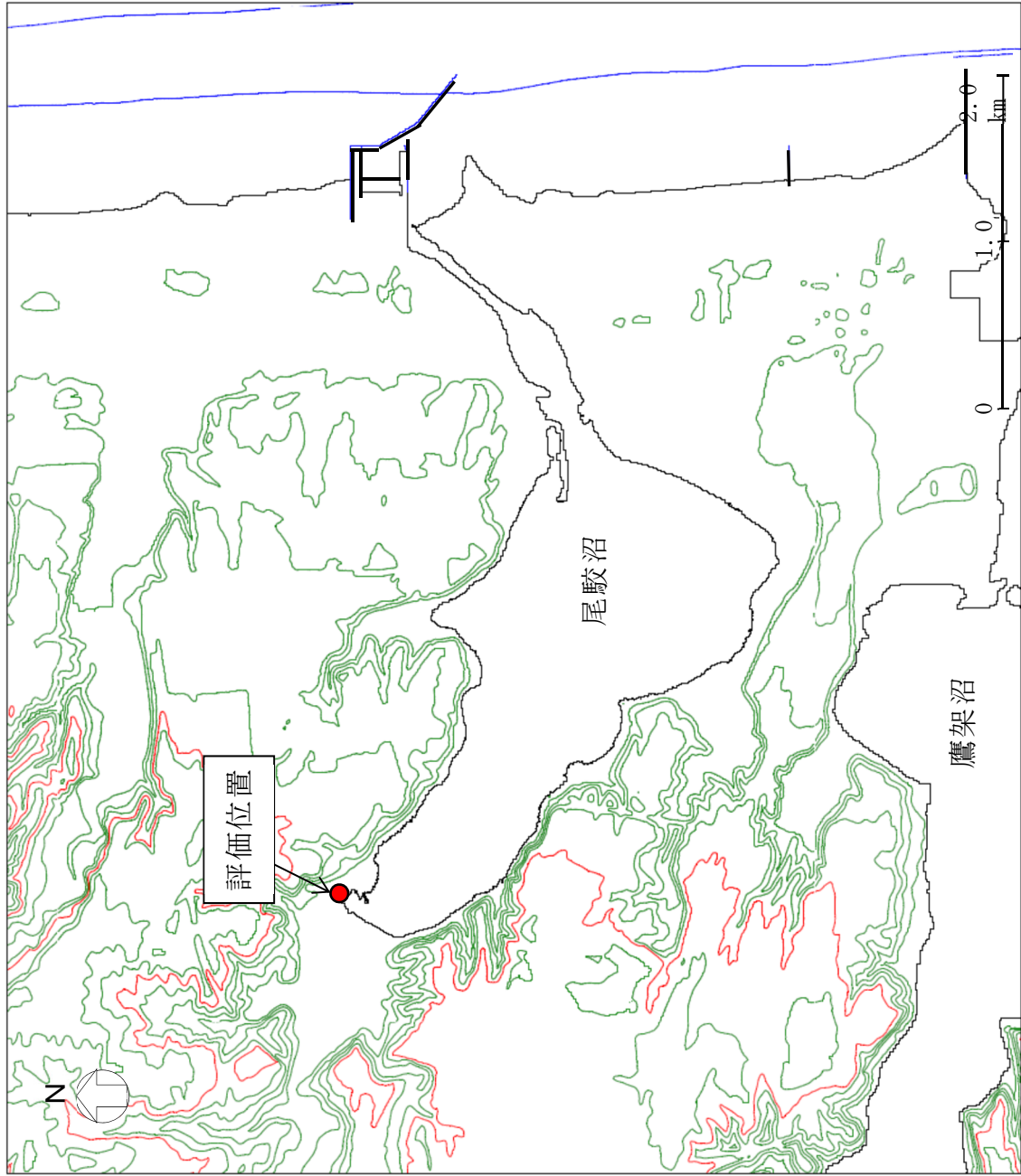
#### (ii) 数値シミュレーションの手法

数値シミュレーションにおける主な計算条件、計算領域、水深及び格子分割については、第6表、第8図及び第9図に示す既往津波の再現性の確認と同様の条件とした。

評価位置については、尾駁沼の形状を踏まえ、第11図に示す尾駁沼奥の地点を選定した。また、尾駁沼入り口前面には防波堤が設置されていることから、防波堤を考慮して検討を行った。

さらに、津波による影響を評価するに当たっては、朔望平均満潮位及び地殻変動量を考慮した津波高について評価することとした。





注1: コンター線は、10mピッチ

第11図 津波高の評価位置

(iii) プレート間地震に起因する津波の評価

プレート間地震は、地震調査委員会(2012)<sup>(16)</sup>で示されている三陸沖北部のプレート間地震、津波地震及び2011年東北地方太平洋沖地震で得られた、発生領域、震源域の形態及び発生間隔に関する知見を踏まえ、三陸沖北部と隣り合う領域の連動を考慮した連動型地震について検討した。

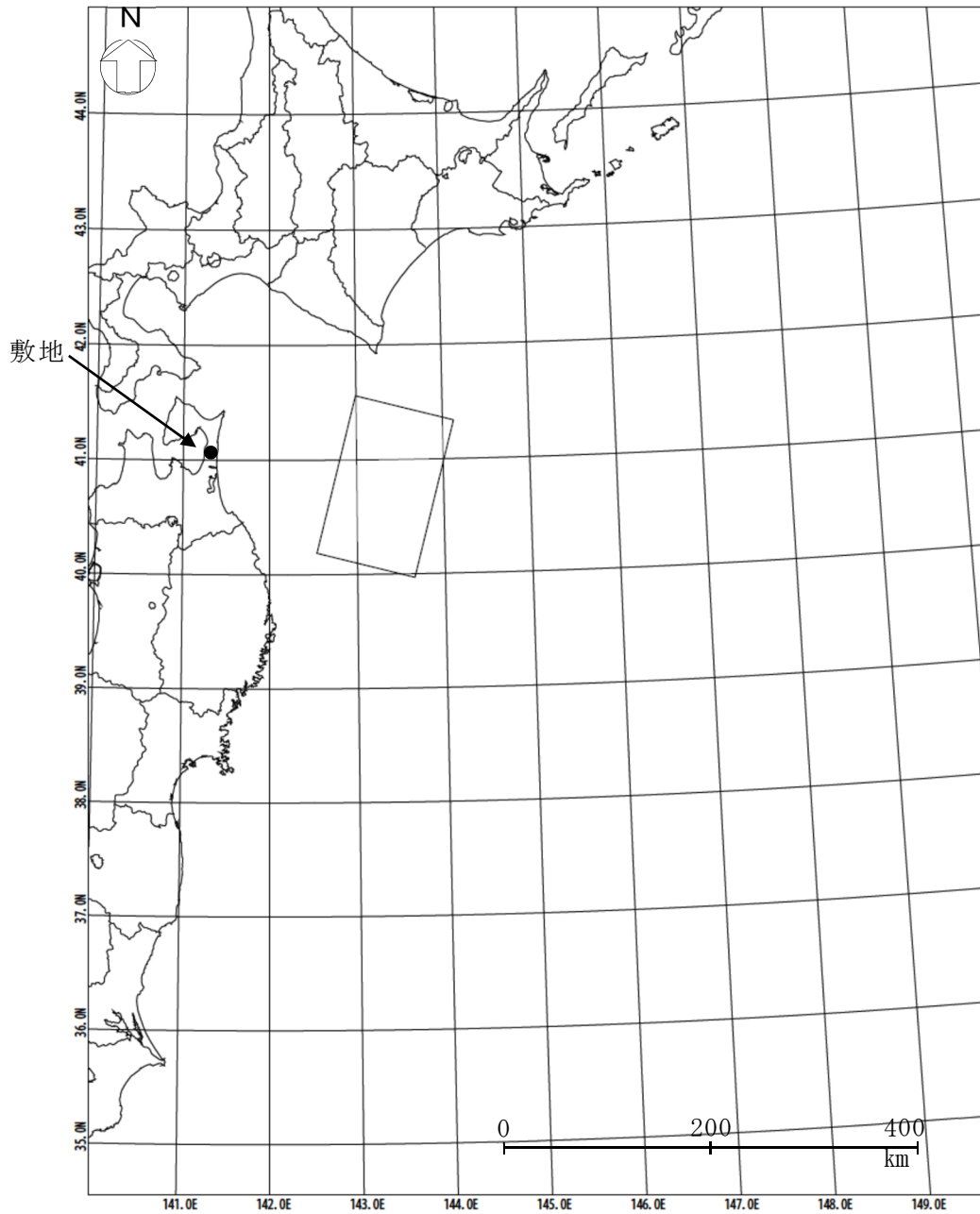
連動型地震については、三陸沖北部から北方の千島海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「北方への連動型地震」という。)及び三陸沖北部から南方の日本海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「南方への連動型地震」という。)が考えられるが、ここでは北方への連動型地震の波源モデルを設定して検討を実施する。一方、南方への連動型地震については青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(36)(53)</sup>の結果を参照する。

なお、南方への連動型地震については地震調査委員会(2019)<sup>(37)</sup>の知見もあるが、敷地前面の三陸沖北部に超大すべり域及び大すべり域を設定した青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(36)(53)</sup>の方が敷地への影響は大きいと評価した。

a. 基本モデル

(a) 三陸沖北部のプレート間地震

三陸沖北部のプレート間地震の波源モデルについては、1856年の津波が古記録より推定されていることから、同一海域で発生し各地の津波高が数多く観測されている1968年十勝沖地震に伴う津波を対象とすることとし、前述の既往津波を再現する波源モデルを基に、地震規模が既往最大のMw8.4となるようにスケーリング則に基づき設定した。第12図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L. +1.38mであった。



諸元

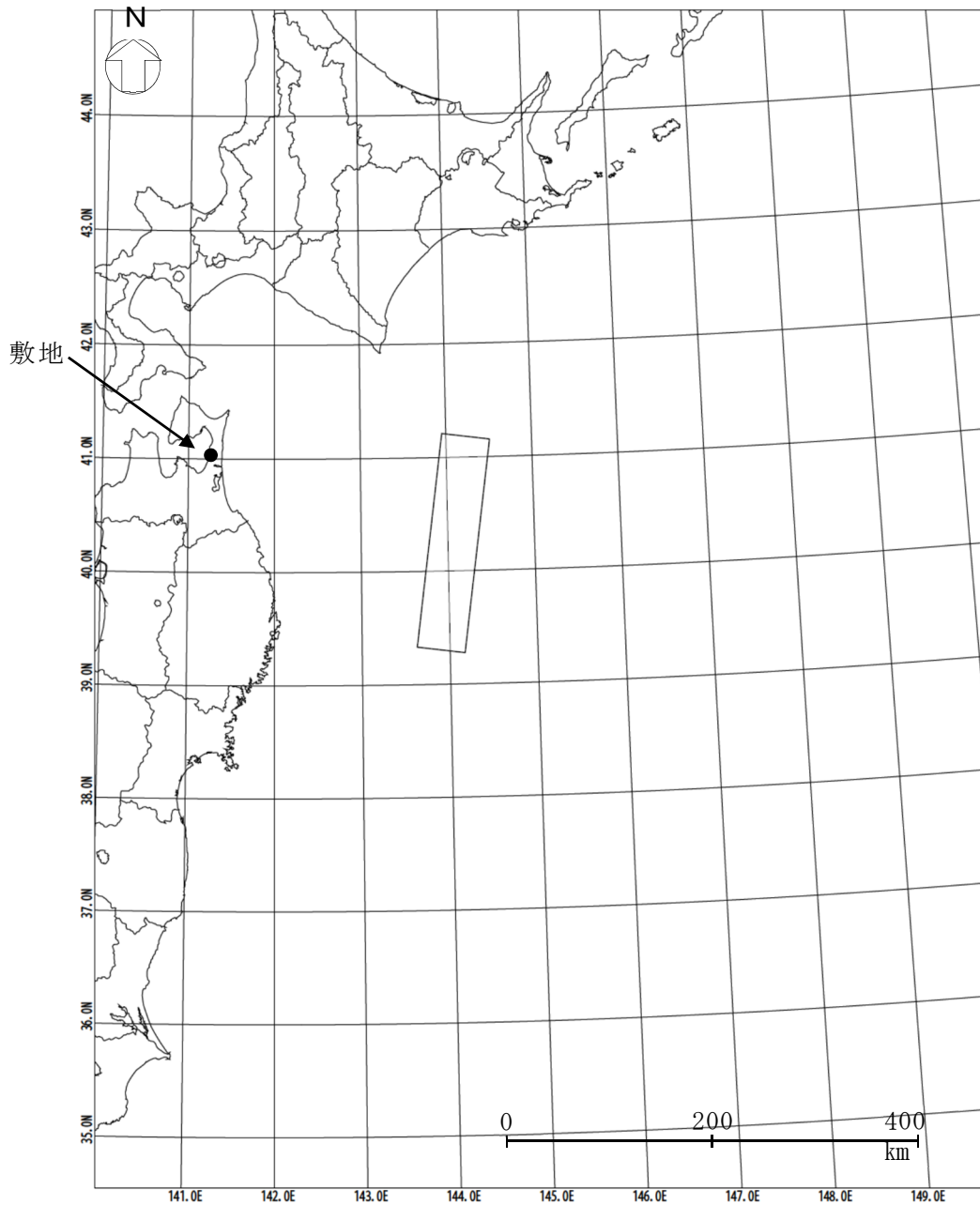
(第7図(2/2)に示す波源モデルの諸元を補正)

モーメント マグニチュード <sup>1)</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜 角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.4	157	104	195	12	20	76	$5.0 \times 10^{10}$	6.16

第12図 三陸沖北部のプレート間地震の波源モデルの位置及び諸元

(b) 津波地震

津波地震の波源モデルについては、土木学会(2002)<sup>(22)</sup>で示されている 1896 年明治三陸地震津波の波源モデル(地震規模は既往最大の Mw8.3)を設定した。第 13 図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高は T.M.S.L. +1.28m であった。



諸元

(土木学会(2002)<sup>(22)</sup>の諸元)

モーメント マグニチュード <sup>1)</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜 角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.3	210	50	188	1	20	75	$3.5 \times 10^{10}$	9.70

第 13 図 津波地震の波源モデルの位置及び諸元

(c) 北方への連動型地震

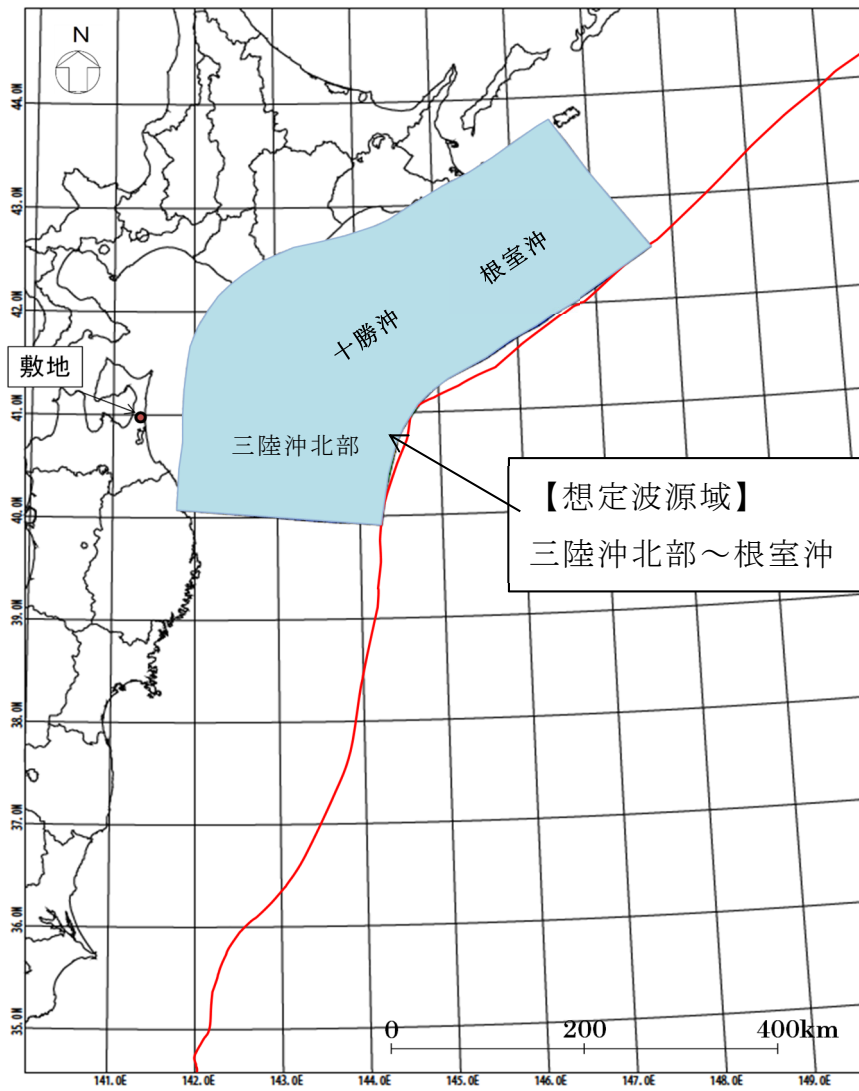
北方への連動型地震の波源モデルについては、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(2006)<sup>(38)</sup>、文部科学省測地学分科会(2014)<sup>(39)</sup>及び地震調査委員会(2017)<sup>(40)</sup>を参考に、第14図に示す敷地前面の三陸沖北部から根室沖までの領域を想定波源域として設定した。

波源モデルの設定に当たり、断層面積は地震調査委員会(2004)<sup>(41)</sup>及び地震調査委員会(2012)<sup>(16)</sup>を参考にプレート面形状を設定した上で算定した。波源モデルの平均すべり量については、地震の規模に関するスケーリング則と地震モーメントの定義式から算定し、その際の平均応力降下量については内閣府(2012)<sup>(23)</sup>を参考に3.0MPaと設定し、剛性率については土木学会(2016)<sup>(28)</sup>を参考に $5.0 \times 10^{10} \text{N/m}^2$ と設定した。

すべり量の不均質性については、内閣府(2012)<sup>(23)</sup>を参考に、超大すべり域及び大すべり域のすべり量をそれぞれ平均すべり量の4倍及び2倍に、面積をそれぞれ全体面積の5%程度及び15%程度(超大すべり域と合わせて20%程度)となるように設定した。超大すべり域の位置については、基本的には三陸沖北部及び十勝沖・根室沖の領域にそれぞれ存在すると想定されるが、保守的に敷地前面の三陸沖北部にひとつにまとめ、内閣府(2012)<sup>(23)</sup>及び青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(36)</sup>を参考にプレート境界浅部のすべりが大きくなるよう配置した。大すべり域の位置は超大すべり域を取り囲むように配置した。

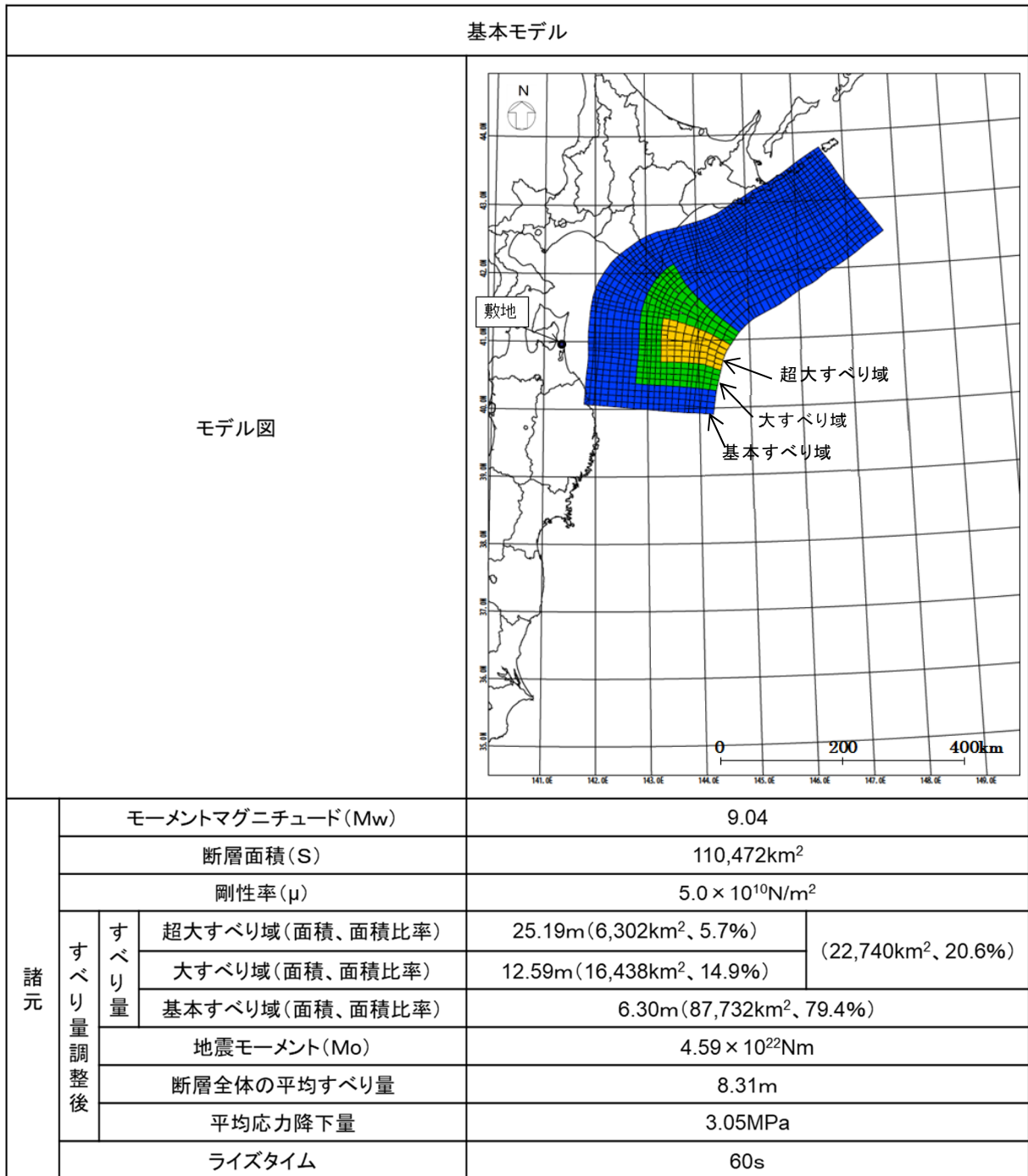
さらに、上述のとおり設定したモデルに対し、超大すべり域及び大すべり域を考慮した平均応力降下量が約3MPaとなるように地震モーメント(すべり量)の調整を行い、Mw9.04のモデルを設定した。また、ライズタイムについては60秒とした。

第15図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L.+2.32mであった。



\*1：赤線で示す海溝軸は地震調査研究推進本部(2004、2012)<sup>(41)(16)</sup>をトレース。

第 14 図 北方への連動型地震の想定波源域\*1



第 15 図 北方への連動型地震の波源モデルの位置及び諸元 (基本モデル)



b. 不確かさの考慮に係る評価

三陸沖北部のプレート間地震、津波地震及び北方への連動型地震のうち、評価位置における津波高が最大となる北方への連動型地震について、波源特性、波源位置及び破壊開始点の不確かさを考慮し評価を実施した。さらに、不確かさの考慮において評価位置における津波高が最大となるケースと、南方への連動型地震である青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(36)</sup>の結果の比較を行い、津波高の高いケースをプレート間地震に起因する津波の最大ケースとして評価した。

波源特性の不確かさについては、すべり量の不確かさを考慮したすべり量割増モデル及びすべり分布の不確かさを考慮した海溝側強調モデルを設定した。第16図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高は、すべり量割増モデルで T. M. S. L. +3.01m、海溝側強調モデルで T. M. S. L. +3.00m であった。

波源位置の不確かさについては、すべり量割増モデル及び海溝側強調モデルのそれぞれについて、北へ約 50 km 移動させたケース並びに南へ約 50 km、約 100 km 及び約 150 km 移動させたケースを設定した。数値シミュレーションを実施した結果、評価位置における津波高が最大となるのは、すべり量割増モデルを南に約 100 km 移動させたケースで、T. M. S. L. +3.65m であった。

破壊開始点の不確かさについては、波源位置を変動させた検討において評価位置における津波高が最大となるすべり量割増モデルを南に約 100 km 移動させたケースについて、内閣府(2012)<sup>(23)</sup>を参考に複数設定した。第17図に示す位置で破壊開始点を設定し数値シミュレーションを実施した結果、評価位置における津波高が最大となるのは、破壊開始点として P6 を設定したケースで、T. M. S. L. +4.00m であった(第18図参照)。

廃棄物埋設地への遡上経路としては中央沢が考えられるが、中央沢入口での津波高は評価位置の津波高と同程度であり、廃棄物埋設地まで到達していないことが確認できる(第18図参照)。また、第18図に示すとおり、北方への連動型地震の敷地近傍の海岸線上における津波高は、T. M. S. L. +10.00m 以上であった。

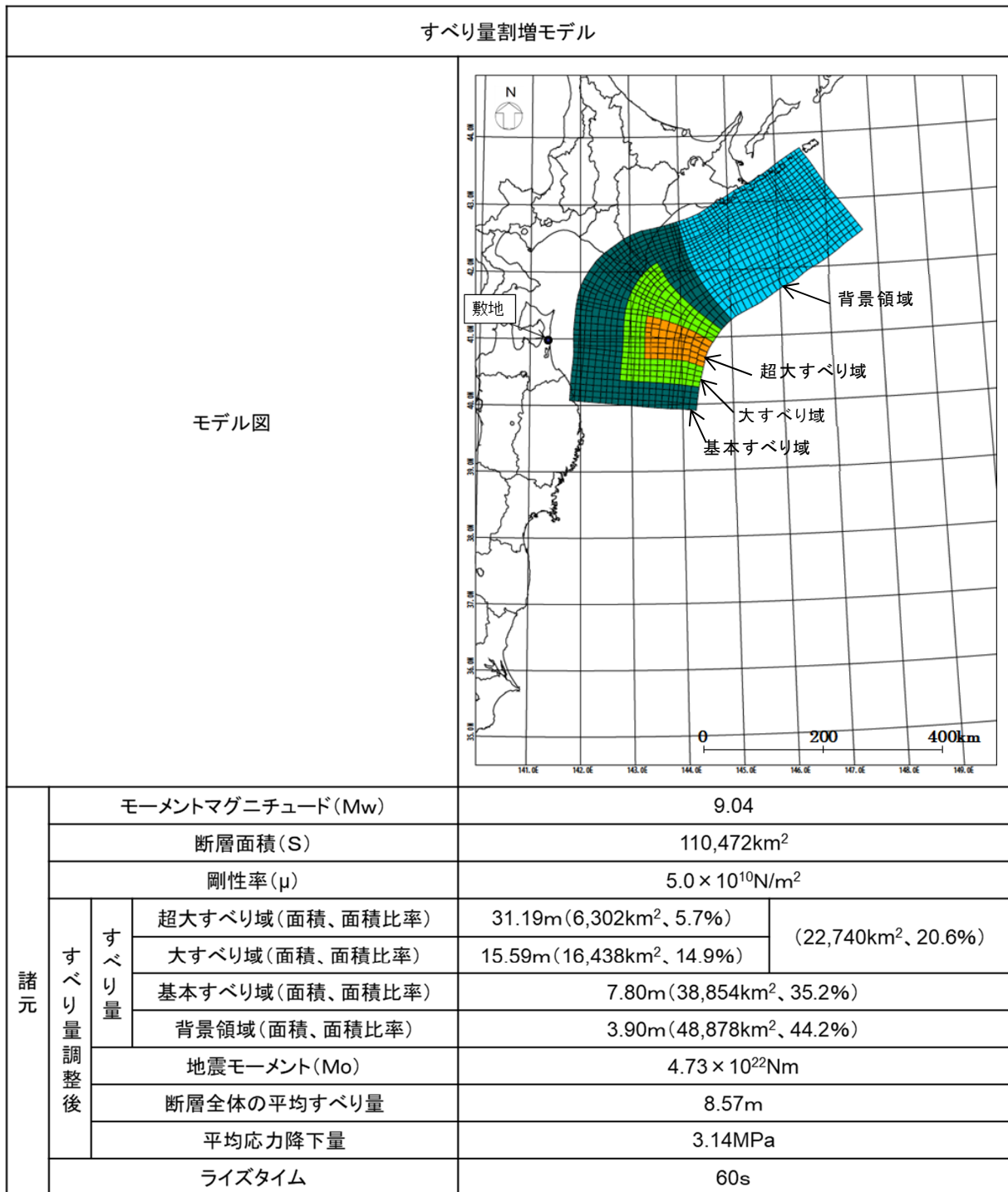
南方への連動型地震については、青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(36)</sup><sup>(53)</sup>では、不確実性を考慮した青森県太平洋沿岸に最も影響を及ぼす最大クラス(L2津波)の津波を想定し、検討を実施している。また、2011年東北地方太平洋沖地

震の知見を踏まえ、三陸沖北部の海溝沿いに、大すべり域と超大すべり域を設定している。青森県の設定した波源モデルを第 19 図及び第 20 図に示す。

ここで内閣府(2012)<sup>(23)</sup>より、L2 津波とは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で想定する津波であり、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波としている。

青森県海岸津波対策検討会(2012、2015)<sup>(36)(53)</sup>によると、六ヶ所村沿岸に來襲する津波高について、敷地近傍においては T.M.S.L. +10m に達しておらず(第 21 図参照)、公表された浸水深分布からも、敷地に津波は到達していないことが確認できる(第 22 図参照)。また、中央沢付近を見ても、廃棄物埋設地を設置する位置まで津波は到達していないことが確認できる。一方、北方への連動型地震は、第 18 図に示すとおり、敷地近傍の海岸線上における津波高は T.M.S.L. +10m 以上であった。

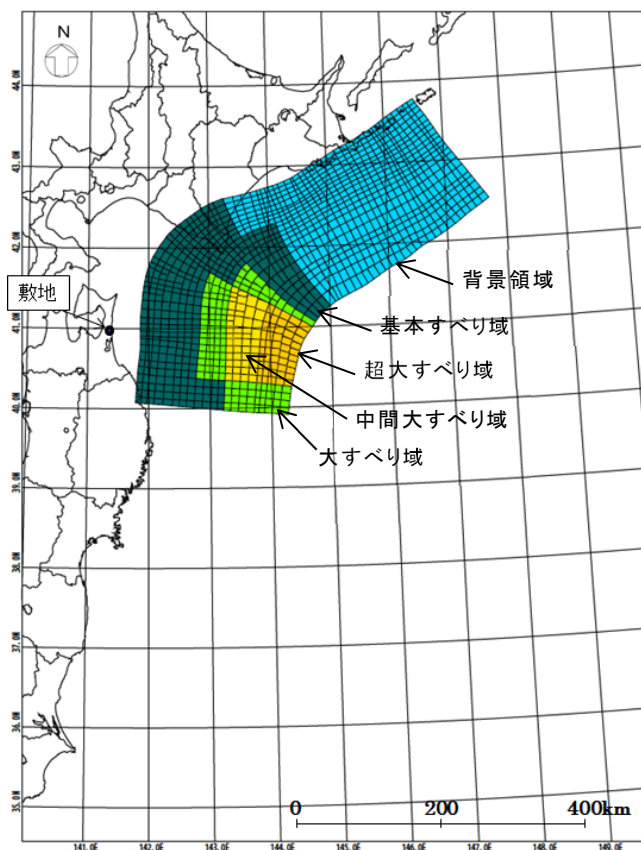
以上より、プレート間地震に起因する津波について、評価位置における津波高が最大となるのは、北方への連動型地震のすべり量割増モデルを南に約 100 km 移動させ破壊開始点を P6 と設定したケースであり、その津波高は評価位置において T.M.S.L. +4.00m であった。



第 16 図 北方への連動型地震の波源モデルの位置及び諸元(1/2) (すべり量割増モデル)

海溝側強調モデル

モデル図

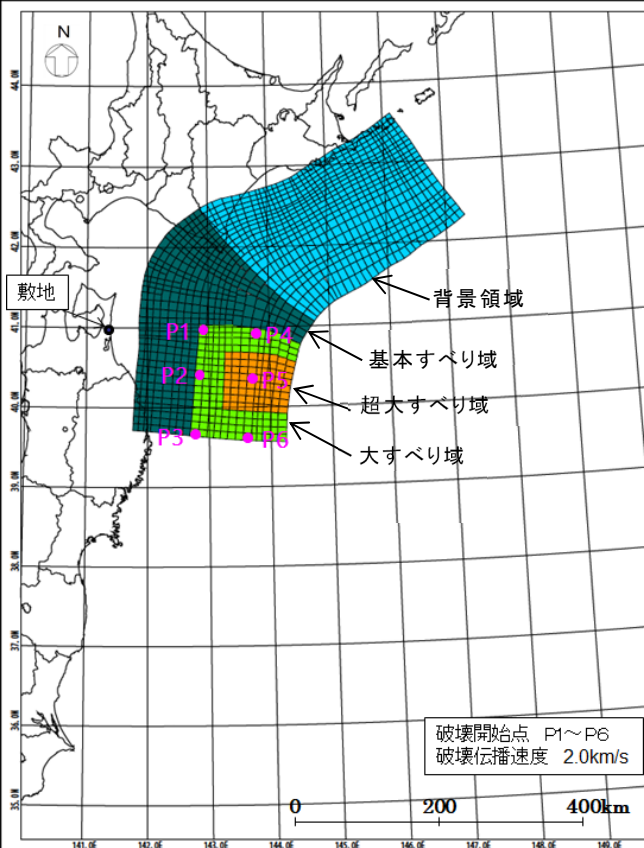


諸元	モーメントマグニチュード(Mw)		9.04		
	断層面積(S)		110,472km <sup>2</sup>		
	剛性率(μ)		5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>		
	すべり量調整後	すべり量	超大すべり域(面積、面積比率)	29.77m(5,696km <sup>2</sup> 、5.2%)	(23,191km <sup>2</sup> 、21.0%)
			中間大すべり域(面積、面積比率)	22.33m(6,018km <sup>2</sup> 、5.4%)	
			大すべり域(面積、面積比率)	14.88m(11,477km <sup>2</sup> 、10.4%)	
			基本すべり域(面積、面積比率)	7.44m(35,022km <sup>2</sup> 、31.7%)	
			背景領域(面積、面積比率)	3.72m(52,259km <sup>2</sup> 、47.3%)	
		地震モーメント(Mo)		4.65 × 10 <sup>22</sup> Nm	
		断層全体の平均すべり量		8.42m	
	平均応力降下量		3.08MPa		
	ライズタイム		60s		

第 16 図 北方への連動型地震の波源モデルの位置及び諸元(2/2) (海溝側強調モデル)

破壊開始点の不確かさ検討モデル


モデル図



諸元	モーメントマグニチュード(Mw)		9.04		
	断層面積(S)		112,309km <sup>2</sup>		
	剛性率(μ)		5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>		
	すべり量調整後	すべり量	超大すべり域(面積、面積比率)	31.19m(7,530km <sup>2</sup> 、6.7%)	(20,968km <sup>2</sup> 、18.7%)
			大すべり域(面積、面積比率)	15.59m(13,438km <sup>2</sup> 、12.0%)	
		基本すべり域(面積、面積比率)	7.80m(36,623km <sup>2</sup> 、32.6%)		
		背景領域(面積、面積比率)	3.90m(54,718km <sup>2</sup> 、48.7%)		
	地震モーメント(Mo)		4.72 × 10 <sup>22</sup> Nm		
	断層全体の平均すべり量		8.40m		
	平均応力降下量		3.05MPa		
ライズタイム		60s			

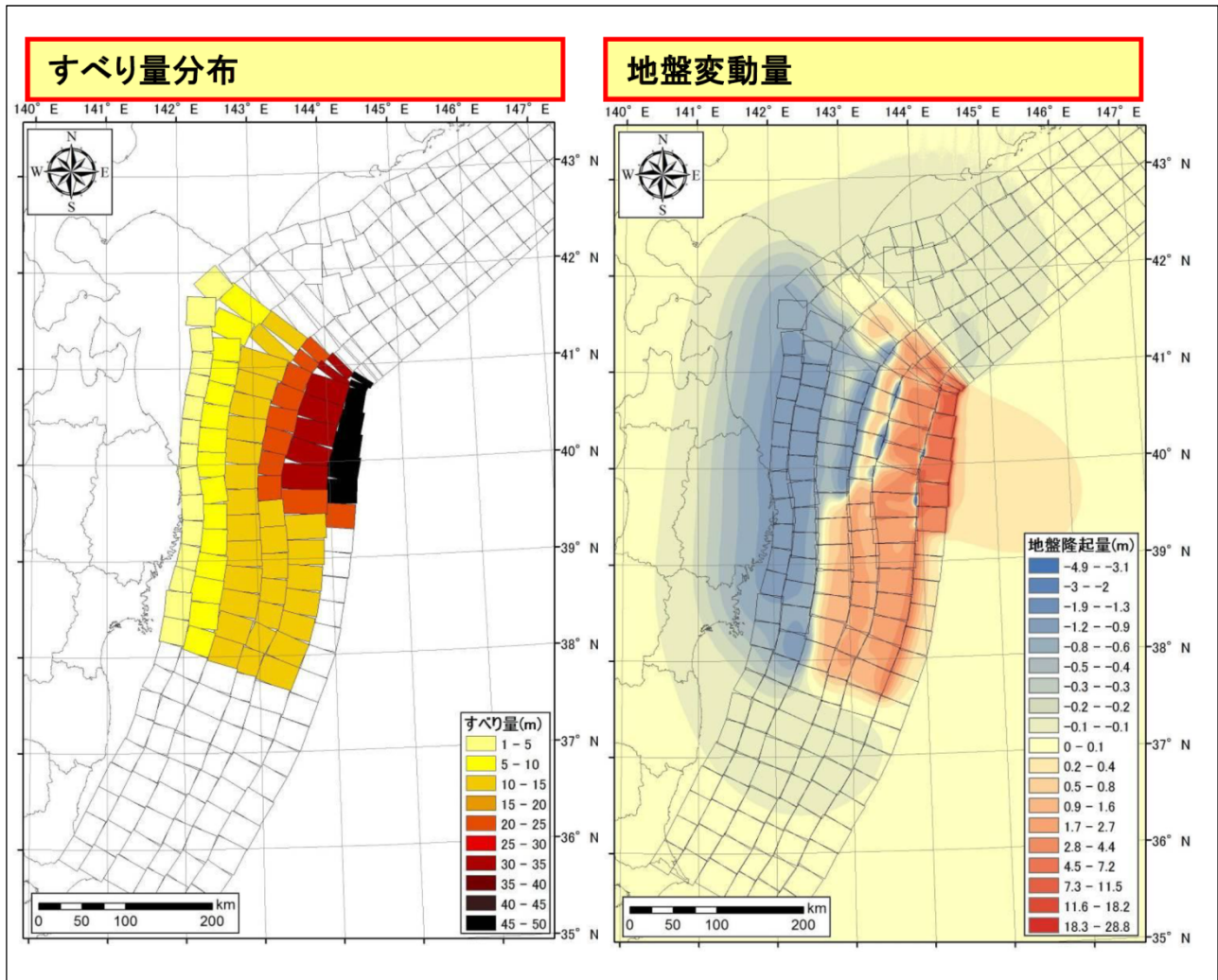
第 17 図 破壊開始点の位置



対象津波		H24 青森県太平洋側想定地震津波
マグニチュード		Mw = 9.0
使用モデル		H24 青森県太平洋側独自断層モデル
概要	説明	中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」で平成17年6月22日に検討された「三陸沖北部の地震」と「明治三陸タイプ地震」を網羅する津波断層領域を想定した地震。
	震源域	

\*1：青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(36)</sup>より抜粋、一部加筆。

第19図 南方への連動型地震の想定波源域\*1

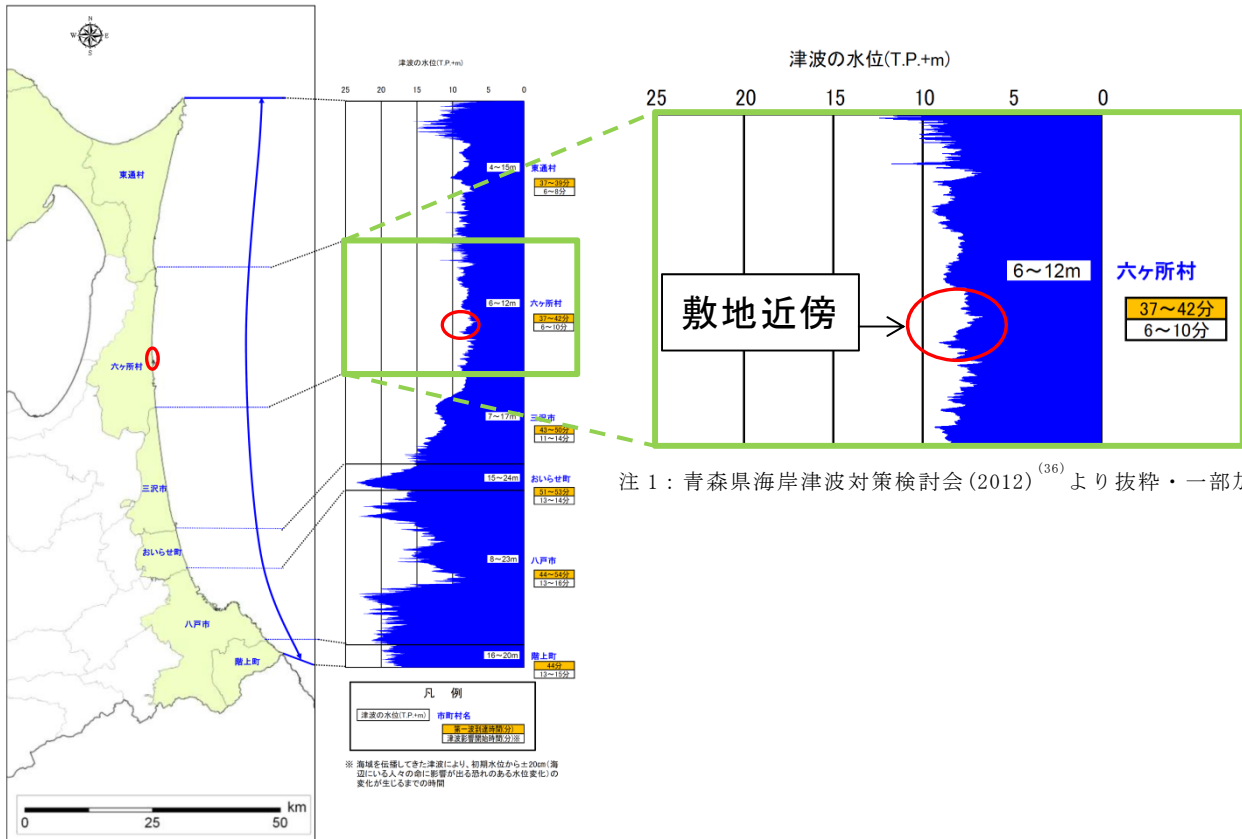


\*1: 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(36)</sup>より抜粋。

第 20 図 青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(36)</sup>による最大クラスの  
津波断層モデル(すべり量分布及び地盤変動量)\*1

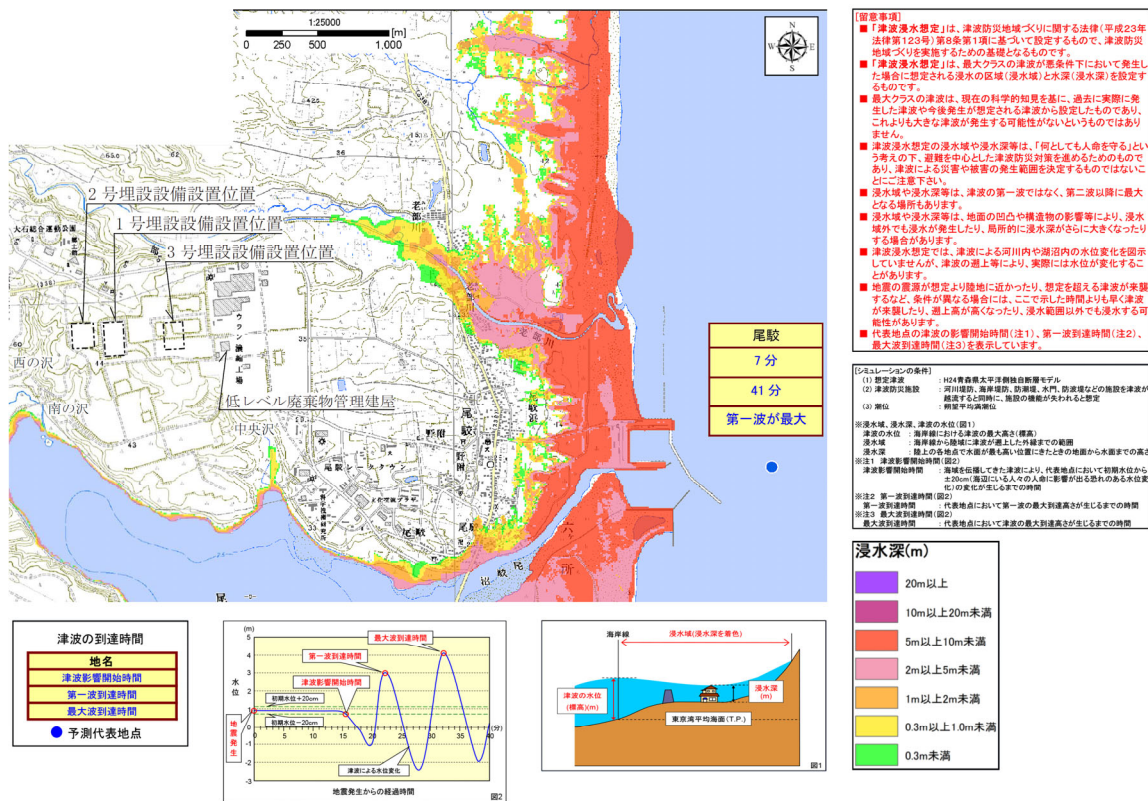


H24青森県太平洋側想定地震 海岸線上の津波の水位(青森県太平洋岸)



注1：青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(36)</sup>より抜粋・一部加筆。

第21図 南方への連動型地震に起因する津波の検討結果



注1：青森県海岸津波対策検討会(2012)<sup>(36)</sup>より抜粋・一部加筆。

第22図 南方への連動型地震に起因する津波の検討結果(浸水予測図)

a. 尾駁沼の固有周期に係る検討

評価位置は尾駁沼の奥に位置していることから、評価位置における津波高の算出に当たり、尾駁沼の固有周期の影響が数値シミュレーションに反映されていることを確認するため、尾駁沼の固有周期に係る検討を実施した。

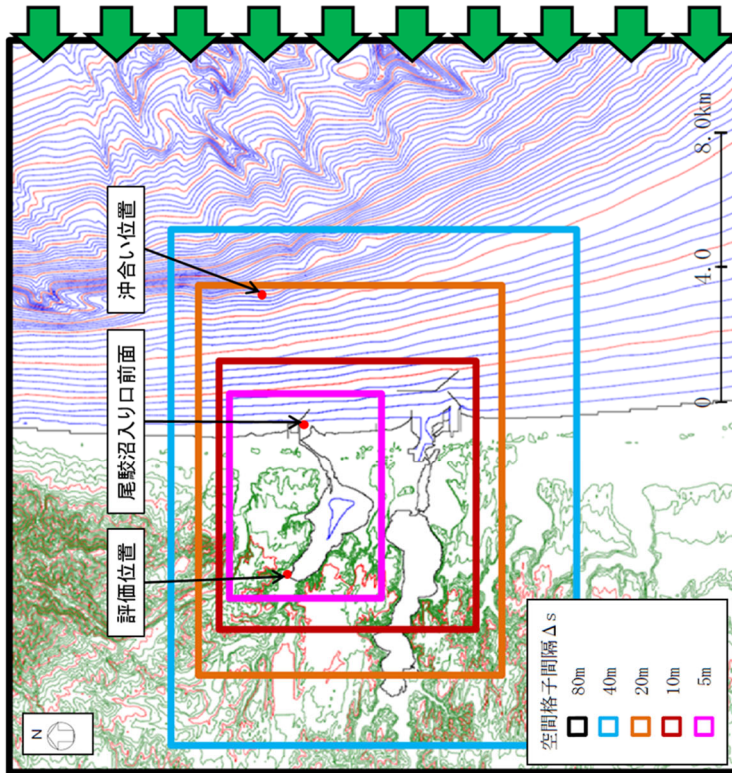
尾駁沼の固有周期を確認するため、第9図に示す敷地近傍の計算領域において、周期を変化させた正弦波を入力し、評価位置における水位増幅率を求めた結果を第23図に示す。沖合い位置に対する評価位置の水位増幅率は、15分程度の周期帯においてピークを示し、それ以外の周期帯については減衰していることから、尾駁沼の固有周期は15分程度であると評価した。

次に、第18図に示すケースの数値シミュレーションによる水位変動量時刻歴波形を用いて周波数分析を実施した結果を第24図に示す。評価位置において15分程度の周期帯が卓越しており、正弦波入力による検討で評価した尾駁沼の固有周期の影響を捉えていることを確認した。

なお、尾駁沼の固有周期を踏まえ、数値シミュレーションで設定している格子間隔の妥当性について検討した結果、第25図に示すとおり、格子間隔が土木学会(2016)<sup>(28)</sup>により算定される格子間隔の目安に対して十分小さいことを確認した。

以上のことから、評価位置における津波高の結果には、数値シミュレーションにより尾駁沼の固有周期の影響が反映されていると評価した。

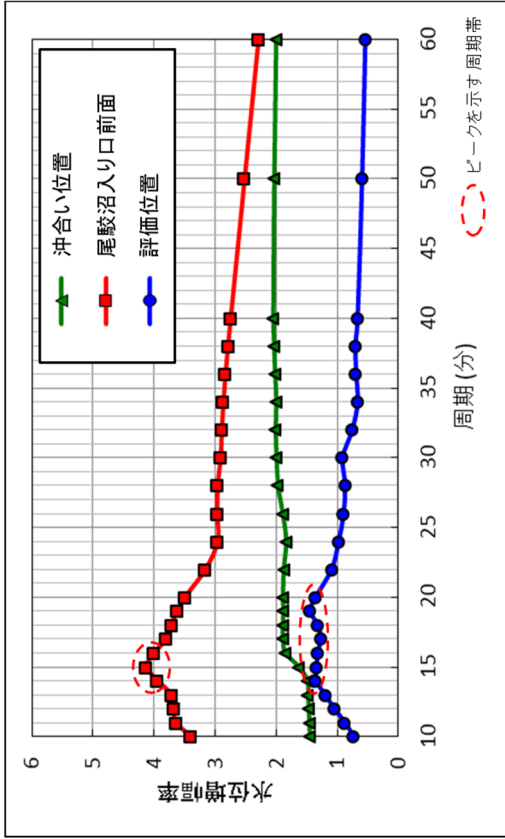
周期を変化させた正弦波を入力



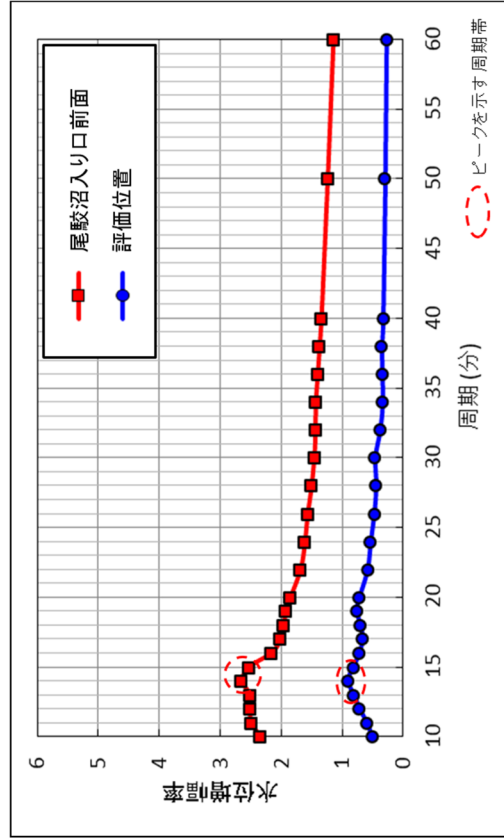
注1: コンター線は、陸域10m、海域5mピッチ

主な条件

正弦波の波長	3波長
正弦波の振幅	1m
正弦波の周期	10分から20分まで1分ピッチ, 20分から40分まで2分ピッチ, 50分, 60分のケースとした。
潮位条件	T. M. S. L. ±0.0m
時間格子間隔: Δt(s)	0.1



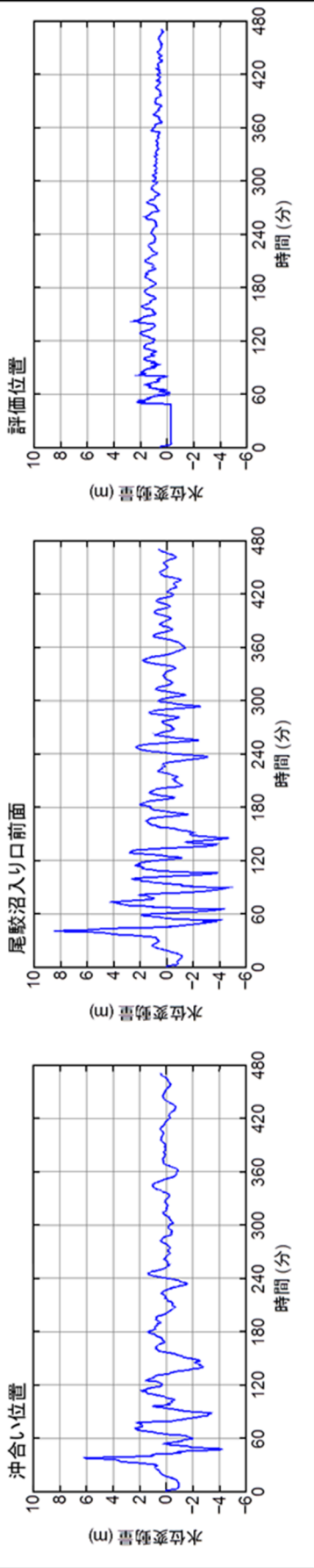
入力波に対する水位増幅率



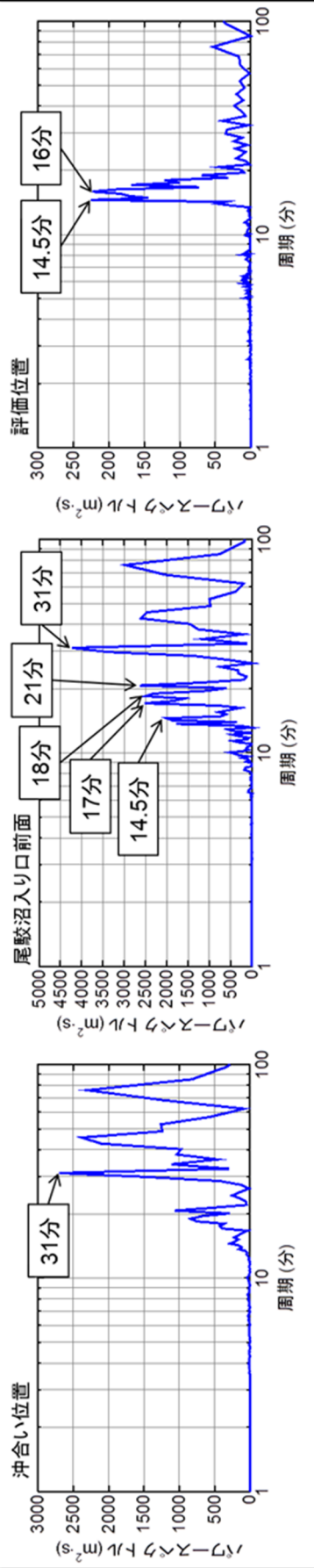
沖合い位置に対する水位増幅率

第23図 正弦波入力による検討結果

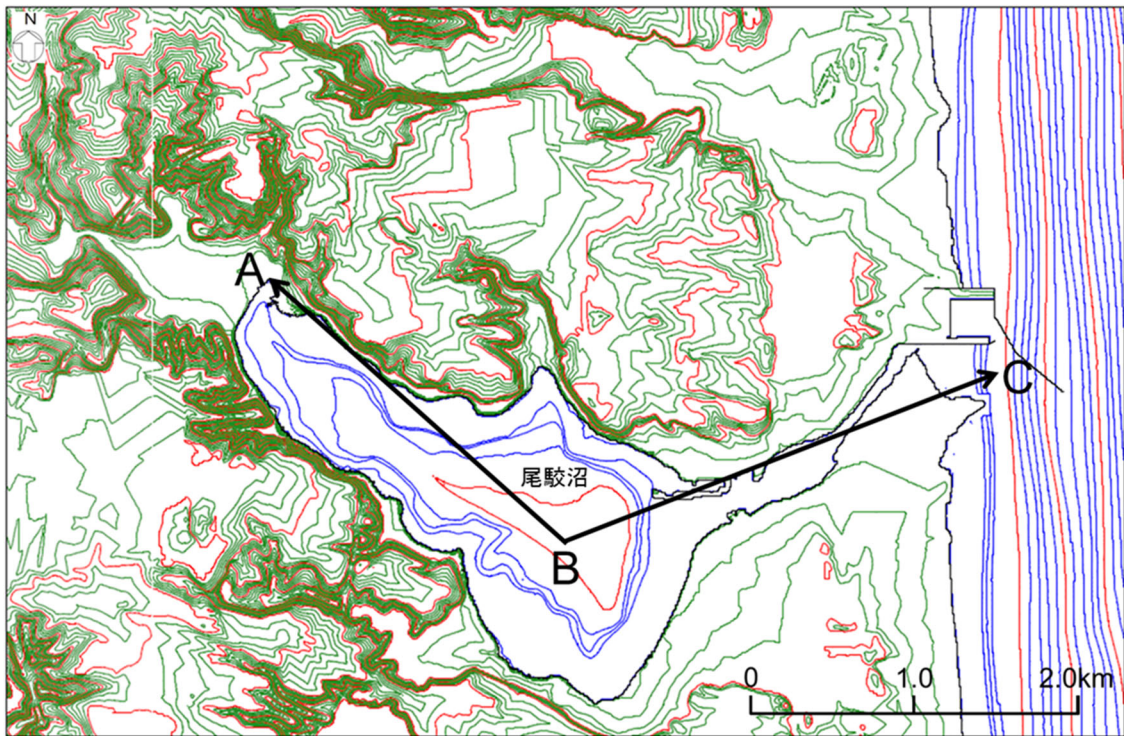
水位変動量時刻歴波形



周波数分析結果



第 24 図 周波数分析結果



注1：コンター線は、陸域2m、海域1mピッチ

土木学会(2016)<sup>(31)</sup>による格子間隔の設定

- ✓ 湾内平均波長:  $L_v = T \cdot (g \cdot h / 2)^{1/2}$
- ✓ 湾中央部より奥の平均波長:  $L_o = T \cdot (g \cdot h / 4)^{1/2}$

$T$  : 入力波周期 (s)、 $g$  : 重力加速度、  
 $h$  : 湾口水深 (m)、 $l$  : 湾口～湾奥の距離 (m)

区分	湾口～湾奥距離 $l$ と湾内平均波長 $L_v$ との関係	格子間隔 $\Delta x$ の目安
湾口～湾中央部	—	$L_v$ の 1/40 程度
湾奥	$L_v/l < 6$	$L_o$ の 1/100 以下
	$6 \leq L_v/l < 10$	$L_o$ の 1/50 程度
	$10 \leq L_v/l$	$L_o$ の 1/40 程度

検討結果

$T(s)$	900
$h(m)$	5
$l(m)$ (A~B~C)	5,300
$L_v(m)$	4,455
$L_o(m)$	3,150
$L_v/l$	0.8
湾奥の $\Delta x(m)$	31
湾口～湾中央部の $\Delta x(m)$	111

土木学会(2016)<sup>(28)</sup>により算定される格子間隔の目安は、尾駁沼奥で31m以下、尾駁沼入り口～尾駁沼中央部で111m程度である。一方、当該領域の格子間隔は5mに設定している。

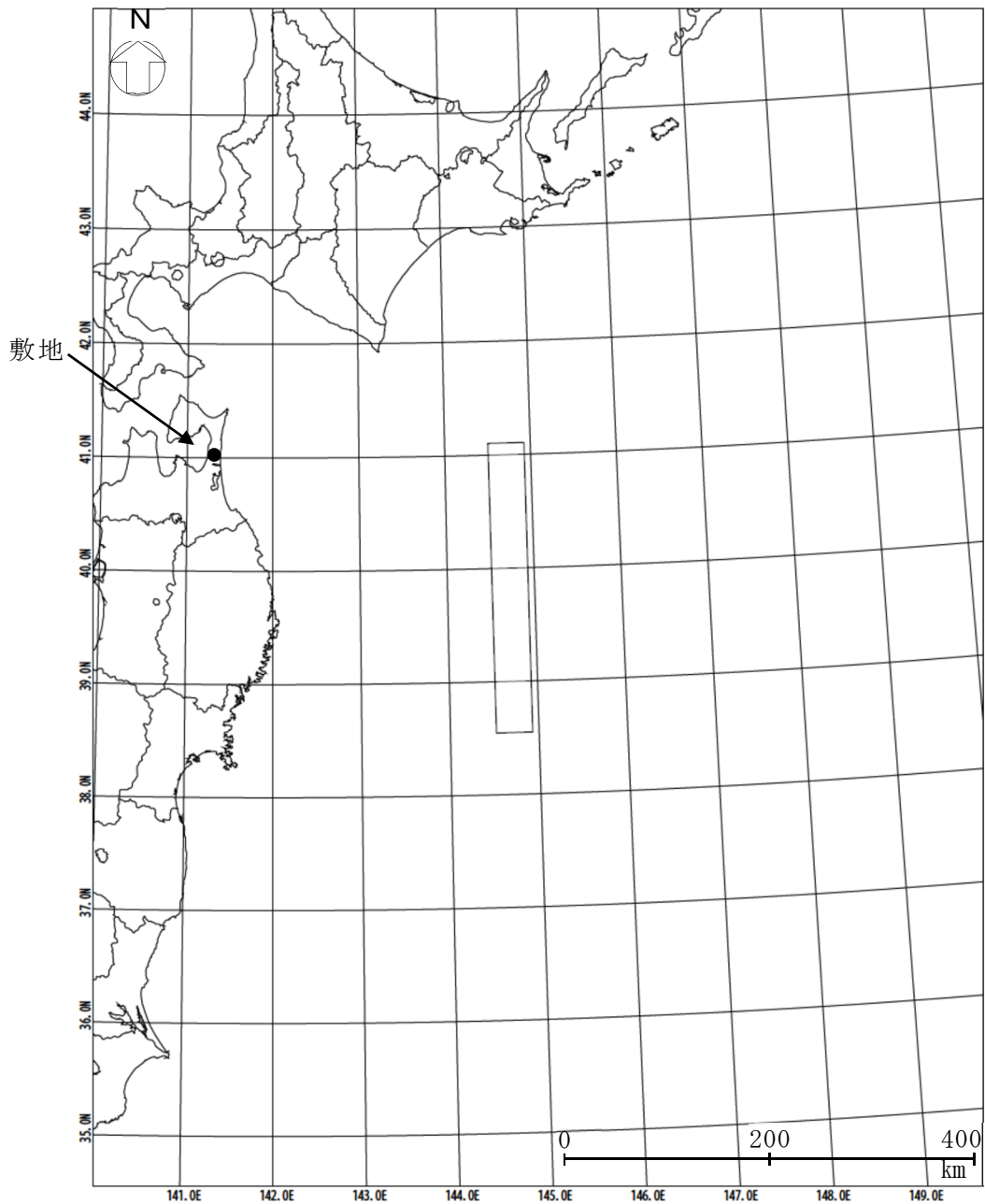
第25図 格子間隔の妥当性に係る検討結果

(iv) 海洋プレート内地震に起因する津波の評価

海洋プレート内地震は、地震調査委員会(2012)<sup>(16)</sup>で示されている正断層型の地震について検討した。

海洋プレート内地震の波源モデルについては、土木学会(2002)<sup>(22)</sup>で示されている1933年昭和三陸地震津波の波源モデルを基に、地震規模が既往最大のMw8.6となるようにスケーリング則に基づき設定した。第26図に示す波源モデルの位置及び諸元に基づき実施した数値シミュレーションの結果、評価位置における津波高はT.M.S.L. +1.35mであった。

以上を踏まえると、海洋プレート内地震に起因する津波は、プレート間地震に起因する津波を上回るものではない。



諸元

(土木学会(2002)<sup>(22)</sup>の諸元を補正)

モーメント マグニチュード <sup>*</sup> Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.6	283	50	180	1	45	270	$7.0 \times 10^{10}$	10.10

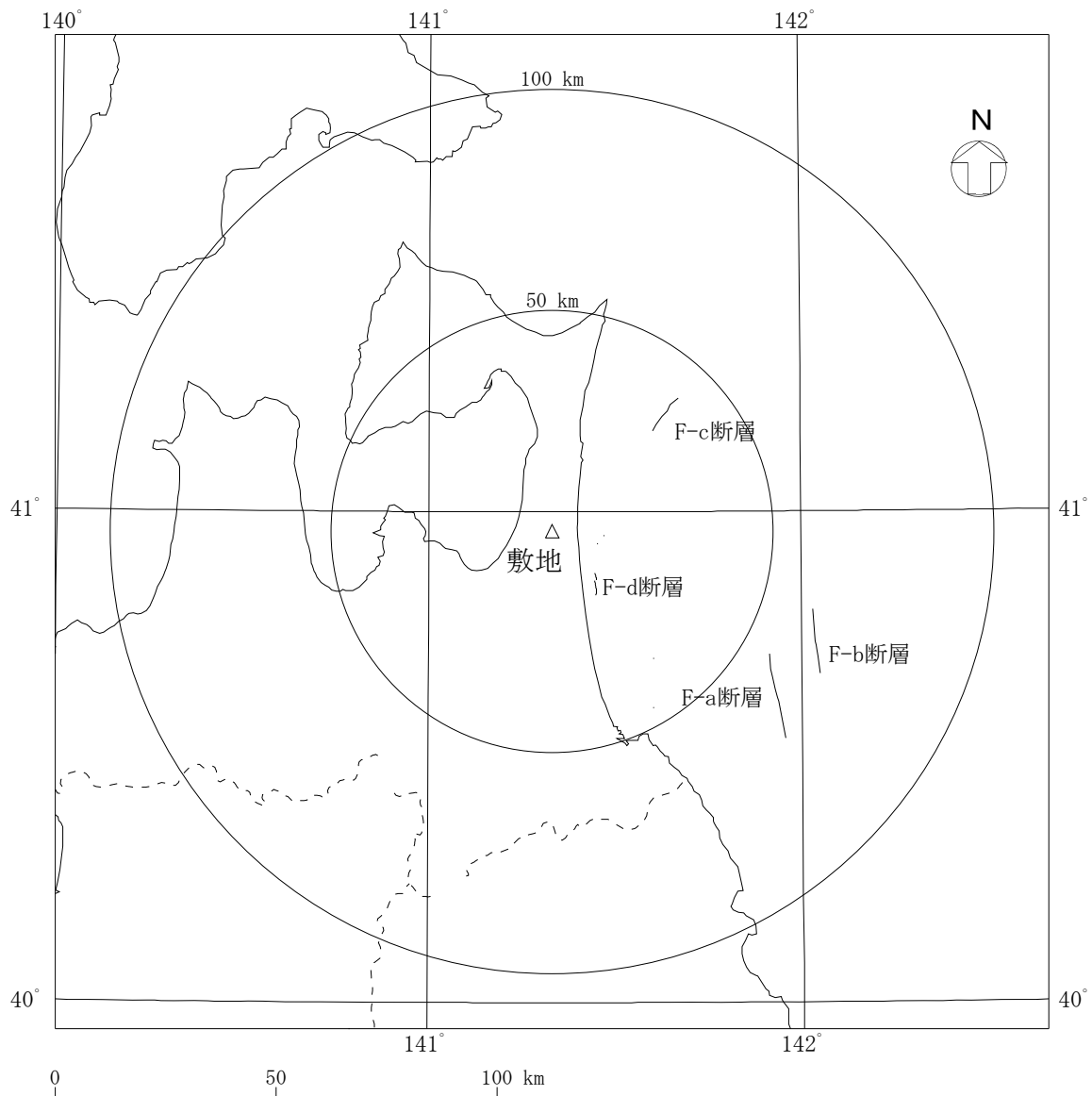
第 26 図 海洋プレート内地震の波源モデルの位置及び諸元 (正断層型の地震)



(v) 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価

海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価を行うに当たり、第 27 図に示す敷地周辺海域の活断層について、阿部(1989)<sup>(42)</sup>の簡易予測式により推定津波高を検討した。

簡易予測式による推定津波高を第 7 表に示す。海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の推定津波高は最大でも 0.3m であり、プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さい。



第 27 図 敷地周辺海域の活断層分布

第 7 表 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の推定津波高

海域活断層	断層長 L (km)	断層幅 W (km)	すべり量 D (m)	地震 モーメント $M_0$ (N·m)	モーメント マグニ チュード $M_w$	津波の 伝播距離 $\Delta$ (km)	推定 津波高 Ht (m)
F-a	20	12.0	2.11	$1.75 \times 10^{19}$	6.8	63	0.3
F-b	15	10.0	1.58	$8.18 \times 10^{18}$	6.5	64	0.2
F-c	15	10.0	1.58	$8.18 \times 10^{18}$	6.5	38	0.3
F-d	6	4.0	0.63	$5.24 \times 10^{17}$	5.7	15	0.2

## (2) 地震以外の要因に起因する津波の評価

### (i) 地すべり等に起因する津波の評価

#### a. 対象地すべりの選定

文献調査によると、敷地周辺における陸上及び海底の地すべり並びに斜面崩壊による歴史津波の記録は知られていない。また、陸上地すべりについて、防災科学技術研究所(2009)<sup>(43)</sup>及び防災科学技術研究所(2013)<sup>(44)</sup>によると、敷地周辺陸域の海岸付近において大規模な地すべり地形は認められない。加えて、海底地すべりについても、徳山ほか(2001)<sup>(45)</sup>によると、敷地周辺海域には海底地すべり地形は認められない。

一方、下北半島太平洋側前面海域の大陸棚部付近を対象に海底地形調査を実施した結果、複数の地すべり地形が抽出されたことから、抽出された地すべり地形に基づく数値シミュレーションにより敷地への影響を評価した。抽出された海底地すべり地形を第 28 図に示す。

抽出された海底地すべり地形のうち、地すべり地形の崩壊規模から数値シミュレーションの対象とする地すべりとして SLS-2 を選定し、地すべり前の海底地形を復元した。海底地すべり地形の断面を第 29 図に示す。

#### b. 海底地すべりの数値シミュレーションの手法

海底地すべりの数値シミュレーションの手法としては、二層流モデル(Maeno and Imamura(2007)<sup>(46)</sup>)及び Kinematic landslide モデル(佐竹・加藤(2002)<sup>(47)</sup>)を用いた。

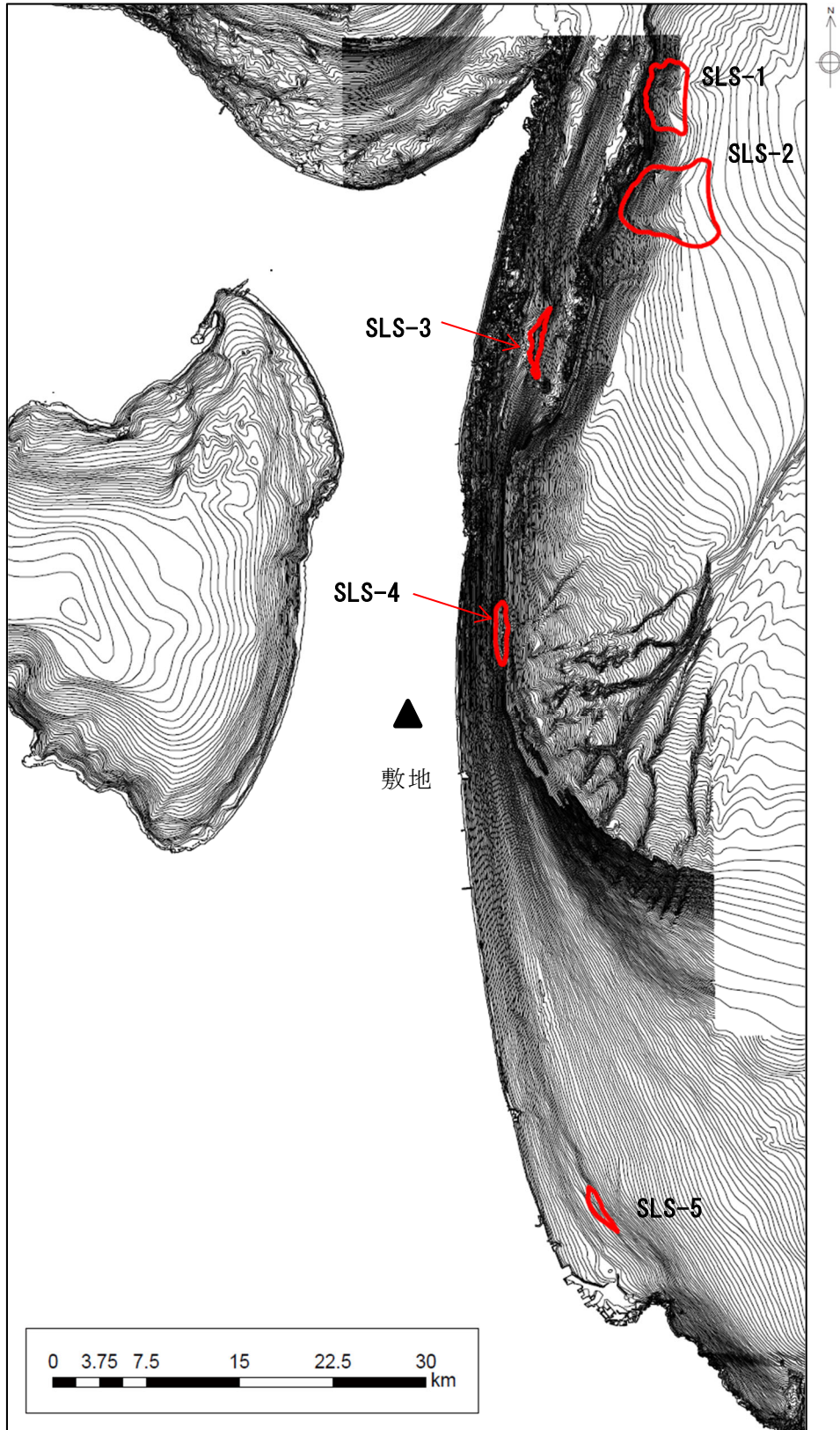
数値シミュレーションに用いた計算領域とその水深及び格子分割を第 30 図に、主な計算条件を第 8 表及び第 9 表に示す。

#### c. 評価結果

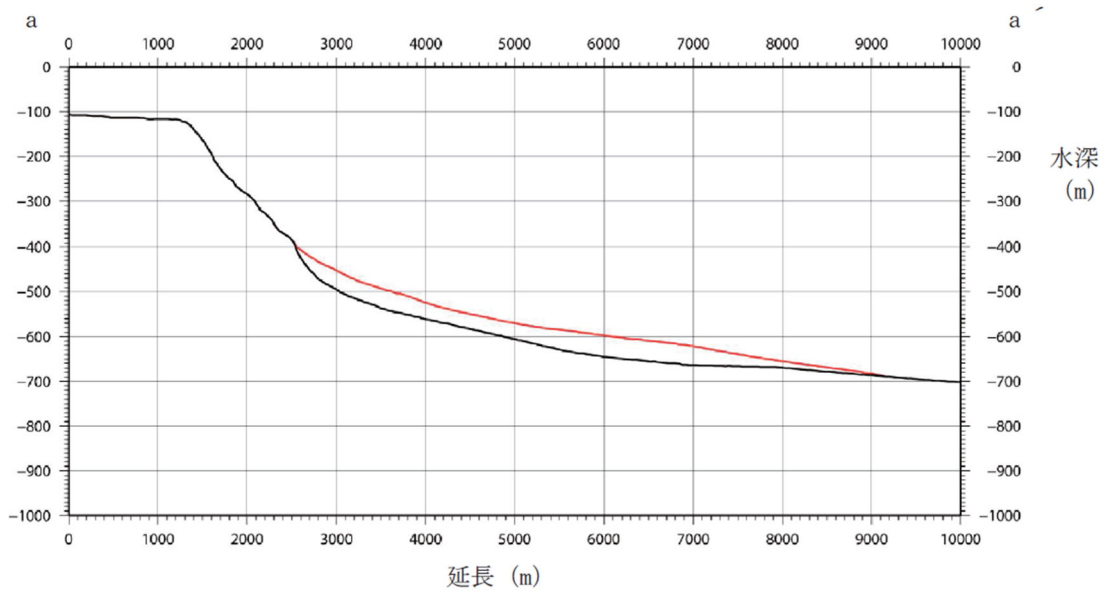
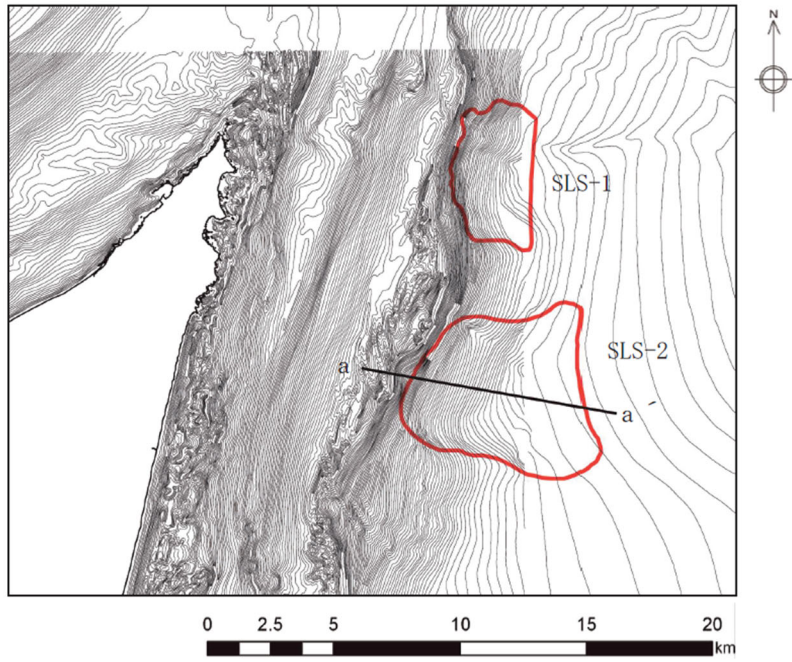
数値シミュレーションの結果、評価位置前面における津波高は、二層流モデルで 0.07m、Kinematic landslide モデルで 0.20m であり、プレート間地震に起因する津波と比べて影響は非常に小さい。

### (ii) 火山現象に起因する津波の評価

文献調査によると、敷地周辺に大きな影響を及ぼした、火山現象による歴史津波の記録は知られていないことから、火山現象に起因する津波については、影響は極めて小さいと評価した。

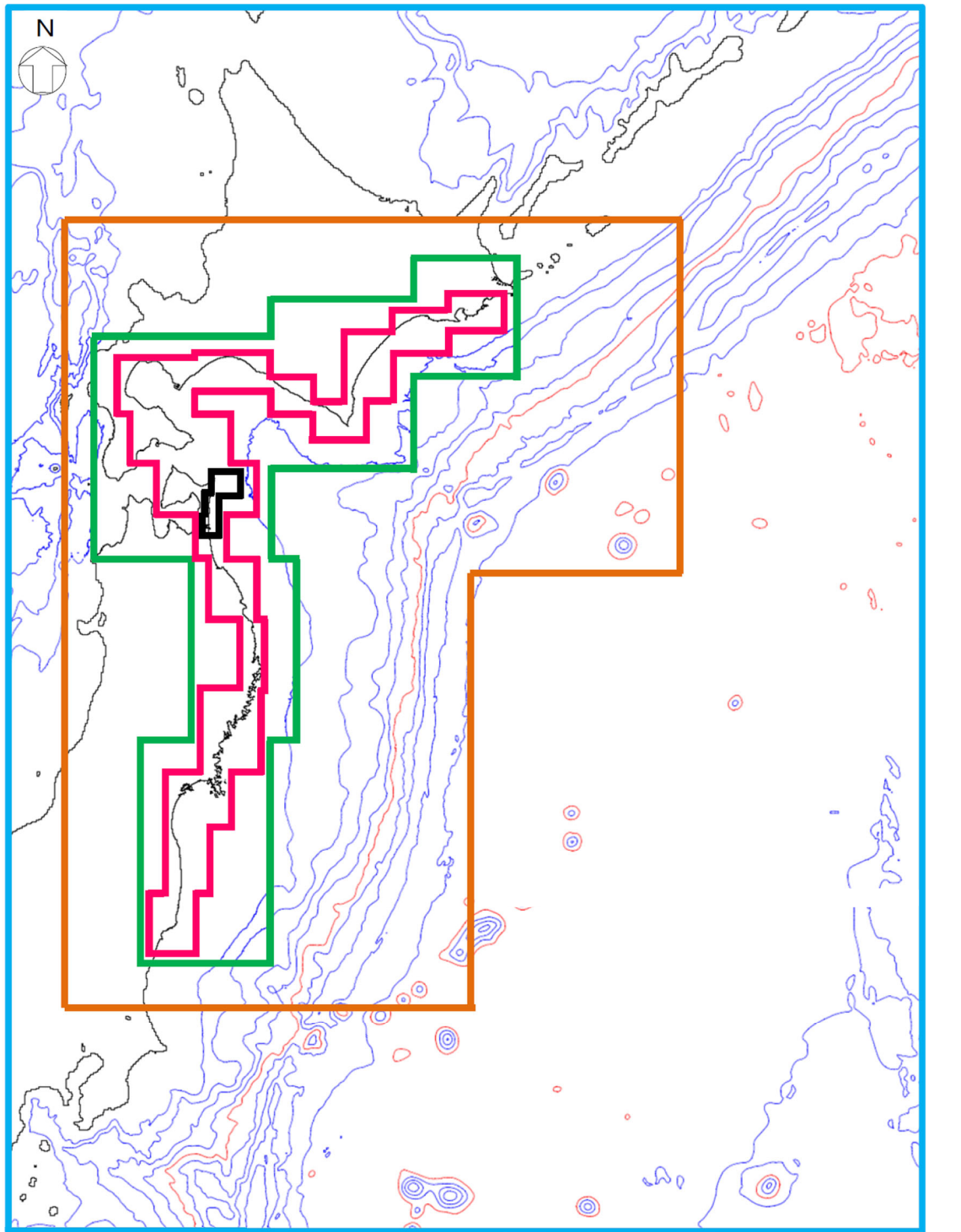


第 28 図 海底地すべり地形



(黒線：現地形、赤線：復元地形)

第 29 図 海底地すべり地形の断面



空間格子間隔  $\Delta s^*1$

0 200 400km

- 1,280m
- 640m
- 320m
- 160m
- 80m

注1: コンター線は, 1,000m ピッチ

\*1:  $\Delta s=40m$  以下の計算領域については第9図参照

第30図 計算領域とその水深及び格子分割

第 8 表 二層流モデルの主な計算条件

計算格子間隔 $\Delta t$ (s)	計算時間 (h)	海底摩擦係数 (マンニングの粗度係数) $n$ ( $m^{-1/3}s$ )		界面抵抗係数 $f_{int}$	水平渦動 粘性係数 $\nu$ ( $m^2/s$ )
		上層	下層		
0.15	3	0.03	0.40	0.0	考慮しな い

第 9 表 Kinematic landslide モデルの主な計算条件

計算格子間隔 $\Delta t$ (s)	計算時間 (h)	鉛直変位 ライズタイム (s)	変動伝播速度 (m/s)
0.15	3	120	10

### (3) まとめ

既往知見を踏まえた津波の評価として、地震及び地震以外の要因に起因する津波について評価を行った結果、評価位置における津波高が最大となるのは、プレート間地震に起因する津波のうち、北方への連動型地震のすべり量割増モデルを南に約100km移動させ破壊開始点をP6と設定したケースであり、想定される津波の規模観は評価位置においてT.M.S.L. +4.00m程度であった。なお、地震以外の要因に起因する津波の影響は非常に小さいことから、地震に起因する津波との重畳を考慮したとしても想定される津波の規模観への影響はない。



## 8. 廃棄物埋設地の安全性評価

既往知見を踏まえた津波の評価を実施した結果、敷地周辺に想定される津波の規模を観を踏まえても、廃棄物埋設地を設置する高さに津波が到達する可能性はなく、安全機能に影響を及ぼす可能性はないと評価した。

また、当社再処理施設における津波影響評価では、断層のすべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる検討も実施している。その結果においても廃棄物埋設地に津波は到達していないことを確認した。すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる検討結果を以下に示す。

なお、廃棄物埋設地の設置される高さに津波が到達する可能性がないことを確認するため、再処理施設で検討されたすべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる確認も実施している。

ただし、再処理施設における検討のうちすべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルは、本施設の潜在的な危険性を鑑みると、検討条件として過大な設定と考えられることから、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルについては参考的な位置付けである。

### (1) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルの設定

すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルの設定に当たっては、国内外の巨大地震のすべり量に関する文献調査を実施した（第 10 表参照）。

内閣府(2012)<sup>(23)</sup>、杉野ほか(2014)<sup>(48)</sup>等<sup>(49)~(52)</sup>による文献調査の結果、既往の巨大地震及び将来予測のモデルにおける最大すべり量については、内閣府(2012)<sup>(23)</sup>の最大のモデルで 60m~70m 程度であった。

そこで、この評価においては、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルとして、既往知見を踏まえた津波の評価において津波高が最も高いケースの波源モデルの各領域のすべり量を 3 倍にしたモデル(以下「すべり量 3 倍モデル」という。)を設定した。その結果、超大すべり域のすべり量は 31.19m~93.56m となり、内閣府(2012)<sup>(23)</sup>の最大すべり量 60~70m 程度に対し大きく上回る設定となっている(第 10 表参照)。

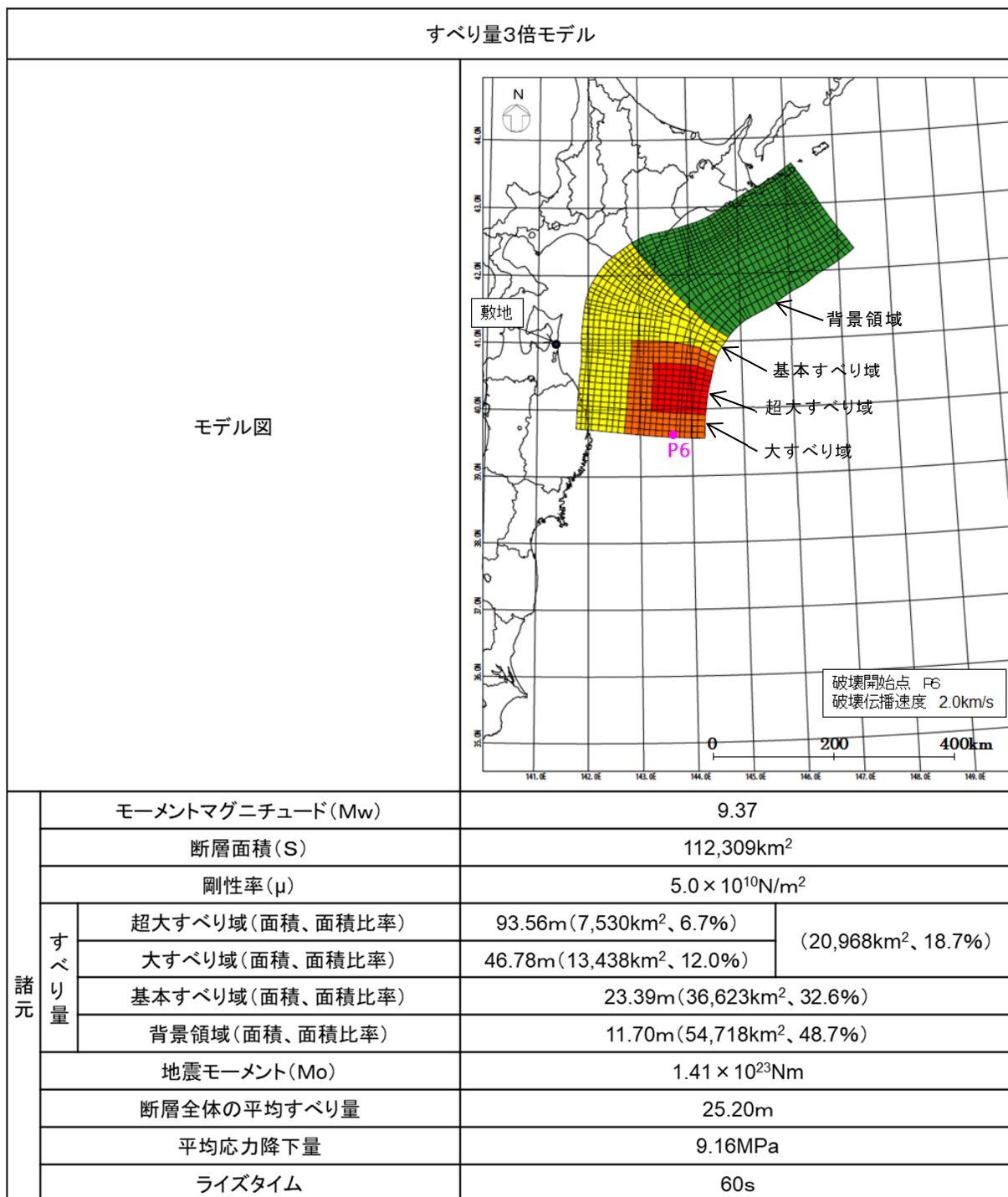
また、既往の巨大地震及び将来予測のモデルにおけるすべり分布を見ると、超大すべり域のようなすべりの大きな領域は波源域全体には分布しておらず、全体の一部の領域のみに分布している。そこで、この評価においては、すべり量が既往知見を大きく上回るもう

一つの波源モデルとして、波源域全体を超大すべり域としたモデル（以下「全域超大すべり域モデル」という。）を設定した。その結果、平均すべり量は 8.40m～31.19m となり、既往の巨大地震及び将来予測のモデルの平均すべり量に対し大きく上回る設定となっている（第 10 表参照）。

「すべり量 3 倍モデル」及び「全域超大すべり域モデル」の波源モデルの位置及び諸元を第 31 図及び第 32 図に示す。

第 10 表 既往知見とすべり量 3 倍モデルのすべり量の比較

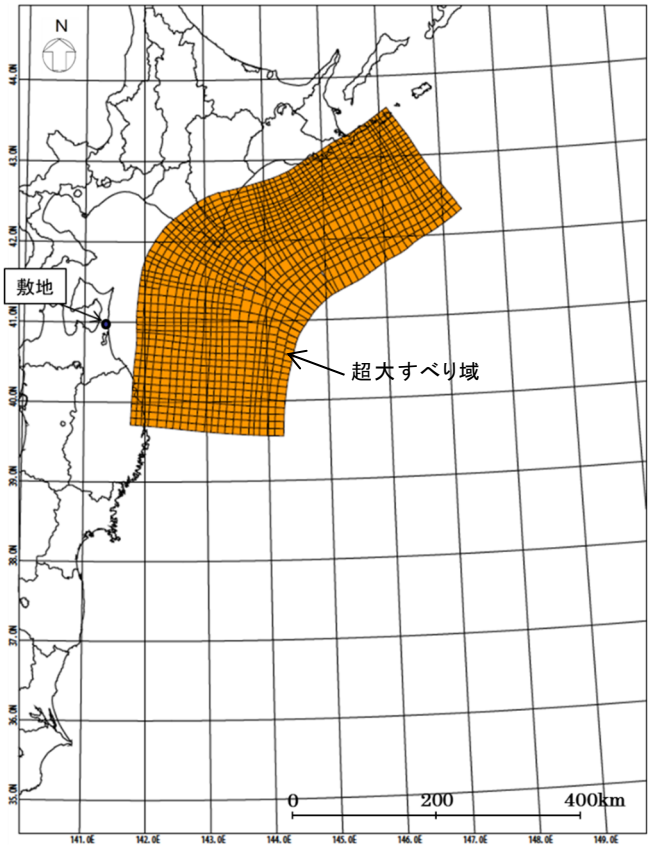
	巨大地震のすべり量に関する文献調査結果			評価モデル		
	2011 年東北地方 太平洋沖型地震 モデル (杉野ほか (2014) <sup>(48)</sup> )	南海トラフの 巨大地震の 津波断層モデル (内閣府 (2012) <sup>(23)</sup> )	世界の $M_w$ 9.0 ク ラスの巨大津波 (M. Johnson and Satake(1999) <sup>(49)</sup> 等 <sup>(50~52)</sup> )	既往知見を 踏まえた 津波の評価 モデル	すべり量 3 倍モデル	全域超大 すべり域 モデル
平均すべり量	10.4m	8.8m~11.3m	大きいもので 11m	8.40m	25.20m	31.19m
最大すべり量	31.2m	最大のモデルで 「60m~70m」	大きいもので 「28m~32m」	31.19m	93.56m	31.19m



第 31 図 すべり量 3 倍モデルの位置及び諸元

全域超大すべり域モデル

モデル図



諸元	モーメントマグニチュード(Mw)	9.43
	断層面積(S)	112,309km <sup>2</sup>
	剛性率(μ)	5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>
	すべり量   超大すべり域(面積、面積比率)	31.19m(112,309km <sup>2</sup> 、100%)
	地震モーメント(Mo)	1.75 × 10 <sup>23</sup> Nm
	断層全体の平均すべり量	31.19m
	平均応力降下量	11.34MPa
	ライズタイム	60s

第 32 図 全域超大すべり域モデルの位置及び諸元

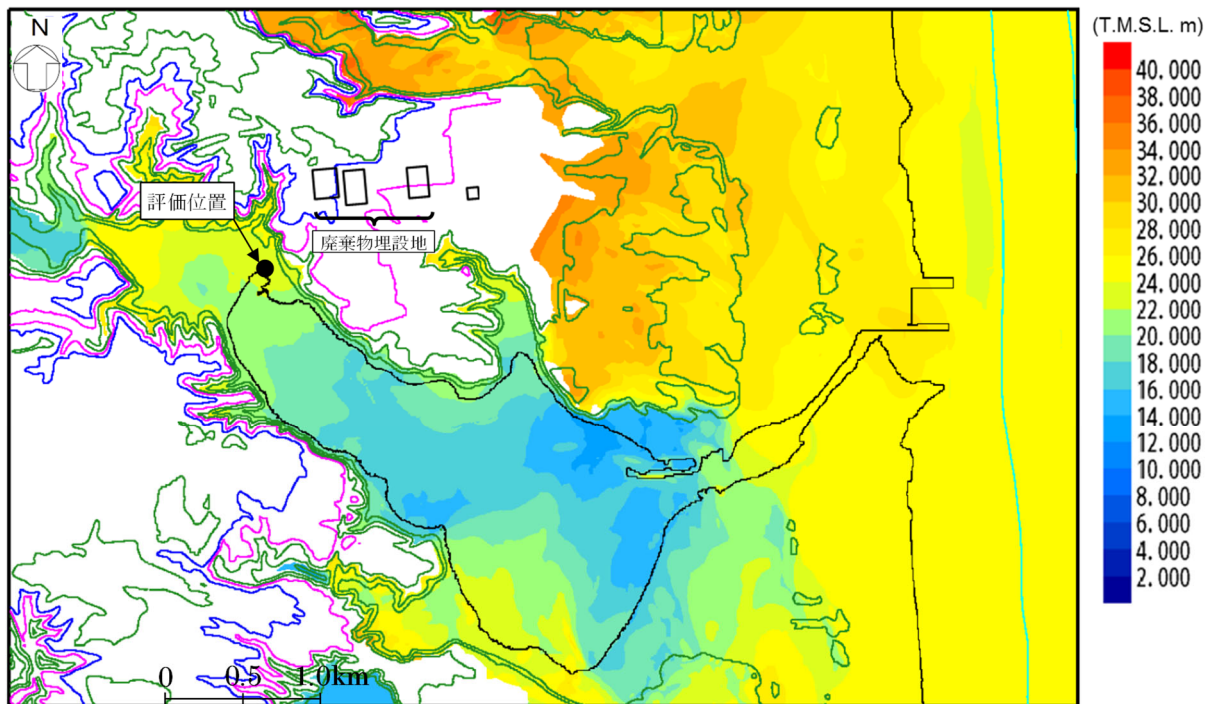
(2) すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる評価結果

すべり量が既往知見を大きく上回る「すべり量3倍モデル」及び「全域超大すべり域モデル」による検討の結果を第33図及び第34図に示す。第33図及び第34図より、廃棄物埋設地は、海岸線から約3km離れた標高30m以上の台地に設置し、断層のすべり量が既往知見を大きく上回る波源を想定した場合でも、廃棄物埋設地に津波が到達する可能性はないことを確認した。したがって、津波によって、安全機能が損なわれるおそれはないことから、耐津波設計は不要である。

【評価位置における津波高】

T.M.S.L. +22.64m\*1

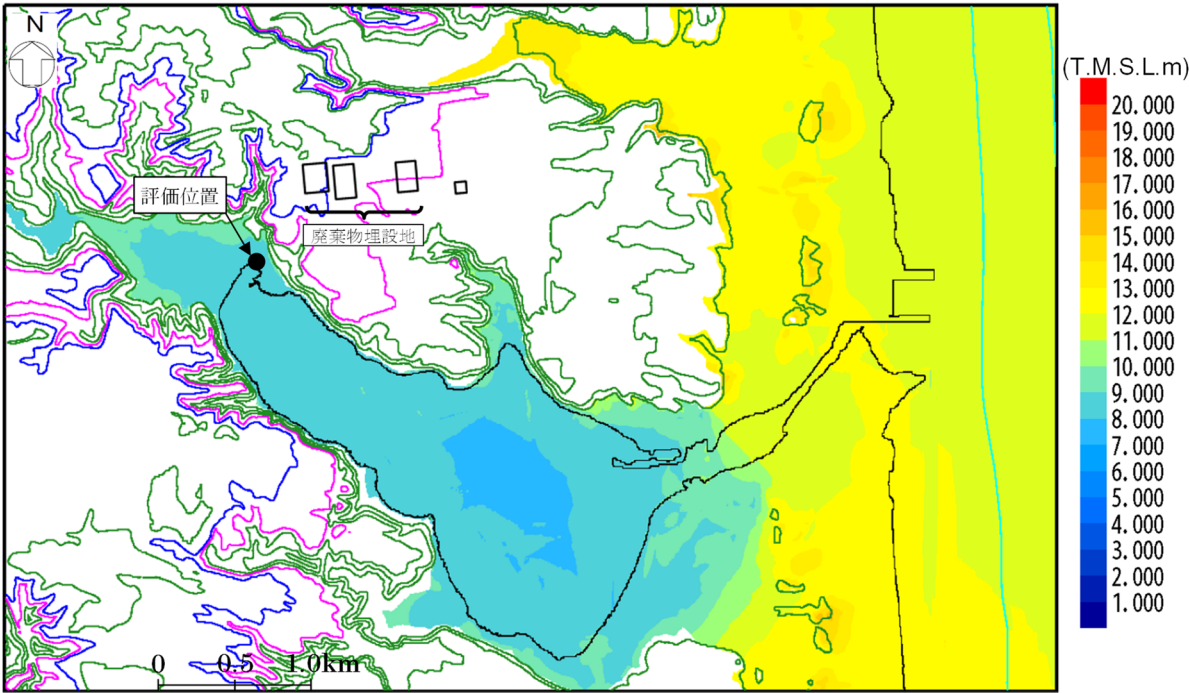
\*1: 朔望平均満潮位及び地盤変動量(2.45m沈降)を考慮



第33図 すべり量3倍モデルによる検討結果

【評価位置における津波高】  
T.M.S.L. +8.50m\*1

\*1: 朔望平均満潮位及び地盤変動量(3.32m沈降)を考慮



第 34 図 全域超大すべり域モデルによる検討結果

## 9. 参考文献

- (1) 宇佐美龍夫、石井寿、今村隆正、武村雅之、松浦律子(2013)：日本被害地震総覧 599-2012、東京大学出版会
- (2) 渡辺偉夫(1998)：日本被害津波総覧 [第2版]、東京大学出版会
- (3) 気象庁(1951～2010)：地震月報ほか、  
<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html> (参照 2014-8-18)
- (4) 国立天文台編(平成 26 年)：理科年表平成 27 年、丸善出版
- (5) 羽鳥徳太郎(2000)：三陸沖歴史津波の規模の再検討、津波工学研究報告 17、  
pp. 39-48
- (6) 中央气象台(1933)：昭和八年三月三日三陸沖強震及津波報告、驗震時報、  
Vol. 7、No. 2 別冊
- (7) 伊木常誠(1897)：三陸地方津浪實況取調報告(参照第一)、震災予防調査会報告、  
Vol. 11、pp. 4-34
- (8) 松尾春雄(1933)：三陸津浪調査報告、内務省土木試験所報告、Vol. 24、pp. 83-  
112
- (9) 松尾春雄(1934)：三陸津浪調査報告(追加)、内務省土木試験所報告、Vol. 27
- (10) 地震研究所(1934)：昭和 8 年 3 月 3 日三陸地方津浪に関する論文及報告、東京  
帝国大学地震研究所彙報、別冊第 1 号
- (11) 岸力(1969)：1968 年十勝沖地震調査報告、津波－北海道東北沿岸－、1968 年  
十勝沖地震調査委員会編『1968 年十勝沖地震調査報告』、pp. 207-256
- (12) 東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター(2004)：2003 年十勝沖  
地震津波調査報告、津波工学研究報告、Vol. 21、No. 2
- (13) 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ：調査情報、東北地方太平洋沖  
地震津波情報、<http://www.coastal.jp/ttjt/> (参照 2014-9-1)
- (14) チリ津波合同調査班(1961)：津波の高さの測定方法及び基準並びに最高波来  
襲時刻について 1960 年 5 月 24 日チリ地震津波に関する論文および報告、東  
京大学地震研究所
- (15) 気象庁(1961)：昭和 35 年 5 月 24 日チリ地震津波調査報告、気象庁技術報  
告、Vol. 8
- (16) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2012)：三陸沖から房総沖にかけての



地震活動の長期評価(第二版)について、地震調査研究推進本部

- (17) 相田勇(1977)：三陸沖の古い津波のシミュレーション、東京大学地震研究所彙報、Vol. 52、No. 1、pp. 71-101
- (18) 今村文彦、高橋重雄、藤間功司、富田孝史、有川太郎：2010年チリ地震津波の被害調査報告、土木学会附属土木図書館ホームページ 震災報告デジタルアーカイブ、  
[http://www.jsce.or.jp/library/eq\\_repo/Vol3/13/20100227chile\\_report2.pdf](http://www.jsce.or.jp/library/eq_repo/Vol3/13/20100227chile_report2.pdf)(参照 2014-9-1)
- (19) 都司嘉宣、大年邦雄、中野晋、西村裕一、藤間功司、今村文彦、柿沼太郎、中村有吾、今井健太郎、後藤和久、行谷佑一、鈴木進吾、城下英行、松崎義孝(2010)：2010年チリ中部地震による日本での津波被害に関する広域現地調査、土木学会論文集 B2(海岸工学)、Vol. 66、No. 1、pp. 1346-1350
- (20) 都司嘉宣、上田和枝、佐竹健治(1998)：日本で記録された1700年1月(元禄十二年十二月)北米巨大地震による津波、地震、第二輯、第51巻
- (21) 河田恵昭、小池信昭、嘉戸重仁、井上雅夫(1998)：わが国沿岸部における遠地津波の伝播特性について、海洋工学論文集、第45巻
- (22) 土木学会(2002)：原子力発電所の津波評価技術、土木学会原子力土木委員会津波評価部会
- (23) 内閣府(2012)：南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)津波断層モデル編-津波断層モデルと津波高・浸水域等について、内閣府ホームページ、  
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/index.html>(参照 2015-12-2)
- (24) L. Mansinha, D. E. Smylie. (1971): The displacement fields of inclined faults, Bulletin of the seismological Society of America, 1971, Vol. 61, No. 5.
- (25) 後藤智明、小川由信(1982)：Leap-frog法を用いた津波の数値計算法、東北大学工学部土木工学科
- (26) 小谷美佐、今村文彦、首藤伸夫(1998)：GISを利用した津波遡上計算と被害推定法、海岸工学論文集、第45巻
- (27) 本間仁(1940)：低溢流堰堤の流量係数、土木学会誌、第26巻
- (28) 土木学会(2016)：原子力発電所の津波評価技術2016、土木学会原子力土木委員

会津波評価小委員会

- (29) 国土地理院:基盤地図 10m メッシュ (標高)、基盤地図情報ダウンロードサービス、国土地理院ホームページ、<https://fgd.gsi.go.jp/download/>、(入手 2014-09-25)
- (30) 日本水路協会(2011):日本近海 30 秒グリッド水深データ第二版、M1406-M1508、Ver2.0.0、海洋情報研究センター
- (31) 日本水路協会(2008):海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ、M7009 (Ver. 2.0)、M7010 (Ver. 2.0)、海洋情報研究センター
- (32) 日本水路協会(2009):海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ、M7006 (Ver. 2.1)、海洋情報研究センター
- (33) 日本水路協会(2012):海底地形デジタルデータ M7000 シリーズ、M7004 (Ver. 2.2)、M7005 (Ver. 2.2)、M7007 (Ver. 2.1)、海洋情報研究センター
- (34) 海上保安庁:東北沖海底地形データセット、海上保安庁海洋情報部、(入手 2014-09-18)
- (35) IHO・IOC:“大洋水深総図”、General Bathymetric Chart of the Oceans ホームページ、<http://www.gebco.net/>、(入手 2014-09-25)
- (36) 青森県海岸津波対策検討会(2012):第4回青森県海岸津波対策検討会資料、青森県庁県土整備部河川砂防課、  
<http://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-kentokai.html>
- (37) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2019):日本海溝沿いの地震活動の長期評価(地震調査研究推進本部ホームページ)、地震調査研究推進本部
- (38) 日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会(2006):日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会報告、内閣府中央防災会議
- (39) 文部科学省測地学分科会(2014):北海道周辺の超巨大地震の発生サイクル及び震源過程の解明・プレート運動の解明による衝突帯モデルの構築、「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」平成25年度年次報告(機関別)、課題番号1002
- (40) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2017):千島海溝沿いの地震活動の長期評価(第三版)、地震調査研究推進本部
- (41) 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2004):千島海溝沿いの地震活動の長

期評価(第二版)について、地震調査研究推進本部

- (42) 阿部勝征(1989)：地震と津波のマグニチュードに基づく津波高の予測、東京大学地震研究所彙報、Vol. 64
- (43) 防災科学技術研究所(2009)：地すべり地形分布図第42集「野辺地・八戸」、防災科学技術研究所研究資料、第329号
- (44) 防災科学技術研究所(2013)：地すべり地形分布図第54集「浦河・広尾」、防災科学技術研究所研究資料、第382号
- (45) 徳山英一、本座栄一、木村政昭、倉本真一、芦寿一郎、岡村行信、荒戸裕之、伊藤康人、徐垣、日野亮太、野原壯、阿部寛信、坂井眞一、向山建二郎(2001)：日本周辺海域中新世末期以降の構造発達史、海洋調査技術、vol. 13、No. 1
- (46) Fukashi Maeno, Fumihiko Imamura(2007)：Numerical investigations of tsunamis generated by pyroclastic flows from the Kikai caldera, Japan, Geophysical Research Letters, AGU Publications, 2007, Vol. 34, L23303
- (47) 佐竹健治、加藤幸弘(2002)：1741年寛保津波は渡島大島の山体崩壊によって生じた、号外 海洋、海洋出版株式会社、号外28
- (48) 杉野英治、岩渕洋子、橋本紀彦、松末和之、蛭澤勝三、亀田弘行、今村文彦(2014)：“プレート間地震による津波の特性化波源モデルの提案”、日本地震工学会論文集、2014、第14巻、第5号
- (49) Jean M. Johnson, Kenji Satake(1999)：Asperity Distribution of the 1952 Great Kamchatka Earthquake and its Relation to Future Earthquake Potential in Kamchatka, Pure and Applied Geophysics, 1999, 154
- (50) Yushiro Fujii, Kenji Satake(2012)：Slip Distribution and Seismic Moment of the 2010 and 1960 Chilean Earthquakes Inferred from Tsunami Waveforms and Coastal Geodetic Data, Pure and Applied Geophysics, 2012, 170
- (51) Jean M. Johnson, Kenji Satake, Sanford R. Holdahl, Jeanne Sauber(1996)：The 1964 Prince William Sound earthquake: Joint inversion of tsunami and geodetic data, Journal of Geophysical Research, 1996, vol.101, No. B1

- (52) Yuichiro Tanioka, Yudhicara, Tomohiro Kususose, S.Kathiroli, Yuichi Nishimura, Sin-Iti Iwasaki, Kenji Satake(2006): Ruptureprocess of the 2004 great Sumatra-Andaman earthquake estimated from tsunami waveforms, Earth Planets Space, 2006, 58
- (53) 青森県海岸津波対策検討会(2015): 第7回青森県海岸津波対策検討会資料、青森県庁県土整備部河川砂防、  
<https://www.pref.aomori.lg.jp/kotsu/build/tunami-kentokai.html>

# 津波評価について



日本原燃株式会社

# 目次



1. 評価方針 .....	2
1.1 廃棄物埋設施設の立地的特徴	
1.2 津波評価方針	
1.3 評価概要	
2. 既往津波に関する検討 .....	7
2.1 文献調査	
2.2 既往津波の再現性の確認	
3. 既往知見を踏まえた津波の評価 .....	24
3.1 評価位置の選定	
3.2 地震に起因する津波の評価	
3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価	
3.2.2 海洋プレート内地震に起因する津波の評価	
3.2.3 海域の活断層による地殻内地震に起因する津波の評価	
3.2.4 まとめ	
3.3 地震以外の要因に起因する津波の評価	
3.3.1 地すべり等に起因する津波の評価	
3.3.2 火山現象に起因する津波の評価	
3.3.3 まとめ	
3.4 まとめ	
4. 本施設の安全性評価 .....	74
4.1 すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる検討	
4.2 まとめ	

参考資料

参考文献一覧

1. 評価方針
  1. 1 はじめに
  1. 2 廃棄物埋設施設の立地的特徴
  1. 3 津波評価方針
  1. 4 評価概要

## 1.1 はじめに

許可基準規則の適合性の説明に当たり、廃棄物埋設地の立地的特徴を踏まえ、既往津波の敷地への到達実績及び既往知見を踏まえた津波の評価結果から、安全機能を有する施設の安全機能に対する津波の影響を評価した。

詳細な検討内容を本資料に示す。



## 1.2 廃棄物埋設施設の立地的特徴



### 【廃棄物埋設施設(以下「本施設」という。)の立地的特徴】

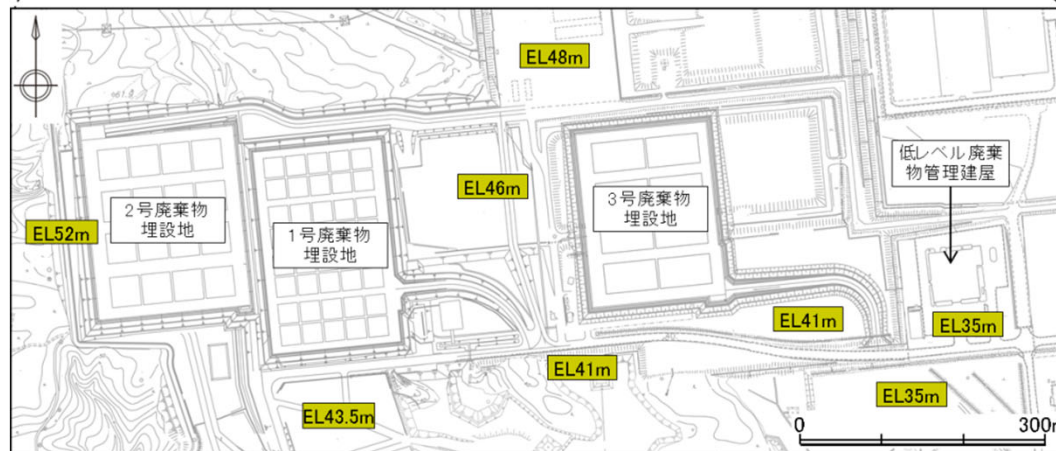
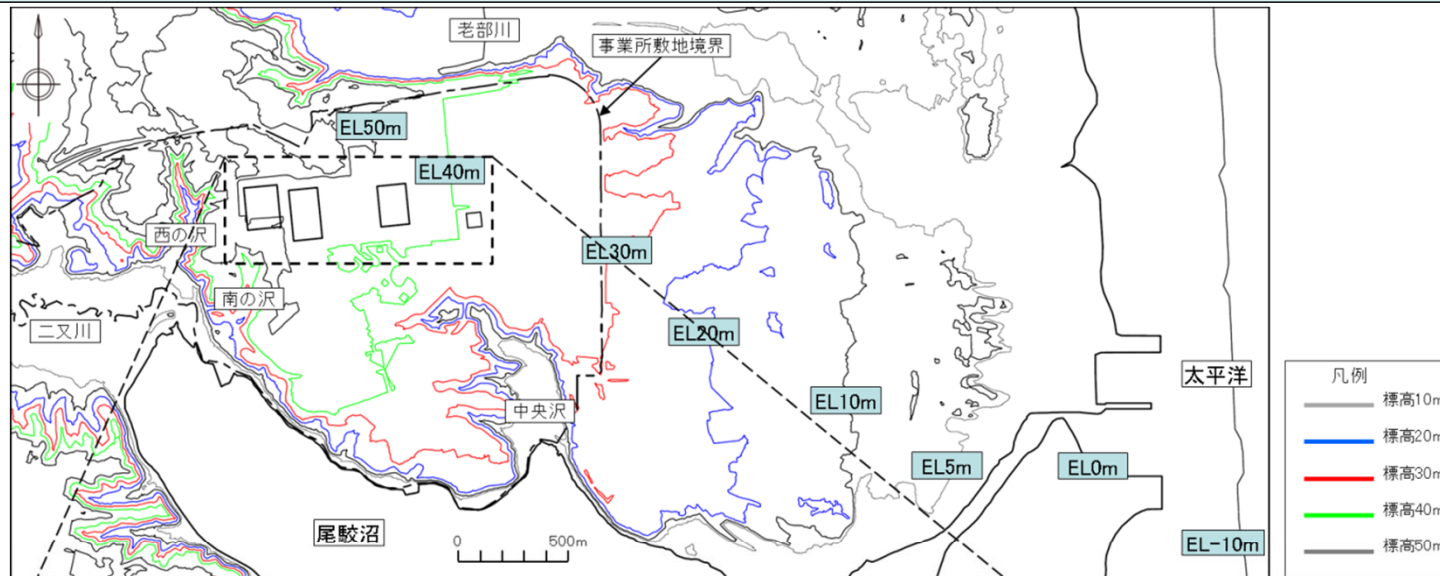
- 1号、2号及び3号廃棄物埋設地が標高30m以上の台地上に位置することから、1号、2号及び3号廃棄物埋設地を含めた敷地全体に対する影響を評価
- 廃棄物埋設地は、海岸線から約3km離れた標高30m以上の台地に設置
- 管理建屋は標高35mに設置
- 取水設備はない

# 1. 評価方針

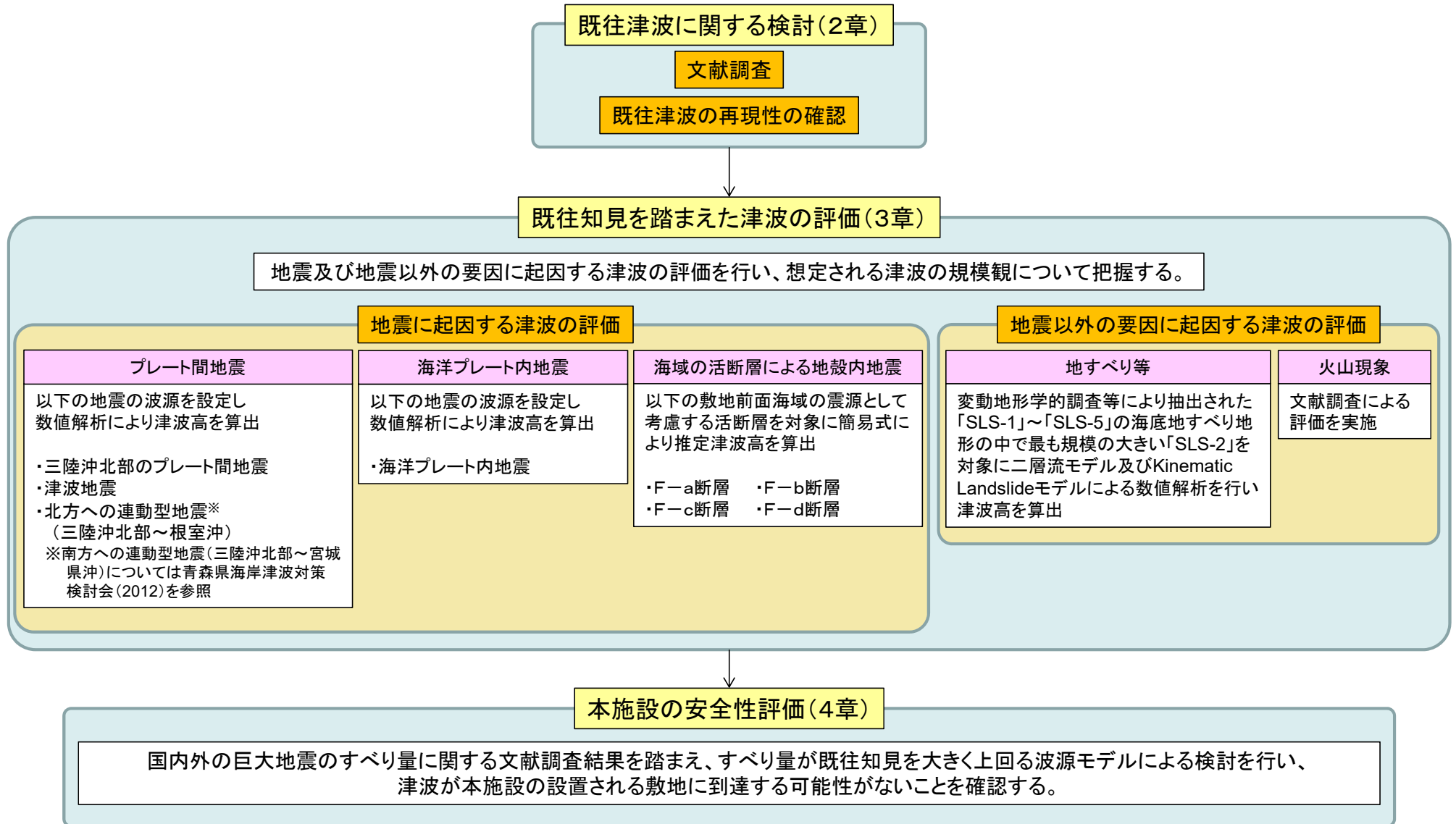
## 1.3 津波評価方針

### 【津波評価方針】

- 取水設備は設置していないことを踏まえ、上昇側の津波評価のみを行う。
- 敷地は尾駮沼と接していることから、解析にあたっては、尾駮沼からの遡上を考慮できるモデルを設定する。
- 尾駮沼入り口及び鷹架沼入り口の前面には防波堤があることから、防波堤を考慮した検討を行う。
- 本施設は35m以上に設置されている。  
※津波評価結果と対比する観点から、以降においては標高に係る記載を「T.M.S.L.」に統一する。
- 到達可能性の検討にあたっては、まず、「既往知見を踏まえた津波の評価」を行い、想定される津波の規模観について把握した上で、「本施設の安全性評価」として、すべり量が既往知見を大きく上回る波源モデルによる検討を行い、津波が本施設の設置される敷地に到達する可能性がないことを確認する。



# 1.4 評価概要

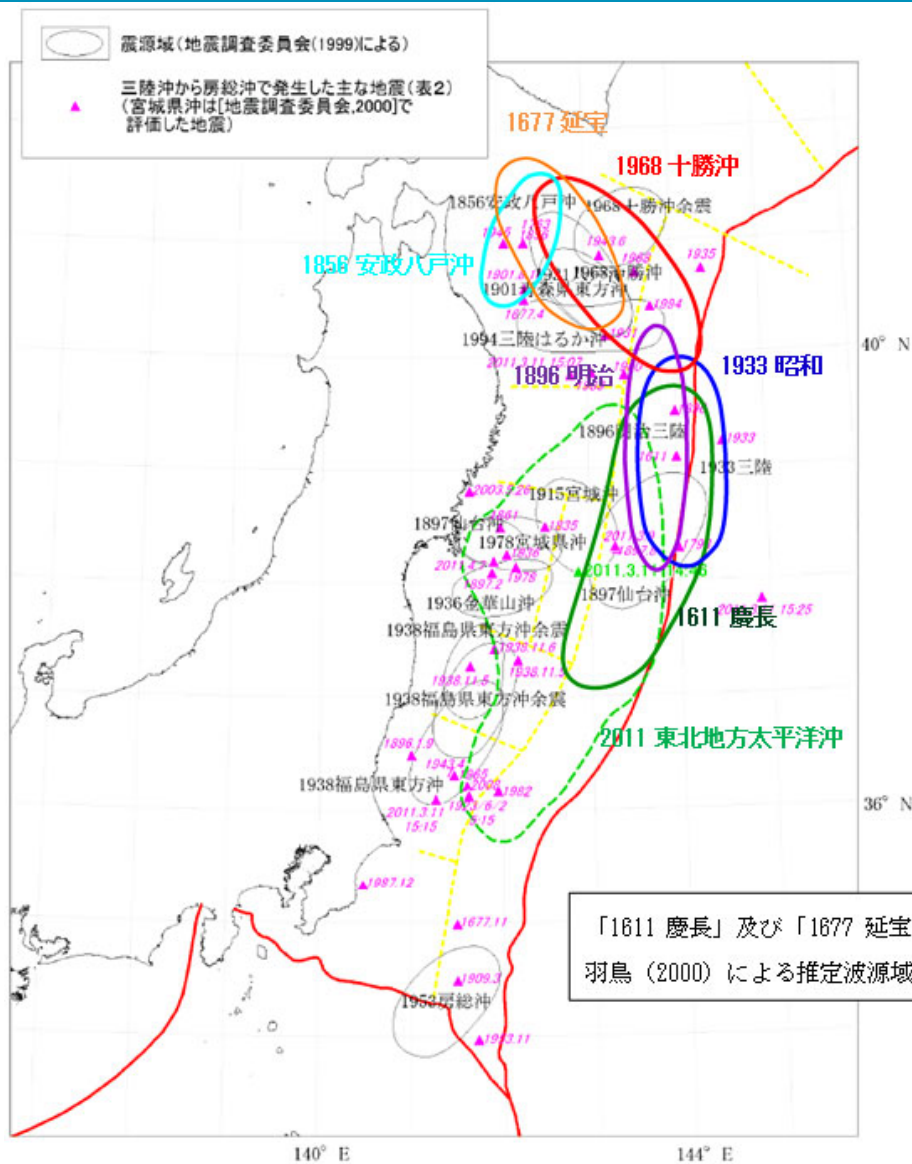


## 2. 既往津波に関する検討

2. 1 文献調査

2. 2 既往津波の再現性の確認

# 文献調査結果①



地震調査委員会(2012)より抜粋・一部加筆

青森県東方沖から三陸沖で発生した津波の推定波源域

## 【文献調査の検討概要】

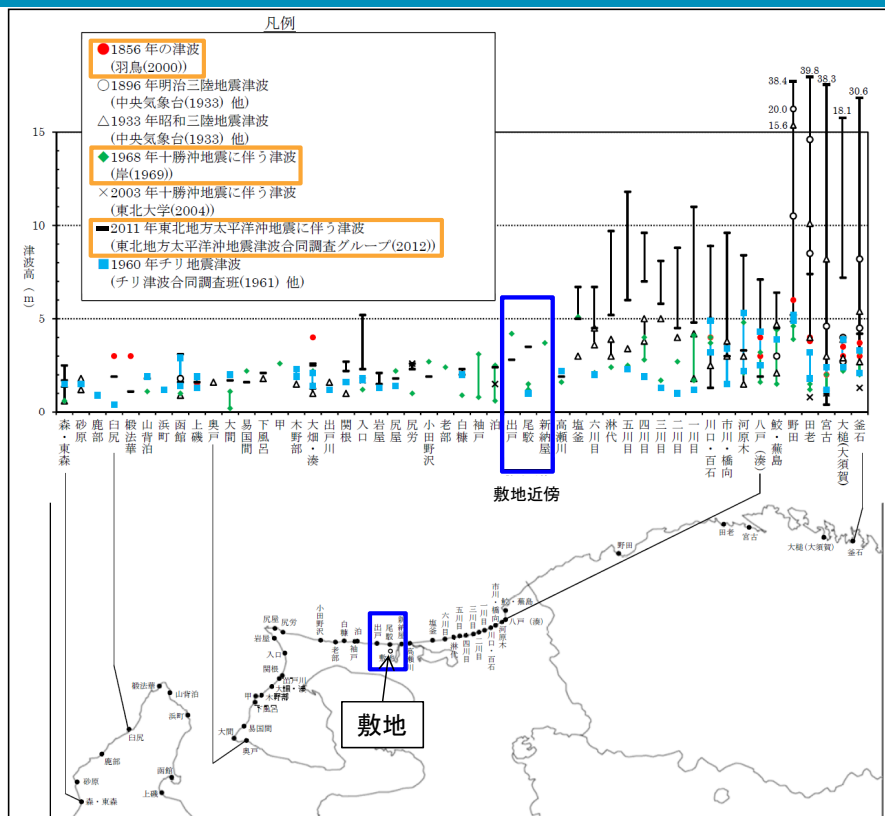
- 敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる既往津波について、宇佐美ほか(2013)、渡辺(1998)等により文献調査を実施した。
- 敷地は太平洋側に位置していることから、敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる津波として、まず、津波規模 $m$ が2以上の日本海溝沿い及び千島海溝沿いで発生した近地津波について抽出を行った。また、遠地津波については、宇佐美ほか(2013)の『[付表2]外国沿岸の地震による津波のうち、日本およびその付近に被害を及ぼした津波について』を参照し抽出した。
- 抽出された津波について、津波の大きさ、波源からの伝播距離及び津波による被害の大きさを考慮し、敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる主要な津波として以下の7つの津波を抽出した。
- なお、津波の伝播特性に係る検討の結果(参考資料参照)、敷地から見て太平洋側への伝播が卓越しており、このことから、敷地周辺に大きな影響を及ぼす既往津波は、日本海溝沿い及び千島海溝沿いで発生する津波であると考えられる。



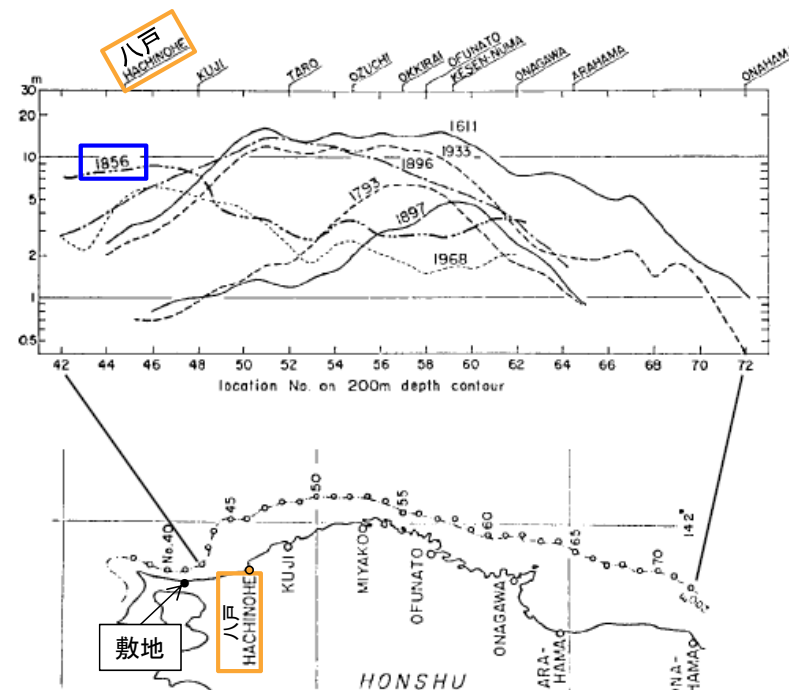
## 【敷地周辺に影響を及ぼしたと考えられる主要な津波】

- ◆ 1611年の津波
- ◆ 1677年の津波
- ◆ 1856年の津波
- ◆ 1896年明治三陸地震津波
- ◆ 1933年昭和三陸地震津波
- ◆ 1968年十勝沖地震に伴う津波
- ◆ 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波

# 文献調査結果②



主な既往津波高とその位置



相田(1977)より抜粋・一部加筆  
既往津波の波高分布比較

### 【近地津波】

- 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波以前では、敷地南方においては1968年十勝沖地震に伴う津波が、敷地北方においては1856年の津波が、他の津波に比較して大きい。さらに、相田(1977)では、数値シミュレーションによる200m等深線上の波高をもとにした海岸での平均的な津波高が示されており、これによると、八戸付近より北方においては、1856年の津波が最大となっている。
- 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の津波高は、敷地近傍の出戸から新納屋の範囲においては、1968年十勝沖地震に伴う津波とほぼ同等の津波高である。
- 以上のことから、敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる近地津波は、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波と評価した。

### 【遠地津波】

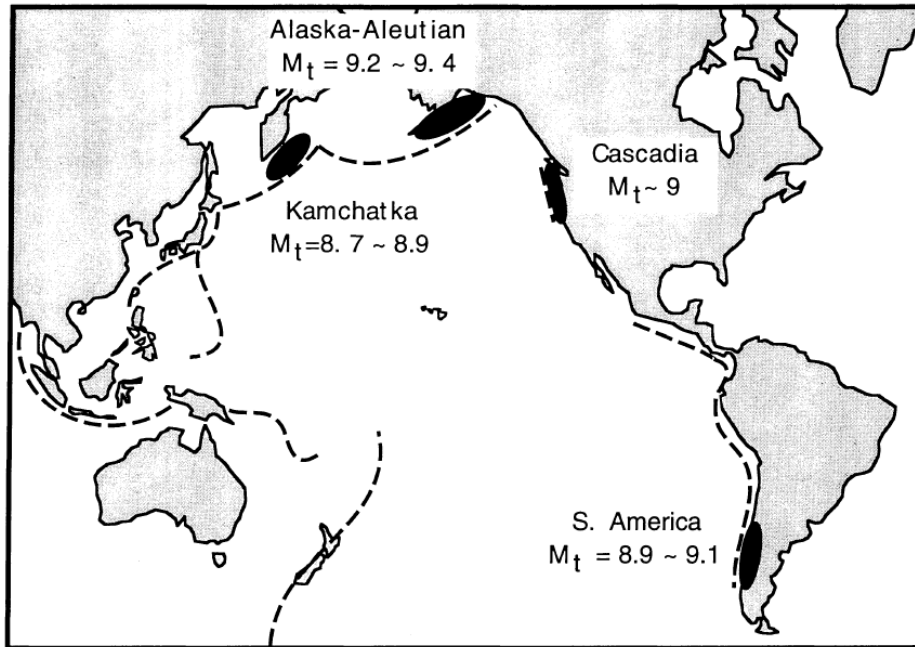
- 敷地周辺に襲った遠地津波の中では、1960年チリ地震津波が最大であり、敷地近傍の出戸から新納屋の範囲の津波高は、尾駈で1.0mが記録されている。
- 以上のことから、敷地近傍に影響を及ぼしたと考えられる遠地津波は、1960年チリ地震津波であるが、近地津波の津波高を上回るものではないと評価した。



敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波は、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波と評価した。

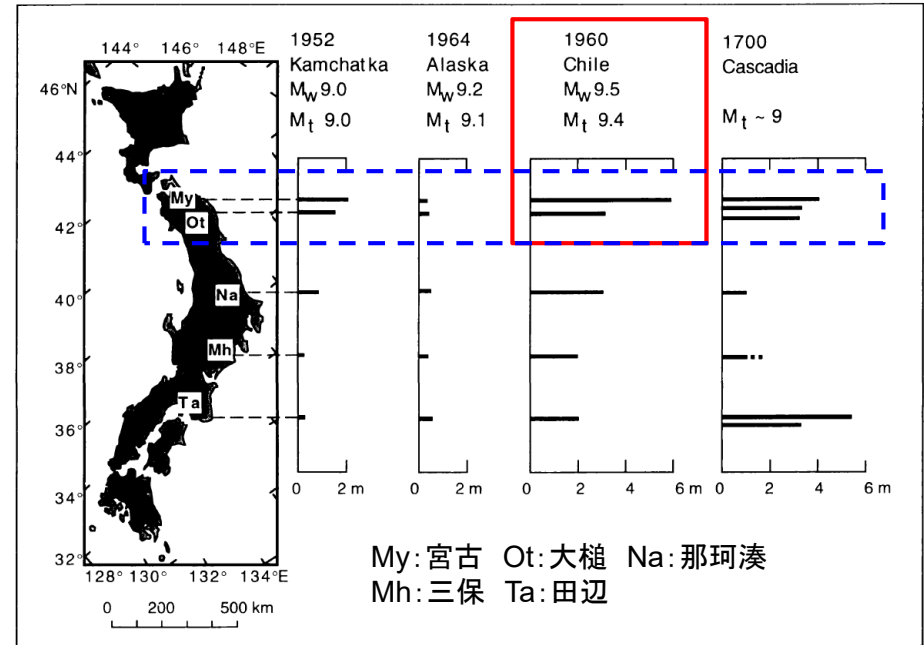
# ＜参考＞遠地津波に係る文献調査①

過去に世界で発生したM9クラスの巨大地震のうち三陸沿岸に最も影響を及ぼした遠地津波は、1960年チリ地震に伴う津波である。



都司ほか(1998)より抜粋

M9クラスの巨大地震発生位置

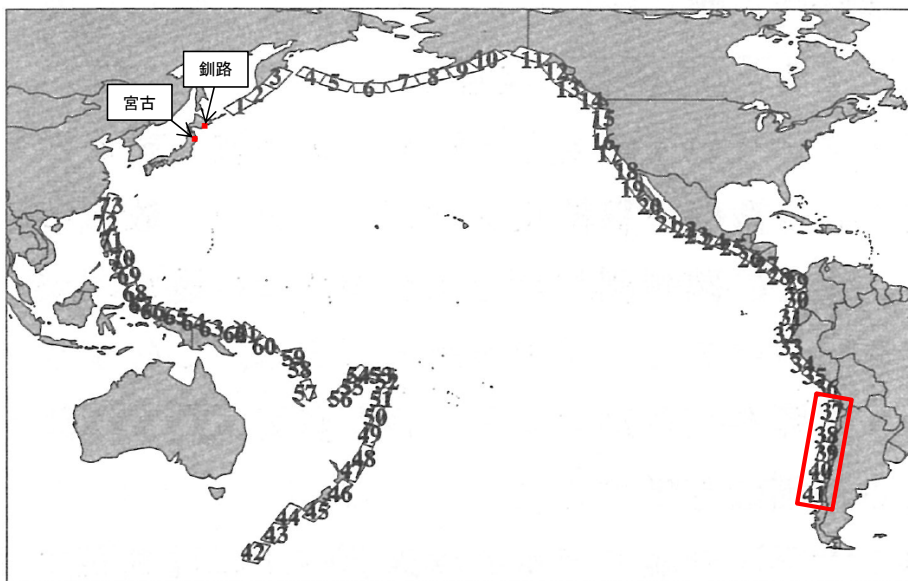


都司ほか(1998)より抜粋・一部加筆

三陸沿岸に影響を及ぼしたM9クラスの巨大地震に伴う津波高さの比較

## <参考>遠地津波に係る文献調査②

- 河田ほか(1998)は、環太平洋地震帯上の各地に断層モデルを系統的に想定して、数値計算によって日本沿岸部に来襲する遠地津波の最大高さや到達時間などの伝播特性を定量的に評価している。
- 北海道・東北における最大水位は、チリからの津波が最も大きくなる傾向がある。



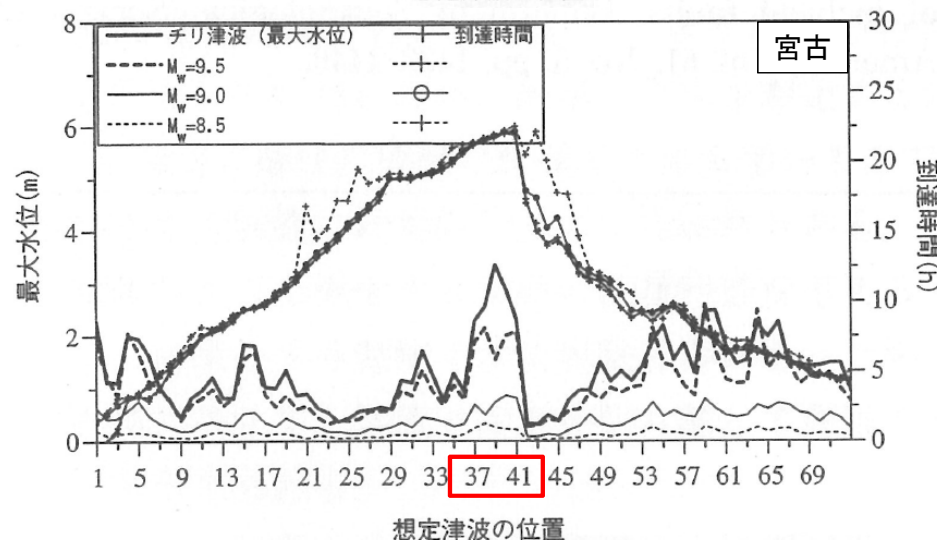
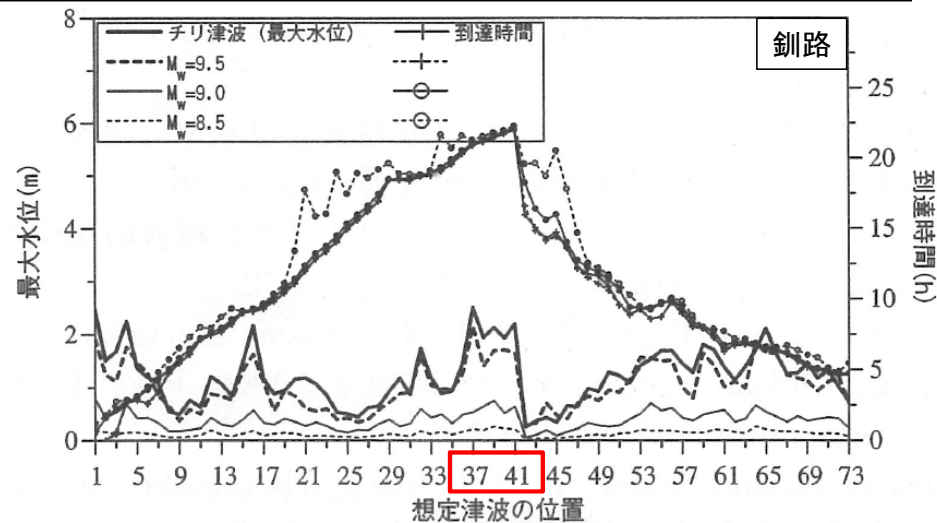
河田ほか(1998)より抜粋・一部加筆

想定津波モデルの位置

想定津波モデルの断層の大きさ

	長さ (km)	幅 (km)	変位 (m)
チリ津波	800	200	24.0
$M_w=9.5$	655	328	20.7
$M_w=9.0$	369	184	11.7
$M_w=8.5$	207	104	6.6

河田ほか(1998)より抜粋



河田ほか(1998)より抜粋・一部加筆

遠地津波の到達時間と最大水位



# ＜参考＞文献調査結果(主な既往の近地津波①)

主な既往の近地津波(1/2)

発生年月日	発生場所	地震規模 M	津波規模 m	地震・津波の概要
869.7.13 (貞観11)	三陸沖	8.3 ±1/4	4	三陸沿岸：城郭・倉庫・門櫓・垣壁等崩れ落ち倒潰するもの無数。津波が多賀城下を襲い、溺死約1千。三陸沖の巨大地震とみられる。
1611.12.2 (慶長16)	三陸沖	≒8.1	4	三陸沿岸及び北海道東岸：三陸地方で強震。震害は軽く、津波の被害が大きかった。伊達領内で死1783、南部・津軽で人馬の死3千余という。三陸沿岸で家屋の流出が多く、北海道東部でも溺死が多かった。1933年の三陸地震津波に似ている。
1640.7.31 (寛永17)	渡島地方東部	—	2 (1～2)	北海道噴火湾：駒ヶ岳噴火に伴い津波があり、死700余、昆布舟流出100余。
1677.4.13 (延宝5)	青森県 東方沖	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> ～ 7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2	陸中：八戸に震害あり。震後約1時間で津波来たり。家屋流潰約70軒。余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ている。
1763.1.29 (宝暦12)	青森県 東方沖	7.4	1 (2)	陸奥八戸：11月初めより地震があり、この日大地震。寺院・民家が破損した。平館で家潰1、死3。函館でも強く感じた。津波があり、余震が多かった。1968年十勝沖地震と似ているので、もっと沖の大きな地震かもしれない。
1793.2.17 (寛政5)	三陸沖	8.0～ 8.4	2 [2.5]	陸前・陸中・磐城：仙台領内で家屋損壊1千余、死12。沿岸に津波が来て、大槌・両石で流潰家71、死9、気仙沼で流失家300余。余震が多かった。
1843.4.25 (天保14)	釧路沖	≒7.5	2	釧路・根室：厚岸国泰寺で被害があった。津波があり、全体で死46。家屋破壊76。八戸にも津波。松前・津軽で強く感じ、江戸でも有感。
1856.8.23 (安政3)	青森県 東方沖	≒7.5	2 [2.5]	日高・胆振・渡島・津軽・南部：震害は少なかったが、津波が三陸及び北海道の南岸を襲った。南部藩で流失93、潰106、溺死26、八戸藩でも死3等。余震が多かった。1968年十勝沖地震に津波の様子がよく似ており、もう少し海溝寄りの地震かもしれない。
1894.3.22 (明治27)	根室半島 南西沖	7.9	2 [2.5]	根室沖：根室・厚岸で家屋・土蔵に被害。死1、家屋潰12、津波は宮古4.0m、大船渡1.5m等。
1896.6.15 (明治29)	三陸沖	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4 [3.5]	『明治三陸地震津波』：震害はない。津波が北海道より牡鹿半島にいたる海岸に襲来し、死者は青森343、宮城3452、北海道6、岩手18158。家屋流失全半潰8～9千以上、船の被害約7千。波高は、吉浜24.4m、綾里38.2m、田老14.6m等。津波はハワイやカリフォルニアに達した。Mは津波を考慮したもの。
1933.3.3 (昭和8)	三陸沖	8.1	3 [3]	『三陸地震津波』：震害は少なかった。津波が太平洋岸を襲い、三陸沿岸で被害は甚大。死・不明3064、家屋流失4034、倒潰1817、浸水4018。波高は綾里湾で28.7mにも達した。日本海溝付近で発生した巨大な正断層型地震と考えられている。

※「発生年月日」は、宇佐美ほか(2013)による。

「発生場所」及び「地震規模 M」は、次の値を示している。

1922年以前の地震、2011年の地震：宇佐美ほか(2013)

1923年以降の地震(2011年の地震を除く)：気象庁(1951～2010)による。

「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)による。

ただし、[ ]は羽島による値(宇佐美ほか(2013)により引用)、( )は渡辺(1998)による値、< >は国立天文台(2014)による値で、宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。

「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)及び国立天文台(2014)を参照している。

2. 既往津波に関する検討 2.1 文献調査

# <参考> 文献調査結果(主な既往の近地津波②)

主な既往の近地津波(2/2)

発生年月日	発生場所	地震規模 M	津波規模 m	地震・津波の概要
1952.3.4 (昭和27)	十勝沖	8.2	2 [2.5]	『十勝沖地震』:北海道南部・東北北部に被害があり、津波が関東地方に及ぶ。波高は北海道で3m前後、三陸沿岸で1~2m。死28, 不明5, 家屋全壊815, 半壊1324, 流失91。
1958.11.7 (昭和33)	択捉島 南東沖	8.1	1 [2] (2)	択捉島付近:釧路地方で電信線・鉄道・道路に小被害があった。太平洋岸各地に津波があり、小被害。
1963.10.13 (昭和38)	択捉島 南東沖	8.1	2 [3]	択捉島付近:津波があり、三陸沿岸で軽微な被害。花咲で1.2m, 八戸で1.3m等。
1963.10.20 (昭和38)	択捉島 南東沖	6.7	2 [2]	ウルップ島沖:10月13日エトロフ島沖地震の余震。津波の高さはウルップで10~15m, 択捉島で8m。
1968.5.16 (昭和43)	青森県 東方沖	7.9	2 [2.5]	『1968年十勝沖地震』:青森を中心に北海道南部・東北地方に被害。死52, 傷330, 建物全壊673, 半壊3004。青森県下で道路損壊も多かった。津波があり、三陸沿岸3~5m, 襟裳岬3m, 浸水529, 船舶流失沈没127。コンクリート造建築の被害が目立った。
1969.8.12 (昭和44)	北海道 東方沖	7.8	0 [2.5] (1)	北海道東方沖:津波により北海道東部に軽い被害あり。津波の高さは花咲129cm, 釧路93cm, 八戸109cm。
1973.6.17 (昭和48)	根室半島 南東沖	7.4	0 [2] (1) <1>	『1973年6月17日根室半島沖地震』:根室・釧路地方に被害。全体で傷26, 家屋全壊2, 一部破損1。小津波があり、波高は花咲で2.8m, 浸水275, 船舶流失沈没10。
1994.10.4 (平成6)	北海道 東方沖	8.2	[3] (2) <2>	『平成6年(1994年)北海道東方沖地震』:北海道東部を中心に被害があり、傷437, 住家全壊61, 半壊348。津波は花咲で173cm。震源に近い択捉島では死・不明10等, 地震と津波で大きな被害。
2003.9.26 (平成15)	十勝沖	8.0	[2.5] <2>	『平成15年(2003年)十勝沖地震』:太平洋プレート上面の逆断層型プレート境界地震で1952年とほぼ同じ場所。死1, 不明1, 傷849, 住家全壊116, 半壊368。最大震度6弱(道内9町村), 北海道及び本州の太平洋岸に最大4m程度の津波。
2011.3.11 (平成23)	東北沖	Mw 9.0	[4] <4>	『平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震』:震源域は岩手県から福島県までの東側沖合で南北に長さ400kmにおよび、日本海溝付近から沿岸部近くまで太平洋プレートと陸側プレートの境界面で東西に200kmと広がった。主として大津波によって、死者・行方不明者1万8,000余と明治三陸津波に次ぐ被害が生じた。

※「発生年月日」は、宇佐美ほか(2013)による。

「発生場所」及び「地震規模 M」は、次の値を示している。

1922年以前の地震, 2011年の地震:宇佐美ほか(2013)

1923年以降の地震(2011年の地震を除く):気象庁(1951-2010)による。

「津波規模 m」は、宇佐美ほか(2013)による。

ただし、[ ]は羽鳥による値(宇佐美ほか(2013)により引用)、( )は渡辺(1998)による値、< >は国立天文台(2014)による値で、宇佐美ほか(2013)と異なる場合のみ示している。

「地震・津波の概要」は、宇佐美ほか(2013)及び国立天文台(2014)を参照している。

## <参考> 文献調査結果(主な既往の遠地津波①)

主な既往の遠地津波(1/2)

発生年月日	発生場所	地震規模 M [Mt] (Ms)	津波規模 m	地震・津波の概要
1586.7.10 (天正14)	ペルー リマ沖	7.7	4	津波の高さはリマで26m, 10km内陸まで浸入。三陸の陸前海岸で津波あり。
1687.10.20 (貞享4)	ペルー カヤオ沖	7.6	3	カヤオ, チャシカイ, ピスコで津波。この津波は日本沿岸にも波及し, 塩釜で高さ1.5~1.6尺(約50cm), 12~13回押し寄せた。沖縄でも3回津波が押し寄せた。
1700.1.26 (元禄12)	北米北西部沖 (カスケード地帯)	9クラス [9?]	3~4	米国やカナダの沿岸における津波の高さは5~7mと推定。日本沿岸各地の津波の高さは岩手県宮古3m, 同大槌と和歌山県田辺で2m, 茨城県那珂湊や静岡県清水(三保)で約2mと推定される。宮古と田辺で津波の被害があったという。
1730.7.8 (享保15)	チリ バルパライソ沖	8.7	4	バルパライソは浸水が激しく, 港は破壊された。コンセプション全滅。津波は三陸の陸前沿岸に襲来, 牡鹿半島で田畑が浸水した。
1751.5.25 (宝暦1)	チリ コンセプション沖	8.5	3	古いコンセプションは全滅。津波は日本沿岸へ襲来, 三陸沿岸の大槌, 牡鹿及び気仙沼で床まで浸水した。
1780.6.29 (安永9)	千島列島 ウルップ島南東沖	7.5	3	ウルップ島で津波の高さ10~12m。同島東岸(ワニノフ)に停泊中のロシア船山上に打ち上げられた。津波は北海道東岸へ襲来した。
1837.11.7 (天保8)	チリ 南部沖	8.0 [9 <sup>1/4</sup> ]	3	コンセプション, バルデビアで大津波。津波によりハワイ諸島で大被害。三陸沿岸陸前の気仙沼湾, 本吉, 牡鹿及び宮城の3郡で潮溢れる。
1868.8.13 (慶応4)	チリ北部 アリカ沖	8.5 [9.0]	4	『アリカ地震』:チリ北部(当時ペルー領)で大津波となり太平洋に波及した。アリカで津波の高さ14m, 死者25,000人ともいわれている。ハワイ島で大被害。日本沿岸では函館で2m, 宮城県本吉郡, 伊豆下田, 沖縄那覇港でも観測。
1877.5.10 (明治10)	チリ イキケ沖	8.3 [9.0]	4	『イキケ地震』:1868年以上のチリ大地震。太平洋沿岸全域に波及。チリ沿岸では1.2~24m。ハワイ諸島で1.2~6.6m。日本沿岸では, 函館2.4m, 釜石3m, 東京湾0.7m。函館と三陸沿岸で被害があった。また房総半島で死者を含む被害があった。
1918.9.7 (大正7)	千島列島 ウルップ島東方沖	8.2 [8.5]	3	津波の高さはウルップ島東岸で12m。日本沿岸では, 根室1m, 函館0.5m, 三陸沿岸1m以下。父島では1.4mで家屋浸水12, 橋梁流失2の被害。
1922.11.11 (大正11)	チリ アタカマ沖	8.3 [8.7]	3	『アタカマ地震』:チリ沿岸で大津波となり, 太平洋沿岸各地に波及した。ペルーのカヤオで24m。日本沿岸の津波の最大全振幅は, 花咲60cm, 鮎川65cm等。大船渡で家屋30棟が波に洗われた(高さ1~2mか)。

※「発生年月日」は、宇佐美ほか(2013)による。ただし、1586年の地震、1700年の地震及び1780年の地震については、渡辺(1998)による。

「発生場所」、「地震規模 M[Mt](Ms)」及び「津波規模m」は、次の値を示している。

2010年の地震: 国立天文台(2014)による。ただし、「津波規模m」は宇佐美ほか(2013)による。

2010年以外の地震: 渡辺(1998)による。

Mtは津波マグニチュードを, Msは表面波マグニチュードを示す。

「地震・津波の概要」は、次を参照している。

2010年の地震: 今村ほか(2010)及び都司ほか(2010)による。

2010年以外の地震: 渡辺(1998)による。

## <参考> 文献調査結果(主な既往の遠地津波②)

主な既往の遠地津波(2/2)

発生日月	発生場所	地震規模 M [Mt] <Ms>	津波規模 m	地震・津波の概要
1946.4.1 (昭和21)	アリューシャン列島東部	7.4 [9.3]	4	『アリューシャン津波』:アリューシャンのウニマク島灯台で30.5m, ハワイ諸島で0.5~17mの高さとなる等太平洋沿岸各地にかなりの津波が襲来した。日本沿岸の津波の最大全振幅は鮎川56cm, 八戸20cm等。
1952.11.4 (昭和27)	カムチャツカ半島 南東沖	8.5 [9.0]	3	『カムチャツカ津波』:カムチャツカ半島で1~15mの津波。ハワイ諸島で10.4mに達する等太平洋沿岸全域に影響した。日本沿岸における津波の高さは0.5~3.0m程度。北海道, 三陸沿岸, 下田, 尾鷲等広範囲で家屋の浸水があり, 三陸沿岸では漁業関係の被害があった。
1960.5.22 (昭和35)	チリ 南部沖	8.5 [9.4]	4	『チリ地震津波』:チリのイスラ・モチャで20~25mの津波。太平洋沿岸各地に波及し, ハワイ諸島で10.5mに達する。日本沿岸での波高は三陸沿岸で0.8~8.1m, その他で0.6~4.2m。日本全体で死・不明142(うち沖縄で3), 家屋全壊1500余, 半壊2千余。
1964.3.28 (昭和39)	アラスカ湾	9.2 [9.1] <8.4>	4	『アラスカ地震津波』:アラスカのバルディーズで6.1~30mの津波。日本では三陸沿岸で漁業施設に若干の被害があった。
1965.2.4 (昭和40)	アリューシャン列島	8.7 [8.6] <8.2>	3	アリューシャンで0.2~10mの津波。三陸沿岸の浅海漁業施設に僅かの被害があった。
1996.2.17 (平成8)	インドネシア イリアン・ジャヤ沖	<8.1>	3	インドネシアのピアック島で最大7.7m(津波到達時の潮位上)に達した。日本沿岸の津波の最大全振幅は, 父島で195cm, 串本で170cm。土佐清水では漁船20艘が転覆し, 八丈島で漁船に被害があった。
2010.2.27 (平成22)	チリ 中部沖	8.5	[3]	チリ沿岸は平均5~9mの津波(遡上高さ)。最大は28m(遡上高さ)。日本沿岸での最大は気仙沼湾奥で3.0m(全振幅)。

※「発生日月」は、宇佐美ほか(2013)による。  
「発生場所」、「地震規模 M[Mt]<Ms>」及び「津波規模m」は、次の値を示している。  
2010年の地震: 国立天文台(2014)による。ただし、「津波規模m」は羽鳥による値(宇佐美ほか(2013)により引用)。  
2010年以外の地震: 渡辺(1998)による。  
Mtは津波マグニチュードを, Msは表面波マグニチュードを示す。  
「地震・津波の概要」は、次を参照している。  
2010年の地震: 今村ほか(2010)及び都司ほか(2010)による。  
2010年以外の地震: 渡辺(1998)による。

2. 既往津波に関する検討 2.1 文献調査

# <参考> 文献調査結果(主な既往の近地津波の津波高)

主な既往の近地津波の津波高 (単位:m)											
市町村名	地名	1611年 慶長16 三陸沖	1677年 延宝5 青森県東方沖	1763年 宝暦12 青森県東方沖	1856年 安政3 青森県東方沖	1896年 明治29 三陸沖	1933年 昭和8 三陸沖	1952年 昭和27 十勝沖	1968年 昭和43 青森県東方沖	2003年 平成15 十勝沖	2011年 平成23 東北沖
森町	森・東森						0.6~1.5		0.6		1.7~2.5
	砂原						1.2~1.8				
鹿部町	鹿部										
	白尻				3						1.9
函館市	楢法華				3						1.1
	山背泊								1.1		1.8
	浜町			1~2	3	1.8	0.9	0.3	1.0		1.6~3.1
北斗市	上磯				1.5						1.6
大間町	奥戸						1.6				
	大間								0.2~1.1		1.7
風間浦村	易国間								2.2		1.6
	下風呂						1.8				2.1
むつ市	甲								2.6		
	木野部						1.5				
	大畑・湊				4		1.0~1.4		2.2		2.5~2.6
	出戸川						1.6				
東通村	関根						1.0				2.2~2.7
	入口								1.2	1.7	2.3~5.2
	岩屋								1.3		1.5~2.1
	尻屋								2.2		1.8
	尻労								1.0	2.6	2.3~2.6
	小田野沢								2.7		1.9
	老部								2.4		
六ヶ所村	白糠								0.9		2.0~2.3
	袖戸								0.8~3.1		
	泊								0.6~2.5	1.5	2.4
	出戸								4.2		2.8
	尾駮								1.2~1.5		3.5
三沢市	新納屋								3.7		
	高瀬川								1.6		1.9
	塩釜						3.0		5.1		5.0~6.7
	六川目						3.6~4.5		2.1		4.5~6.7
	淋代						3.0~3.9		2.4		5.2~9.7
	五川目						3.4		2.5		6.0~11.8
	四川目						3.8~5.0		2.8~4.0		7.0~9.6
三川目						5.0		1.7		5.8~8.1	
おいらせ町	二川目						4.0		2.7		4.5~8.8
	一川目						1.8~4.2		1.7~4.1		4.8~11.0
	川口・百石				4		2.5~5.0		3.7~4.0		1.3~8.9
八戸市	市川・橋向						3.0~3.8				3.0~9.6
	河原木						1.5~3.0		2.1~4.8		3.3~8.4
	八戸(湊)			1~3	3~4			2.0	1.6~3.2		1.9~7.1
	鮫・蕨島					3	2.1~4.7		1.5~4.4		4.5~6.4
野田村	野田		4~5	6	10.5~20.0	5.0~15.6	2.2	3.9~4.6		5.2~38.4	
宮古市	田老	15~21	2~3		3.8~4	8.5~14.6	4.0~10.1	1.0	1.2~1.5	0.8	7.4~39.8
	宮古	6~8	2~3	1~2	2	4.6	3.0~8.2	0.7~1.3	1.2~2.0	1.0~1.1	0.4~38.3
大槌町	大槌(大須賀)	5~10	2.8~4		3~3.5	2.7~4.0	2.9~3.9	2.2~2.3		7.2~18.1	
釜石市	釜石			1	3~3.7	4.5~8.2	2.7~5.4	2	2.0~3.2	1.3	4.2~30.6
文献		羽鳥 (2000)	羽鳥 (2000)	羽鳥 (2000)	羽鳥 (2000)	中央気象台 (1933) 他	中央気象台 (1933) 他	渡辺 (1998)	岸 (1969)	東北大学 (2004)	東北地方太平洋沖 地震津波合同調査 グループ(2012)

2. 既往津波に関する検討 2.1 文献調査

# ＜参考＞文献調査結果(主な既往の遠地津波の津波高)

主な既往の遠地津波の津波高 (単位:m)					
市町村名	地名	1868年 慶応4 チリ北部アリカ沖	1877年 明治10 チリのイキケ沖	1952年 昭和27 カムチャツカ半島南東沖	1960年 昭和35 チリ南部沖
森町	森・東森				1.5
	砂原				1.5
鹿部町	鹿部				0.9
	臼尻				0.4
函館市	楡法華				
	山背泊				1.9
	浜町				1.2
	函館	2	2.4	0.5~1.5	1.4~2.9
北斗市	上磯				1.3~1.9
大間町	奥戸				
	大間				2.0
風間浦村	易国間				
	下風呂				
	甲				
むつ市	木野部				1.9~2.3
	大畑・湊				1.4~2.1
	出戸川				1.2
	関根				1.6
東通村	入口				1.7~1.8
	岩屋				1.3
	尻屋				1.4
	尻勞				
	小田野沢				
	老部				
六ヶ所村	白糠				2.0
	袖戸				
	泊				
	出戸				
	尾駁				1.0
三沢市	新納屋				
	高瀬川				2.2
	塩釜				
	六川目				2.0
	淋代				
	五川目				2.3
三沢市	四川目				1.9
	三川目				1.3
	二川目				1.0
	一川目				1.2
おいらせ町	川口・百石				3.2~4.9
	市川・橋向				1.5~3.4
八戸市	河原木				2.2~5.3
	八戸(湊)				2.5~4.3
	鮫・蕪島			1.8	3.9
	野田				4.9~5.2
野田村	野田				4.9~5.2
	田老			2.2	1.8~3.2
宮古市	宮古			0.4~1.8	1.2~2.4
	宮古				
大槌町	大槌(大須賀)			1.5	2.4~3.9
釜石市	釜石		3		2.1~3.3
文献		渡辺 (1998)	渡辺 (1998)	渡辺 (1998)	チリ津波合同調査班 (1961) 他

# 検討方針

- 解析モデル及び計算方法の妥当性確認のため、既往津波について数値シミュレーションを行い、計算結果と実際の津波痕跡高との比較による既往津波の再現性の検討を実施した。
- 対象とした既往津波については、過去に敷地近傍に大きな影響を及ぼしたと考えられる津波である、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波を対象とした。
- 再現性の評価の指標としては、相田(1977)による既往津波高と数値シミュレーションにより計算された津波高との比から求める幾何平均値K及びばらつきを表す指標  $\kappa$  を用い、土木学会(2016)に示される「 $0.95 < K < 1.05$ 、 $\kappa < 1.45$ 」を再現性の目安とした。
- 数値シミュレーションにあたっては、右の表に示す計算条件を設定した。

主な計算条件								
空間格子間隔 $\Delta s$ (m)	1440	480 (1440/3)	160 (1440/9)	80 (1440/18)	40 (1440/36)	20 (1440/72)	10 (1440/144)	5 (1440/288)
時間格子間隔 $\Delta t$ (s)	0.1							
基礎方程式	後藤・小川(1982)の非線形長波式							
沖側境界条件	自由透過	外側の格子領域と水位・流量を接続						
陸側境界条件	完全反射			小谷ほか(1998)の遡上境界条件				
越流境界条件	—*						本間(1940)の越流境界条件	
初期海面変動	地震断層モデルを用いてMansinha and Smylie(1971)の方法により計算される鉛直変位を海面上に与える							
海底摩擦係数	マンニングの粗度係数 $n=0.03\text{m}^{-1/3}\text{s}$ (土木学会(2016)より)							
水平渦動粘性係数	考慮しない							
潮位条件	T.M.S.L. $\pm 0.0\text{m}$							
計算再現時間	地震発生後4時間							

\*空間格子間隔  $\Delta s = 1440\text{m} \sim 20\text{m}$  の領域には防波堤は考慮していない

## 【再現性の指標】

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i$$

$$\log \kappa = \left[ \frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - n(\log K)^2 \right\} \right]^{1/2}$$

$n$ : 地点数

$$K_i = R_i / H_i$$

$R_i$ :  $i$  番目の地点での痕跡高

$H_i$ :  $i$  番目の地点での計算値

土木学会(2016)より抜粋

基礎方程式：非線形長波 [浅水理論] の連続式及び運動方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_x \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q_x Q_y}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{Q_y^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{gn^2}{D^{7/3}} Q_y \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} = 0$$

ここで、 $x, y$ : 水平座標 (m)  $t$ : 時間 (s)

$Q_x, Q_y$ :  $x, y$  方向の単位幅当たりの流量 (=流速  $\times$  全水深) ( $\text{m}^2/\text{s}$ )

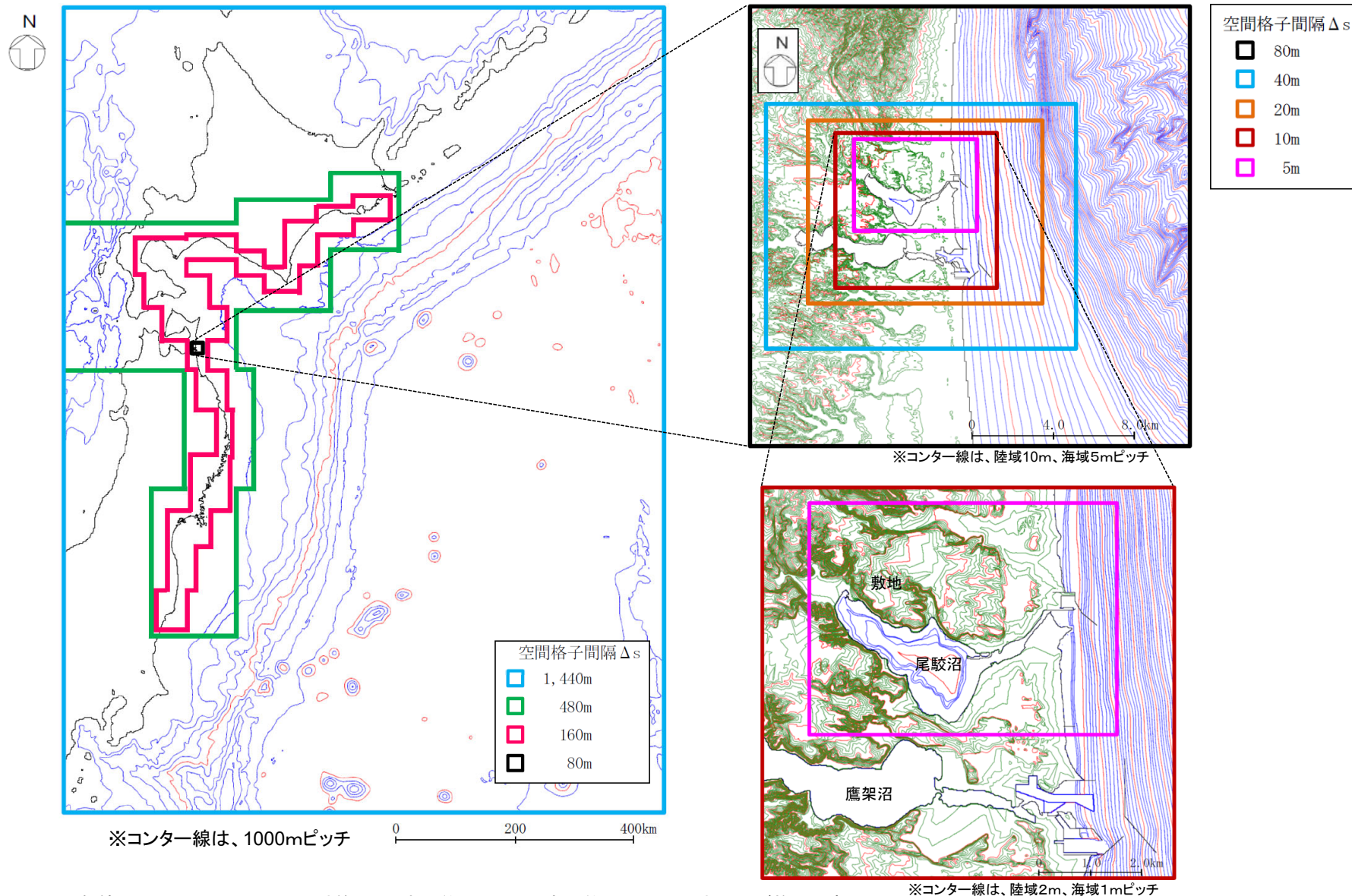
$\eta$ : 静水面からの水位 (m)  $D$ : 全水深 (=  $h + \eta$ ) (m)

$h$ : 静水深 (m)  $g$ : 重力加速度 ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

$n$ : マニングの粗度係数 ( $\text{m}^{-1/3}\text{s}$ )

# 数値シミュレーションにおける計算領域、水深及び格子分割

海底地形のモデル化にあたっては、日本水路協会の海底地形データM7000シリーズ等を用いて、土木学会(2016)を参考とし、水深と津波の周期から推定される津波の波長を基に、計算格子分割を設定した。

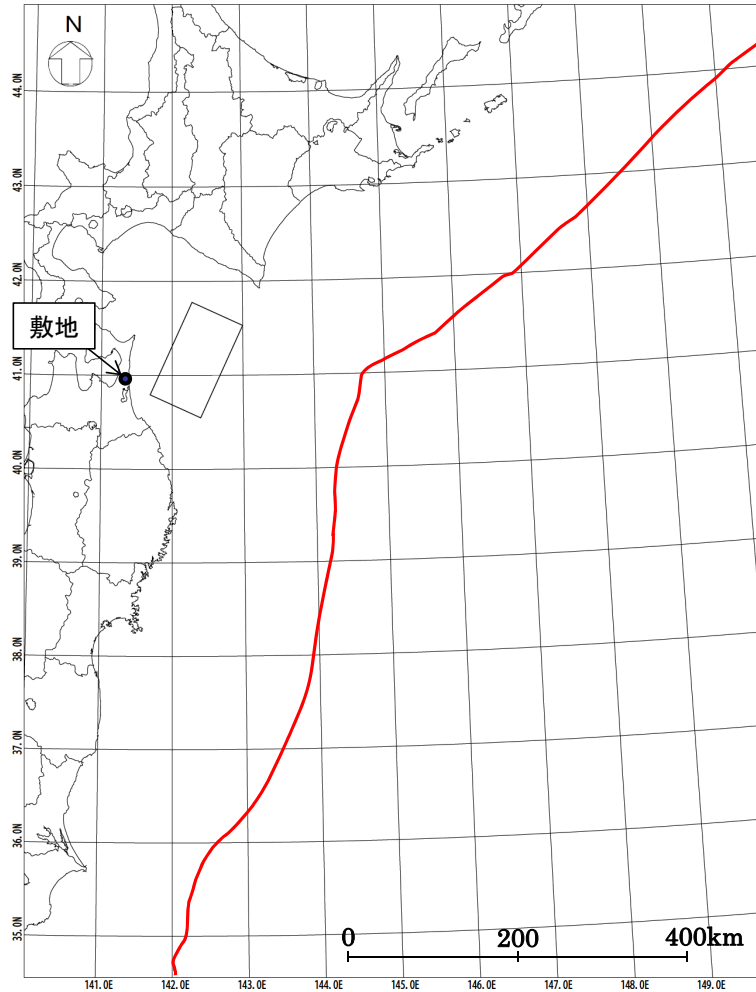


数値シミュレーションに用いた計算領域(東西約1,000km、南北約1,300km)、水深及び格子分割



# 既往津波の再現性の検討結果(1856年の津波)

○波源モデルの位置及び諸元



\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

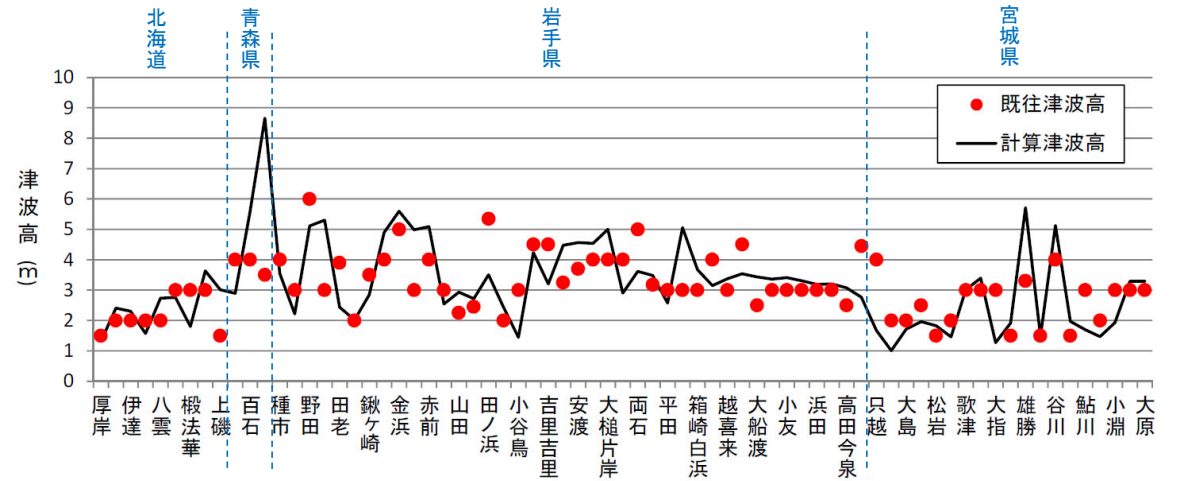
波源モデルの位置

諸元

(土木学会(2002)の諸元を補正)

モーメント マグニチュード Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ (°)	上縁深さ d (km)	傾斜角 $\delta$ (°)	すべり角 $\lambda$ (°)	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.32	120	70	205	26	20	90	$5.0 \times 10^{10}$	9.00

○再現性の確認結果



※既往津波高:羽鳥(2000)

既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較

1856年の津波の再現性検討結果

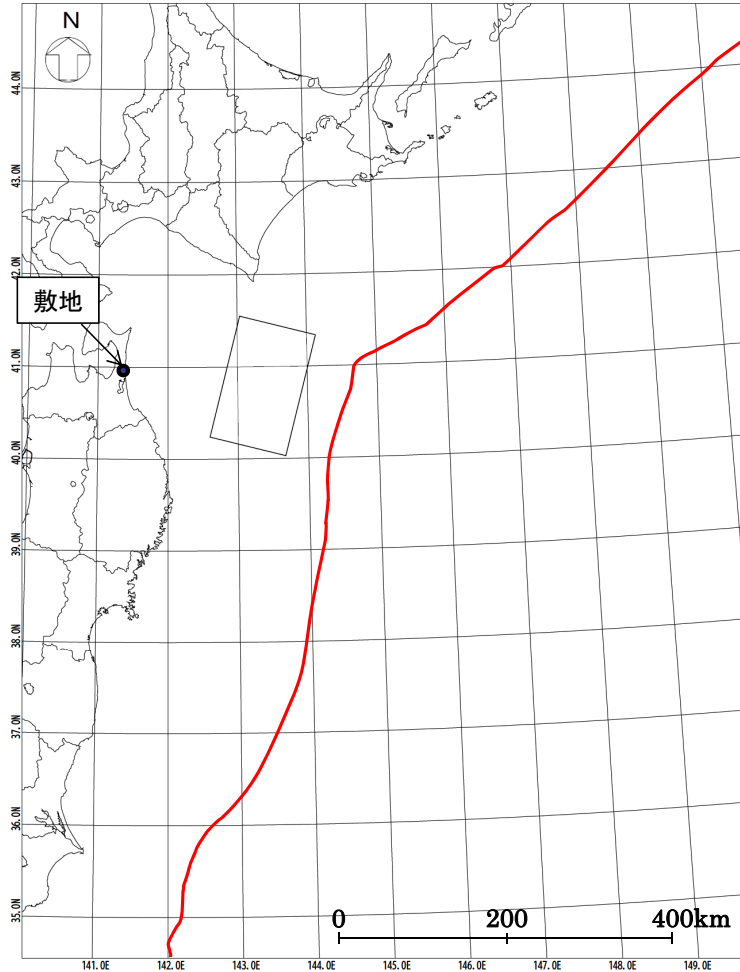
比較地域	地点数n	K	$\kappa$
厚岸～大原	71	1.01	1.42

1856年の津波の再現性について検討した結果、 $K=1.01$ 、 $\kappa=1.42$ の結果が得られ、土木学会(2016)の目安を満足していることを確認した。

2. 既往津波に関する検討 2.2 既往津波の再現性の確認

# 既往津波の再現性の検討結果(1968年十勝沖地震に伴う津波)

○波源モデルの位置及び諸元



\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

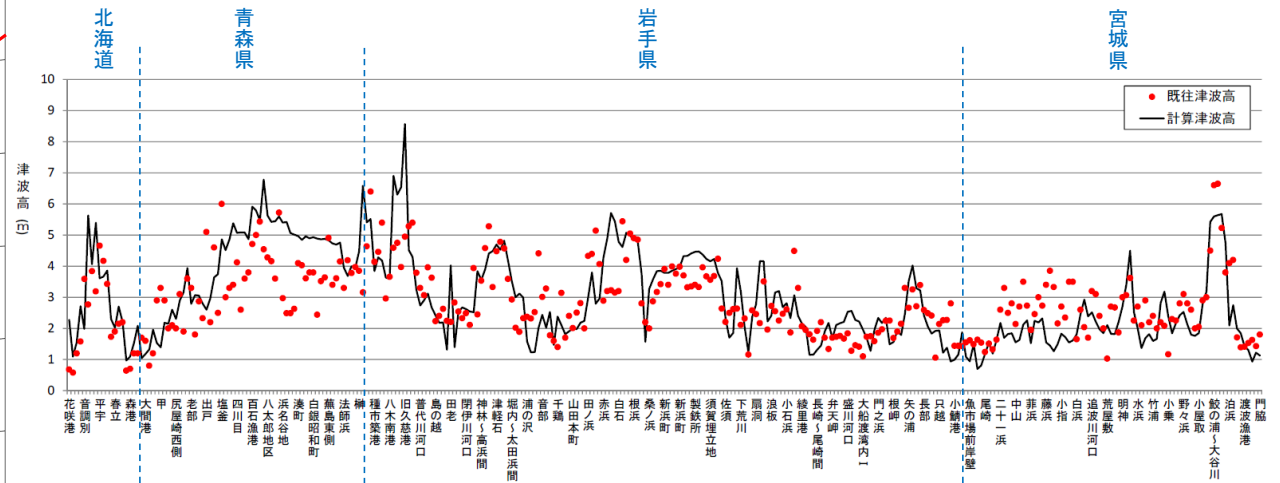
波源モデルの位置

諸元

(土木学会(2002)を補正)

モーメント マグニチュード Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.36	150	100	195	12	20	76	$5.0 \times 10^{10}$	5.90

○再現性の確認結果



※既往津波高: 岸(1969)

既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較

1968年十勝沖地震に伴う津波の再現性検討結果

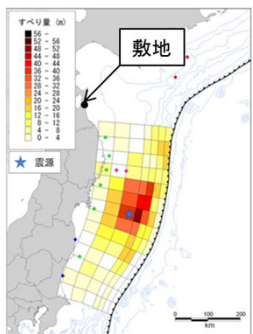
比較地域	地点数n	K	$\kappa$
花咲港～門脇	313	0.99	1.44

1968年十勝沖地震に伴う津波の再現性について検討した結果、 $K=0.99$ 、 $\kappa=1.44$ の結果が得られ、土木学会(2016)の目安を満足していることを確認した。

## 2. 既往津波に関する検討 2.2 既往津波の再現性の確認

# 既往津波の再現性の検討結果(2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波)

### ○波源モデルの位置及び諸元



内閣府(2012)より抜粋・一部加筆  
断層すべり量分布(合計)

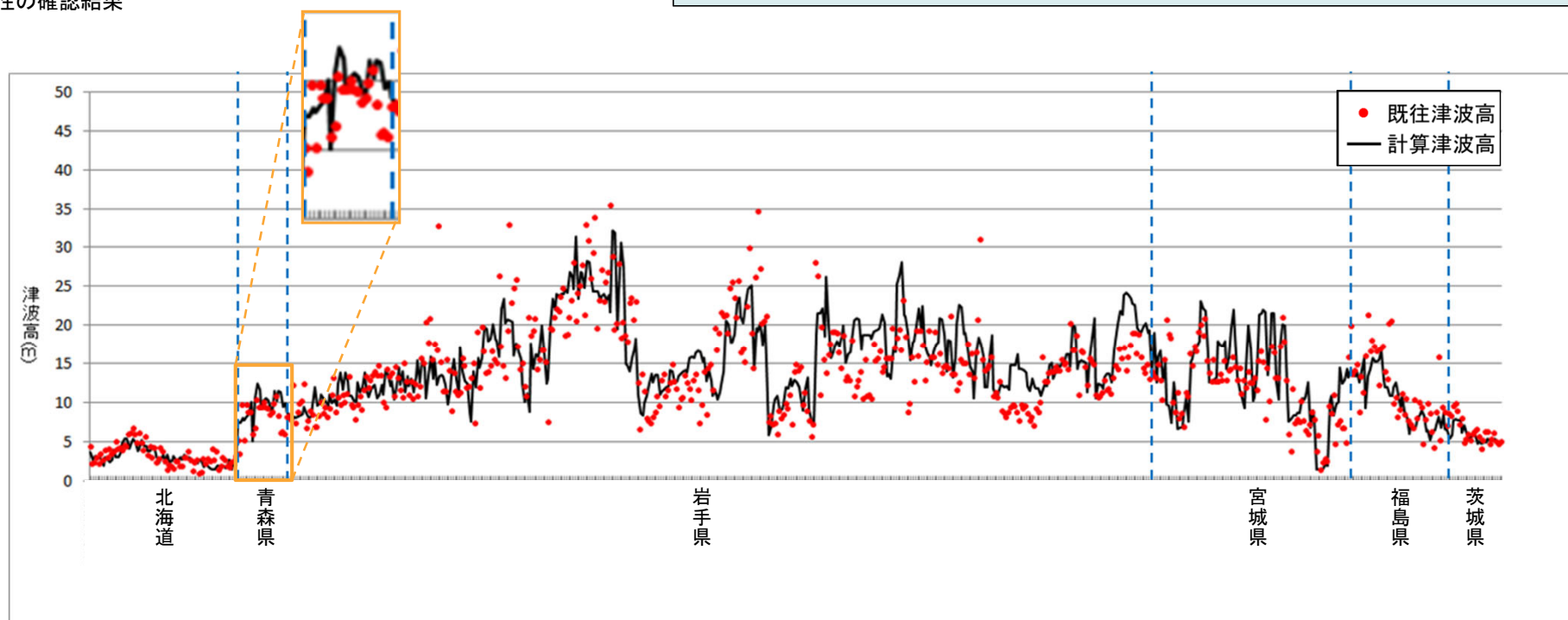
諸元	
Mw	面積(km <sup>2</sup> )
9.0	119,974

### 2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の再現性検討結果

比較地域	地点数n	K	$\kappa$
根室市～日立市	660	0.952	1.36

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波の再現性について検討した結果、 $K=0.952$ 、 $\kappa=1.36$ の結果が得られ、土木学会(2016)の目安を満足していることを確認した。

### ○再現性の確認結果



※既往津波高: 東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ(2012)の調査結果のうち、遡上距離および海岸からの距離が500m未満の地点で得られた信頼度B以上の遡上高を使用

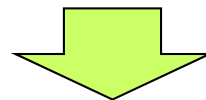
既往津波高と数値シミュレーションによる津波高の比較

# まとめ

解析モデル及び計算方法の妥当性確認のため、1856年の津波、1968年十勝沖地震に伴う津波及び2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波を対象として再現性について検討した結果を下表に示す。

既往津波の再現性検討結果

対象とする既往津波	比較地域	地点数n	K	$\kappa$
1856年の津波	厚岸～大原	71	1.01	1.42
1968年十勝沖地震に伴う津波	花咲港～門脇	313	0.99	1.44
2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波	根室市～日立	660	0.952	1.36



土木学会(2016)の目安を満足していることから、解析モデル及び計算手法の妥当性を確認した。

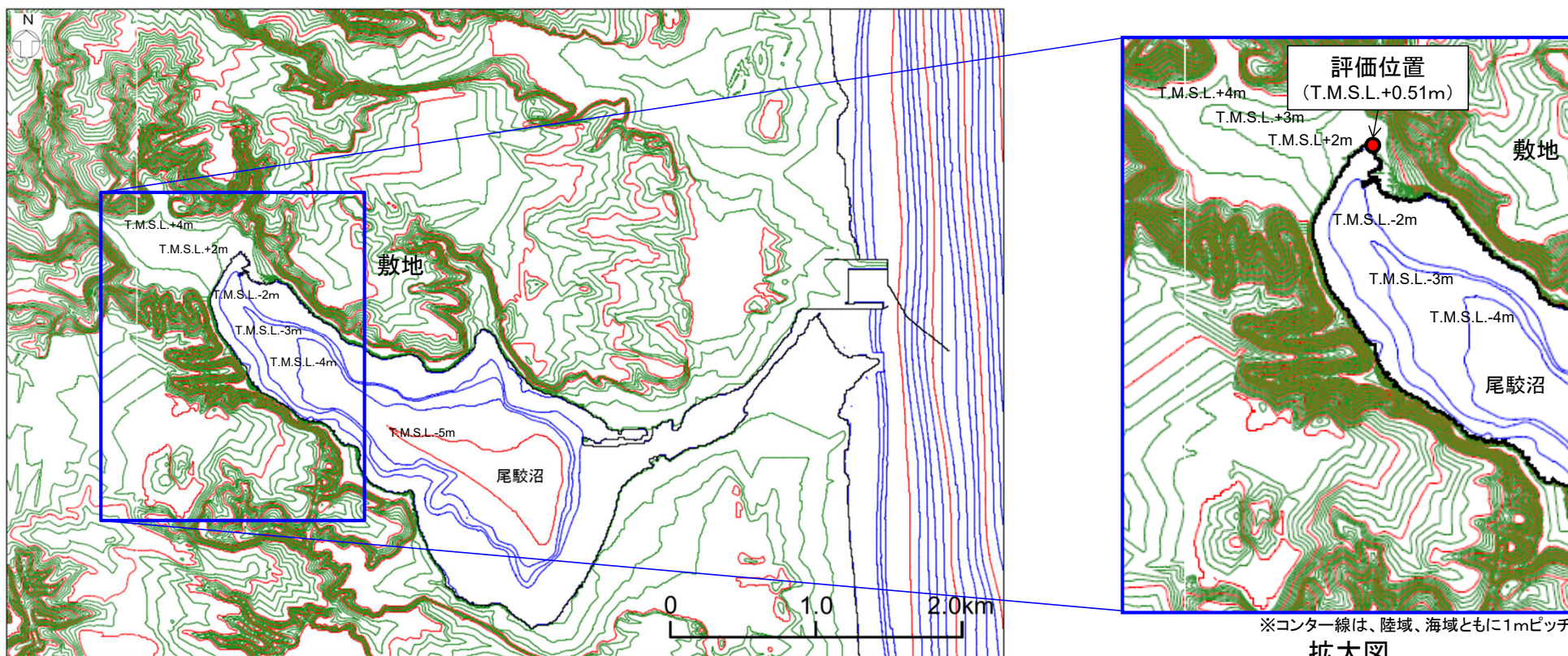
### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価

- 3. 1 評価位置の選定
- 3. 2 地震に起因する津波の評価
- 3. 3 地震以外の要因に起因する津波の評価
- 3. 4 まとめ

### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価

## 3.1 評価位置の選定①

- 当社の評価においては、1章に記載の通り、本施設の設置される敷地への到達可能性について検討する方針であるが、各波源モデルの津波高を比較するにあたり、尾駈沼内の地形形状を踏まえ、津波高が高くなると想定される尾駈沼奥の地点を評価位置として選定した。
- 津波による影響を評価するにあたっては、朔望平均満潮位及び地殻変動量を考慮した津波高について評価した。



尾駈沼付近のコンター図

拡大図

潮位\*

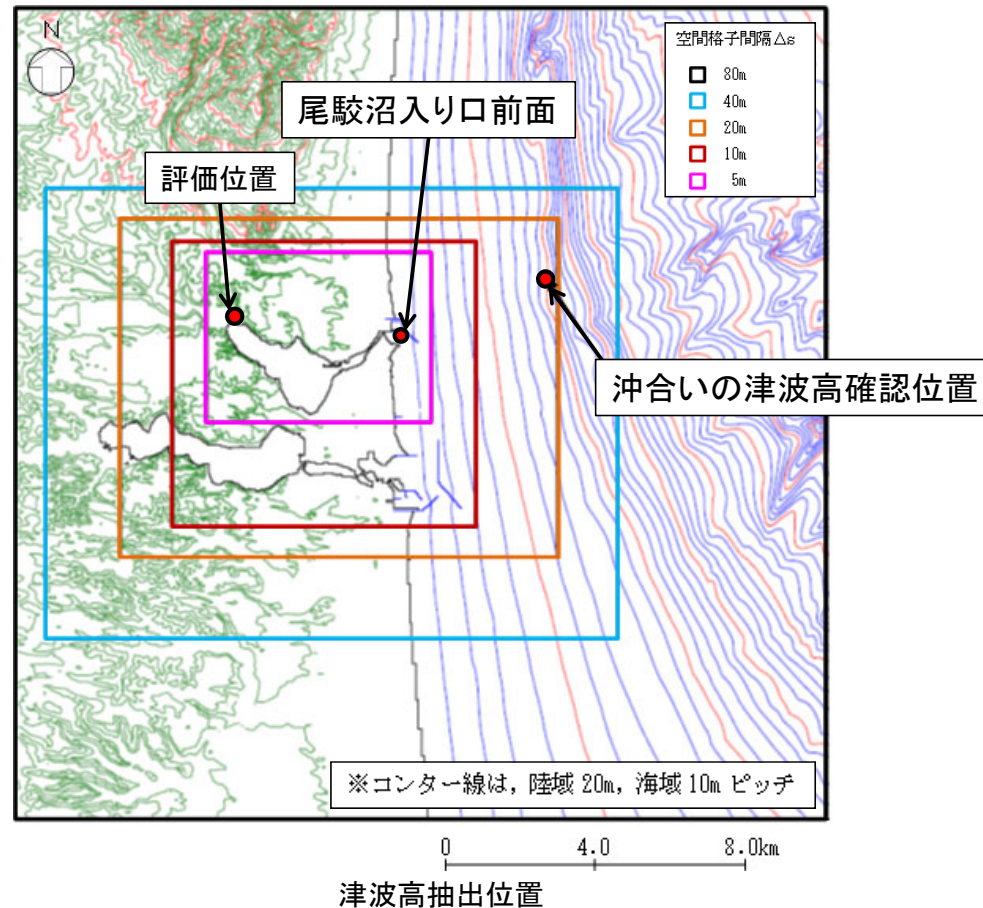
\* 国土交通省港湾局験潮所「むつ小川原港」におけるデータ(観測期間:2008年4月~2013年3月)を整理

・最高潮位	T.M.S.L.+1.00m
・朔望平均満潮位	T.M.S.L.+0.67m
・平均潮位	T.M.S.L.+0.05m
・朔望平均干潮位	T.M.S.L.-0.77m
・最低潮位	T.M.S.L.-1.04m

### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価

## 3.1 評価位置の選定②

- 各波源モデルの津波高の比較にあたっては、前頁に記載の通り、尾駈沼奥の地点を評価位置として選定したが、津波の規模観の把握のための参考値として、尾駈沼外側の位置の津波高についても抽出することとした。
- 津波高抽出位置については、下図に示す、尾駈沼入り口前面及び沖合いの津波高確認位置の2点とした。
- 沖合いの津波高確認位置は、敷地前面海域の海底地形の特徴を踏まえ、反射波の影響が微少となるよう、沖合いに約4km離れた位置(水深100m)とした。本地点における津波高については、地震に起因する津波の評価の中で評価位置における津波高が最も高いケースでの津波高を確認することとした。
- 尾駈沼入り口前面における津波高については、地震に起因する津波の評価における各波源モデルの全てのケースで確認することとした(参考資料参照)。

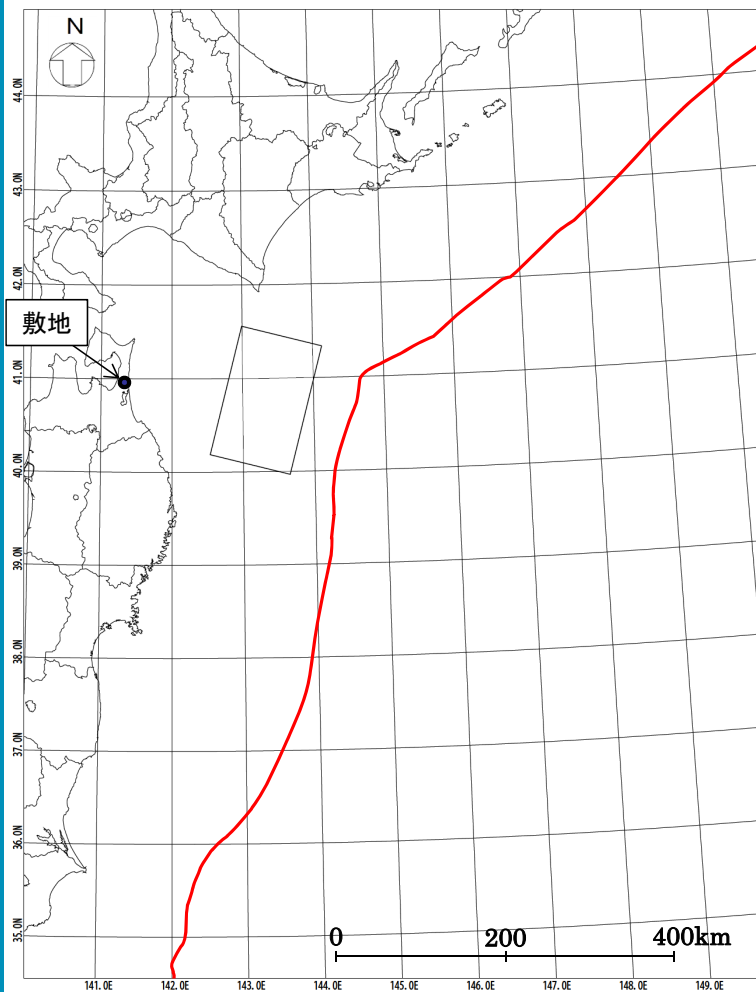


### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

## 三陸沖北部のプレート間地震に起因する津波波源モデルの解析結果

### ○波源モデルの位置及び諸元



\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

#### 波源モデルの位置

#### 諸元

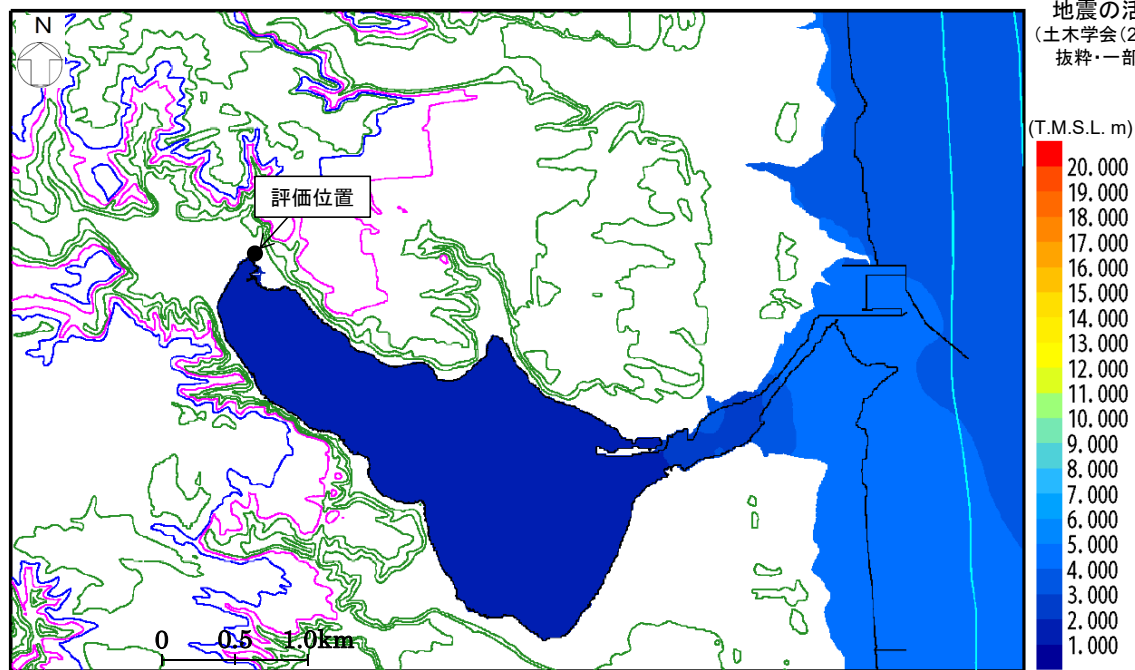
(1968年十勝沖地震に伴う津波を再現する波源モデル(P22)の諸元を補正)

モーメント マグニチュード Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ ( $N/m^2$ )	すべり量 D (m)
8.4	157	104	195	12	20	76	$5.0 \times 10^{10}$	6.16

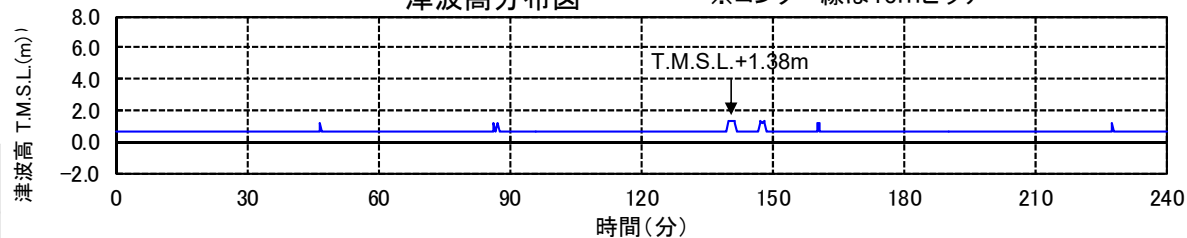
三陸沖北部のプレート間地震の波源モデルは、1968年十勝沖地震に伴う津波を再現する波源モデル(P22)をもとに、地震規模が既往最大のMw8.4となるようにスケーリング則に基づき設定した。

【評価位置における津波高】  
T.M.S.L.+1.38m\*

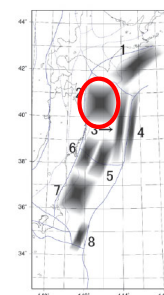
※朔望平均満潮位及び地殻変動量(0.075m沈降)を考慮



津波高分布図 ※コンター線は10mピッチ



評価位置における時刻歴波形



地震の活動域  
(土木学会(2016)より  
抜粋・一部加筆)

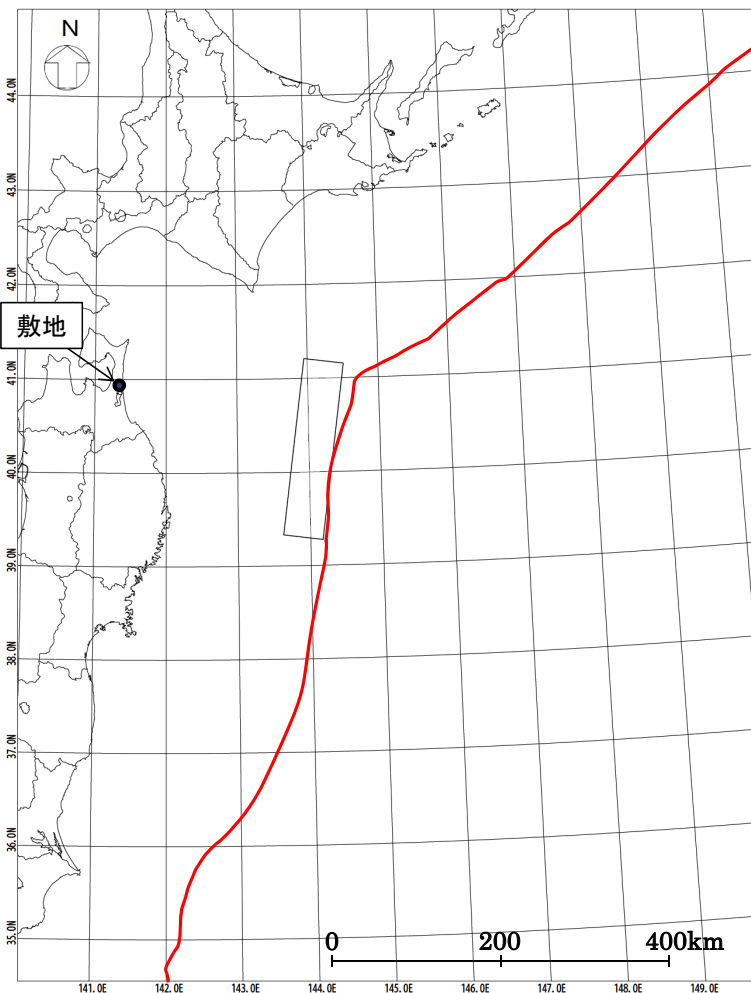


### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

# 津波地震に起因する津波波源モデルの解析結果

## ○波源モデルの位置及び諸元



### 波源モデルの位置

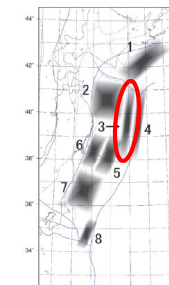
#### 諸元 (土木学会(2002)の諸元)

モーメント マグニチュード Mw	断層長さ L (km)	断層幅 W (km)	走向 $\theta$ ( $^{\circ}$ )	上縁深さ d (km)	傾斜角 $\delta$ ( $^{\circ}$ )	すべり角 $\lambda$ ( $^{\circ}$ )	剛性率 $\mu$ (N/m <sup>2</sup> )	すべり量 D (m)
8.3	210	50	188	1	20	75	$3.5 \times 10^{10}$	9.70

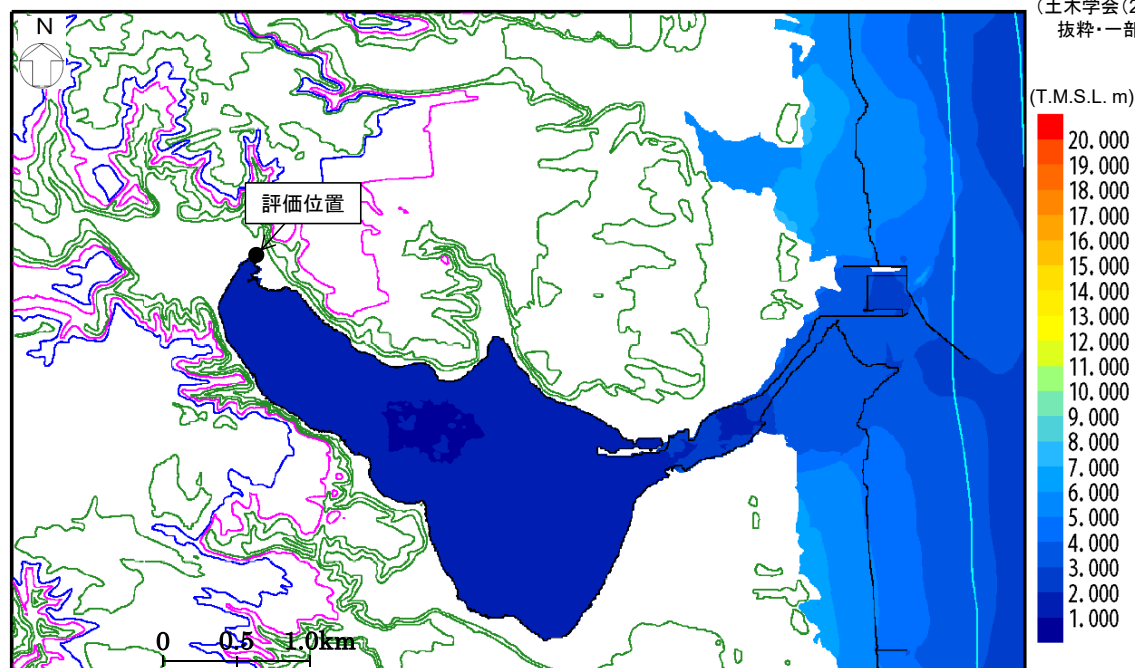
津波地震の波源モデルは、土木学会(2002)で示されている1896年明治三陸地震津波の波源モデル(地震規模は既往最大のMw8.3)を設定した。

【評価位置における津波高】  
T.M.S.L.+1.28m\*

※朔望平均満潮位を考慮。ただし、地殻変動量については隆起側(0.025m)のため考慮しない

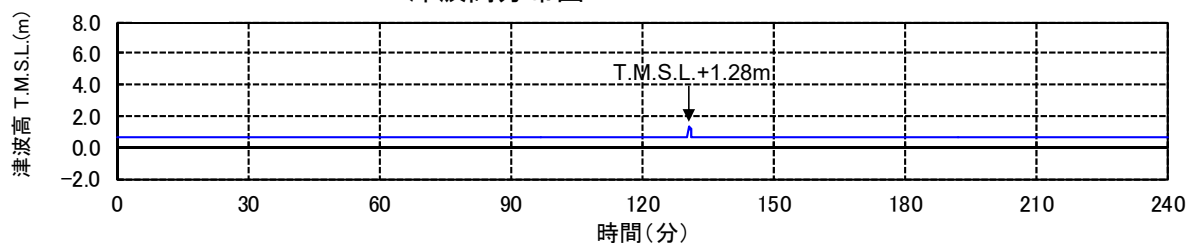


地震の活動域  
(土木学会(2016)より  
抜粋・一部加筆)



津波高分布図

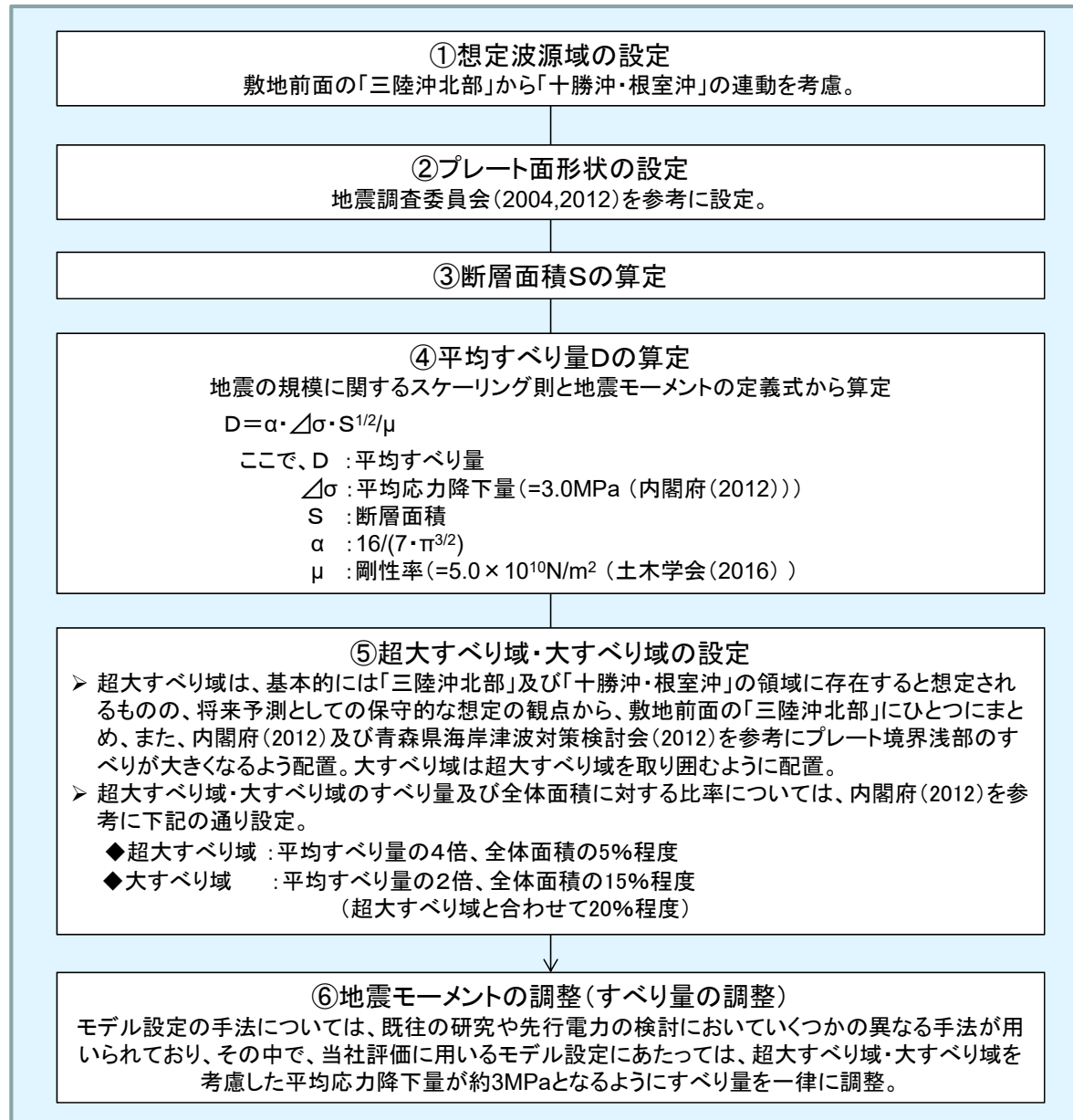
※コンター線は10mピッチ



評価位置における時刻歴波形

# 連動型地震の津波波源モデルの設定(1/8)

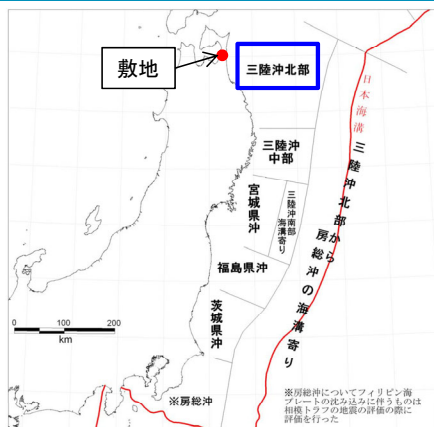
## 【連動型地震の波源モデルの設定フロー】



### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

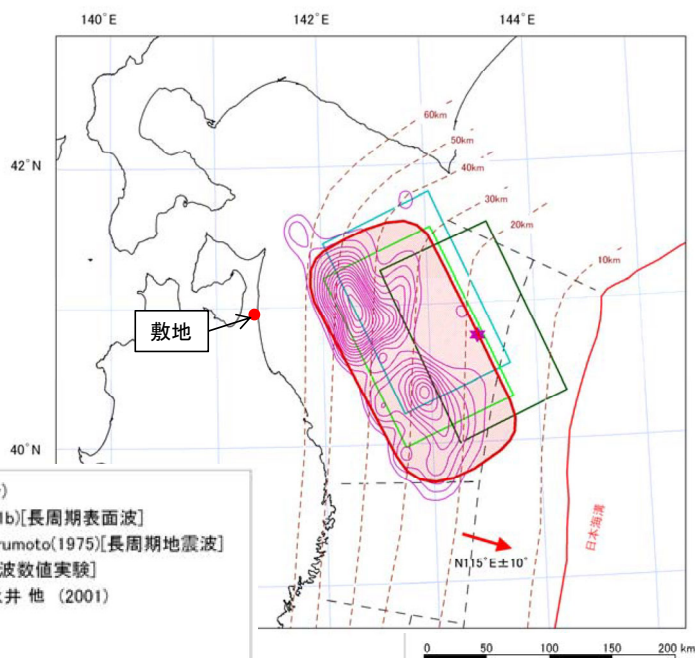
#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

## 連動型地震の津波波源モデルの設定(2/8)



地震調査委員会(2012)より  
抜粋・一部加筆

三陸沖北部から房総沖にかけての評価対象領域の区分け



- プレート境界の等深線(本報告)
  - 1968年十勝沖 Kanamori(1971b)[長周期表面波]
  - 1968年十勝沖 Fukao and Furumoto(1975)[長周期地震波]
  - 1968年十勝沖 Aida(1978)[津波数値実験]
  - 1968年十勝沖アスペリティ永井他(2001)
  - 1968年十勝沖震源位置
  - 想定震源域
- 矢印は陸側のプレートの太平洋プレートに対するずれの向きを示す。

地震調査委員会(2012)より  
抜粋・一部加筆

三陸沖北部の想定震源域

- 想定波源域設定にあたっての基本方針として、まず、敷地前面海域である三陸沖北部の領域に波源を設定する。
- 三陸沖北部においては、1600年以降、M8クラスの地震が4回発生しており、地震調査研究推進本部(2012)は、これらの地震を、平均発生間隔約97.0年で繰り返し発生する地震と評価している。


三陸沖北部の繰り返し発生するプレート間地震の発生領域、震源域の形態、発生間隔等

項目	特性	根拠	評価の信頼度 <sup>注1</sup>
(1)地震の発生領域の目安	図2-2の塗りつぶした領域。	震源域は、1968年の「十勝沖地震」についてのアスペリティモデル(永井他, 2001)、過去の他の震源モデル、余震分布等を参照して、総合的に判断した。	A
(2)震源域の形態	陸側のプレートと太平洋プレートの境界面。低角逆断層型。		
(3)震源域	図2-2(深さは、沿岸寄りでは約60km、日本海溝寄りでは約10km。)		
(4)地震時における陸のプレートの震源断層面における平均的なずれの向き	約N115° E+/-10° (陸側のプレートの太平洋プレートに対するずれの向き)	太平洋プレートの陸側のプレートに対する相対運動方向(瀬野, 1993; Seno <i>et al.</i> , 1996)から推定した。	
(5)発生間隔等	平均発生間隔 約97.0年 (BPT分布モデルを仮定した場合におけるばらつき $\alpha$ は0.11)	1677年・1763年・1856年・1968年に当該領域において発生した、津波被害を伴った地震について、平均発生間隔を算術平均で求めた。	
	最新発生時期(1968年5月16日)から2012年1月1日現在までの経過時間 43.6年		

地震調査委員会(2012)より抜粋

## 連動型地震の津波波源モデルの設定(3/8)

- 三陸沖北部と隣り合う領域が連動しM9クラスの巨大地震が発生した記録はないが、将来予測としての保守的な想定観点から、2011年東北地方太平洋沖地震が複数の領域に跨って連動した地震であるという知見を踏まえ、三陸沖北部と隣り合う領域の連動を考慮することとする。
- 三陸沖北部と隣り合う領域の連動については、北方の千島海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「北方への連動型地震」という。)及び南方の日本海溝沿いの領域への連動を考慮した連動型地震(以下「南方への連動型地震」という。)が考えられるが、南方への連動型地震については、青森県海岸津波対策検討会(2012)において、三陸沖北部から宮城県沖までの領域を波源域とするモデル(Mw9.0)を設定し検討が行われていることから、ここでは北方への連動型地震の波源モデルを設定して検討を実施し、南方への連動型地震については青森県海岸津波対策検討会(2012)の結果を参照することとした。

対象津波		H24 青森県太平洋側想定地震津波
マグニチュード		Mw = 9.0
使用モデル		H24 青森県太平洋側独自断層モデル
概要	説明	中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」で平成17年6月22日に検討された「三陸沖北部の地震」と「明治三陸タイプ地震」を網羅する津波断層領域を想定した地震。
	震源域	

青森県海岸津波対策検討会(2012)より抜粋  
南方への連動型地震の想定波源域

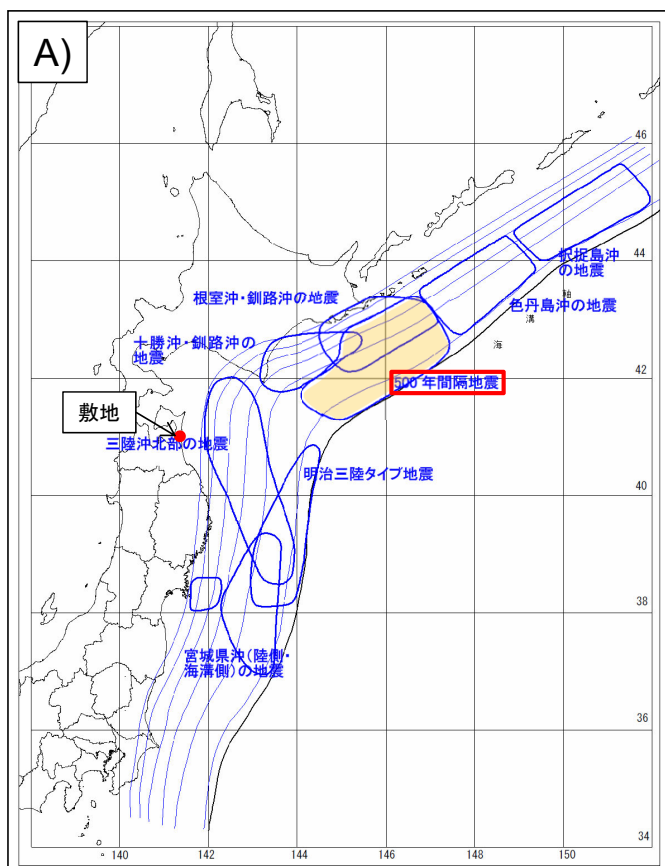
### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

## 連動型地震の津波波源モデルの設定(4/8)-北方への連動型地震-

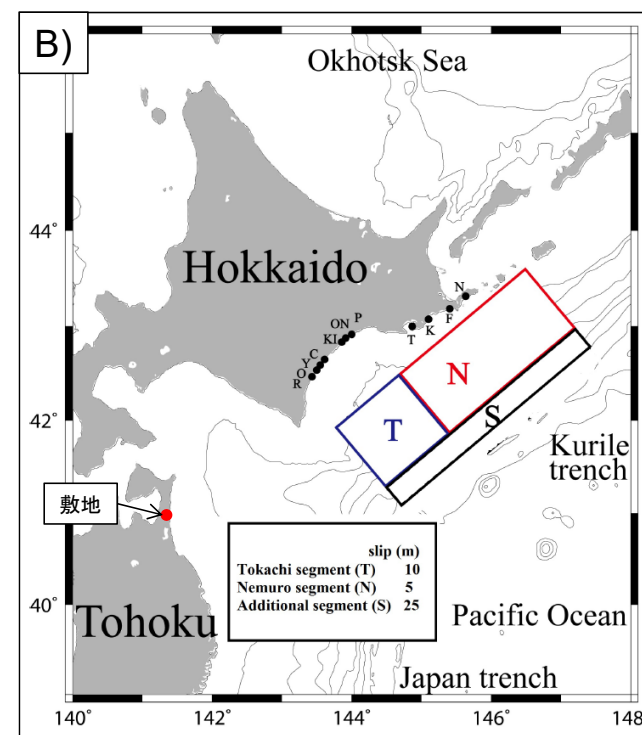
### 【千島海溝沿いの巨大地震に関する文献調査】

- A) 三陸沖北部と隣り合う千島海溝沿いの領域においては、根室沖から十勝沖の領域に跨って連動するプレート間地震が繰り返し発生しており、内閣府中央防災会議(2006)はこの地震を「500年間隔地震」と定義している。
- B) 文部科学省(2014)では、平成24年度に推定した17世紀の巨大地震の断層モデルについて、平成25年度までに実施した津波堆積物調査結果(調査地点:浦幌、キナシベツ、音別、厚岸、根室、釧路、根室海峡沿岸の別海)を含めて評価を行った結果、当該断層モデルで津波堆積物調査結果が説明でき、当該断層モデルを補強する結果が得られたとしている。



内閣府中央防災会議(2006)より抜粋・一部加筆

津波を発生させる断層領域(津波の断層域)の模式図



文部科学省(2014)より抜粋・一部加筆

津波堆積物調査結果から推定した北海道太平洋沖で発生した17世紀巨大地震の断層モデル

### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

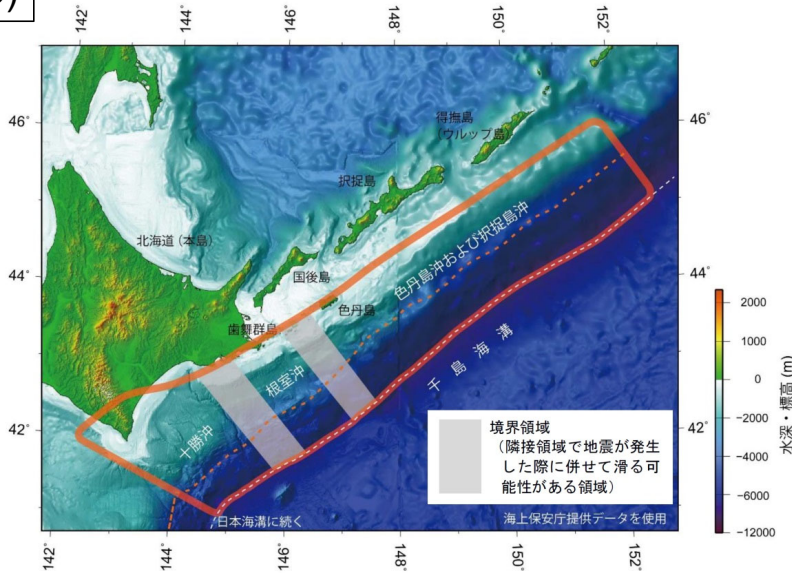
#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

## 連動型地震の津波波源モデルの設定(5/8)-北方への連動型地震-



### 【千島海溝沿いの巨大地震に関する文献調査】

C)



地震調査委員会(2017)より抜粋

千島海溝沿いの評価対象領域

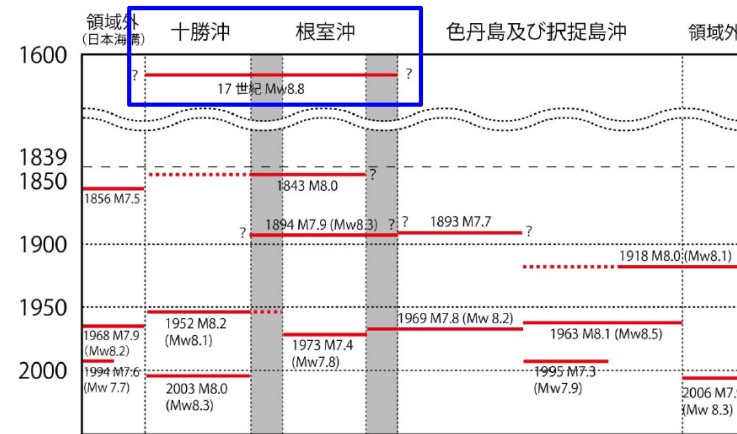
#### 超巨大地震(17世紀型)の発生領域、震源域の形態、発生間隔等

項目	特性	根拠
(1) 地震の発生領域の目安	図1。具体的な地域は特定できないが、根室沖を含む可能性が高い。	当該地域の津波堆積物の空間分布を参考にして判断した。
(2) 震源域の形態	陸側のプレートと太平洋プレートの境界面。低角逆断層型。	
(3) 震源域	長さ 300km 以上。深さは、60km 程度で浅。海溝寄りの領域も連動する。	
(4) 震源断層面での平均的なずれの向き	約 N114° E (陸側のプレートの太平洋プレートに対する動きの向き)	根室沖と同じ値を使用した。
(5) 発生間隔等	発生頻度 約 340~380 年に 1 回 過去の地震の推定発生間隔 約 100~800 年	北海道東部(厚岸郡)において調査された津波堆積物のうち、巨大大津波を発生させたと推定される津波堆積物の数や年代推定結果から推定した。

地震調査委員会(2017)より抜粋

C) 地震調査委員会(2017)によると、以下のような内容が記載されている。

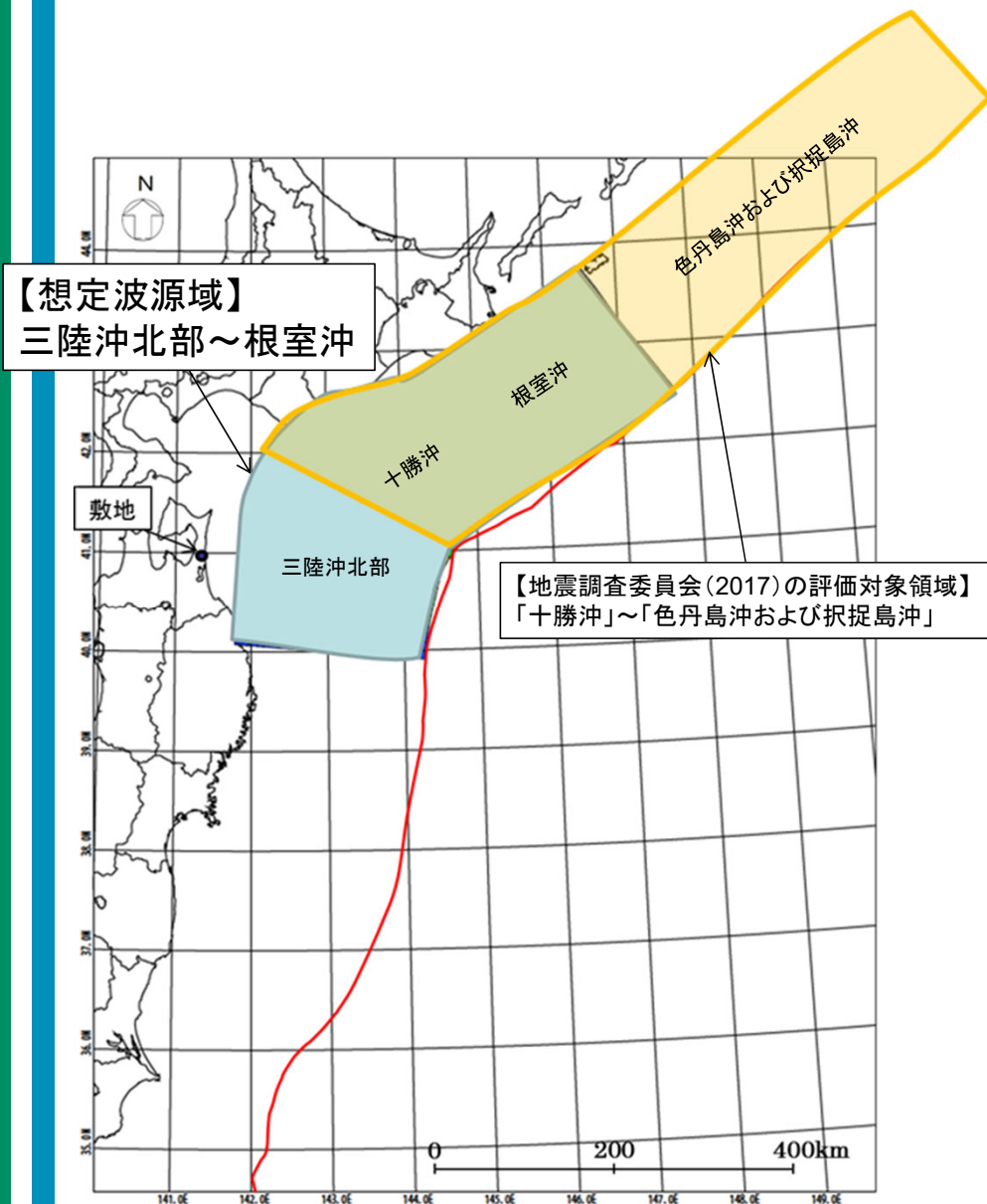
- 千島海溝沿いのうち、十勝沖・根室沖・色丹島沖及び択捉島沖を主な対象とし、長期的な観点で地震発生の可能性、震源域の形態等についての評価をとりまとめたものである。
- 千島海溝沿いでは、大きな津波をもたらした地震が17世紀に発生したことが知られていて、北海道東部に巨大な津波をもたらすような地震を「超巨大地震(17世紀型)」と呼ぶ。
- 「超巨大地震(17世紀型)」について、北海道東部における津波堆積物調査結果から、17世紀に1952年の十勝沖地震をはるかに超える規模の津波が発生し、現在の海岸線から1~4km程度内陸まで浸水したと推定されており、この津波を発生させた地震は両領域が海溝寄りの領域を含んで破壊する2011年東北地方太平洋沖地震と同様の特徴を持ち、規模はMw8.8に達する地震であった可能性が指摘されている。
- 現時点で解明されている知見の中で最大の地震は17世紀の地震(Mw8.8)であるが、北方領土における津波堆積物の分布が不明瞭であり、規模が大きくなる可能性がある。したがって、この地震の規模の上限の設定は困難と考え、M8.8程度以上と評価した。
- 東北地方太平洋沿岸では、八戸藩や盛岡藩の藩日記などに江戸時代前半からの地震が連続的に記録されているものの(Satake,2004)、いずれも震源・波源は千島海溝以外に推定され(渡辺,1998)、該当する文書記録が見当たらない。以上のことから千島海溝で発生した17世紀の津波は、三陸海岸には顕著な被害をもたらさない程度であったとみなされている。



地震調査委員会(2017)より抜粋・一部加筆

千島海溝沿いで近年発生したプレート間巨大地震と超巨大地震(17世紀型)の震源域の時空間分布

# 連動型地震の津波波源モデルの設定(6/8)-北方への連動型地震-



【想定波源域】  
三陸沖北部～根室沖

【地震調査委員会(2017)の評価対象領域】  
「十勝沖」～「色丹島沖および択捉島沖」

- 北方への連動型地震については、敷地前面の「三陸沖北部」から、日本海溝・千島海溝会合部を跨いで千島海溝沿いの領域までの連動を考慮するものであり、連動を考慮する領域は、A)～C)も踏まえ、「三陸沖北部」から、17世紀に発生した巨大地震の震源域であったとされている「十勝沖」・「根室沖」までの領域とした。
- なお、地震調査委員会(2017)においては、評価対象領域として「十勝沖」から「色丹島沖および択捉島沖」までの領域が示されているが、「千島海溝で発生した17世紀の津波は、三陸海岸には顕著な被害をもたらさない程度であったとみなされている」とされている。このことを踏まえると、千島海溝沿いのみの領域である地震調査委員会(2017)の評価対象領域よりも、敷地前面の「三陸沖北部」に波源のある北方への連動型地震の想定波源域の方が、敷地近傍の津波高は高くなるものと想定される。

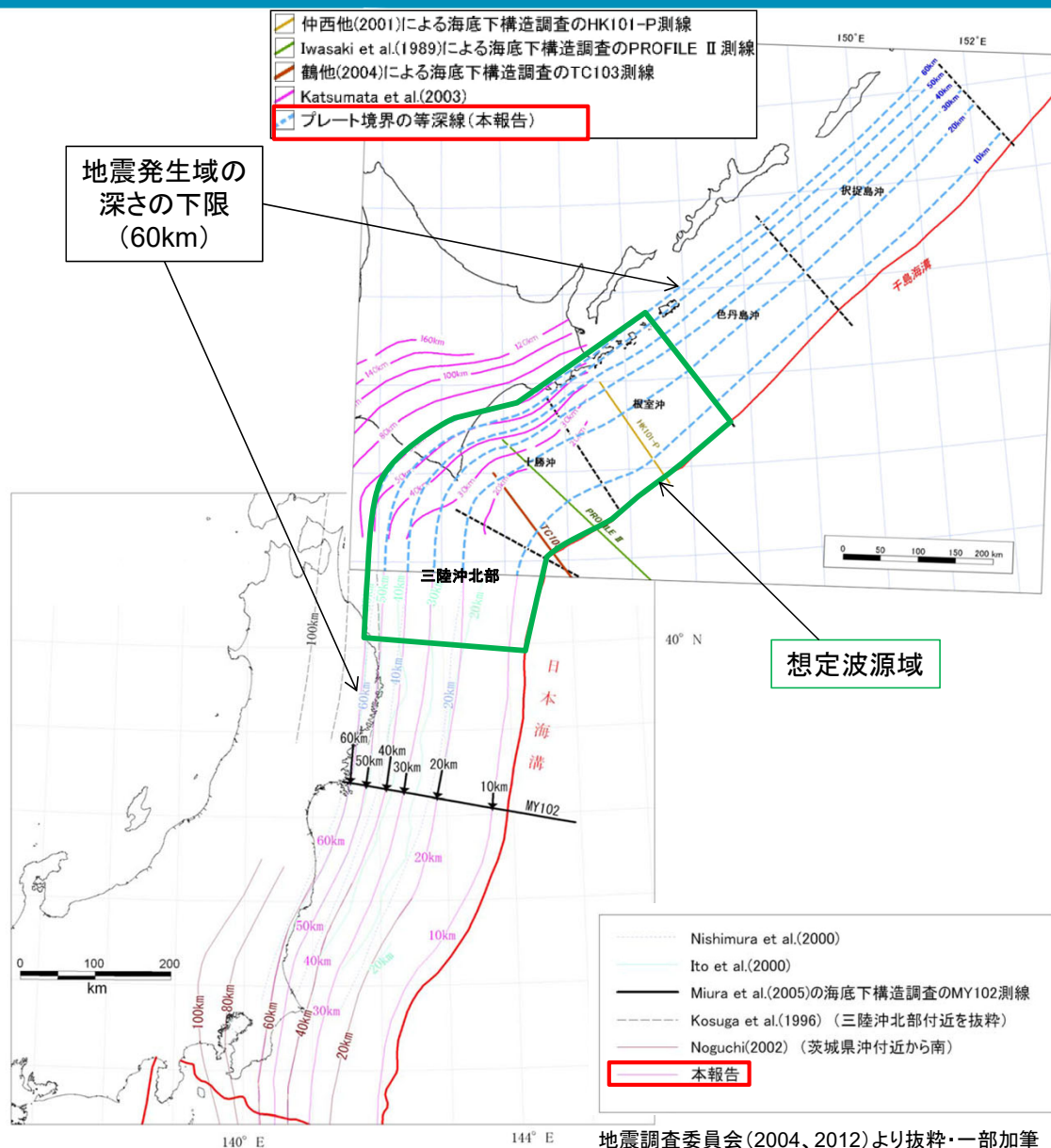
\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

想定波源域のイメージ

### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

## 連動型地震の津波波源モデルの設定(7/8)-北方への連動型地震-



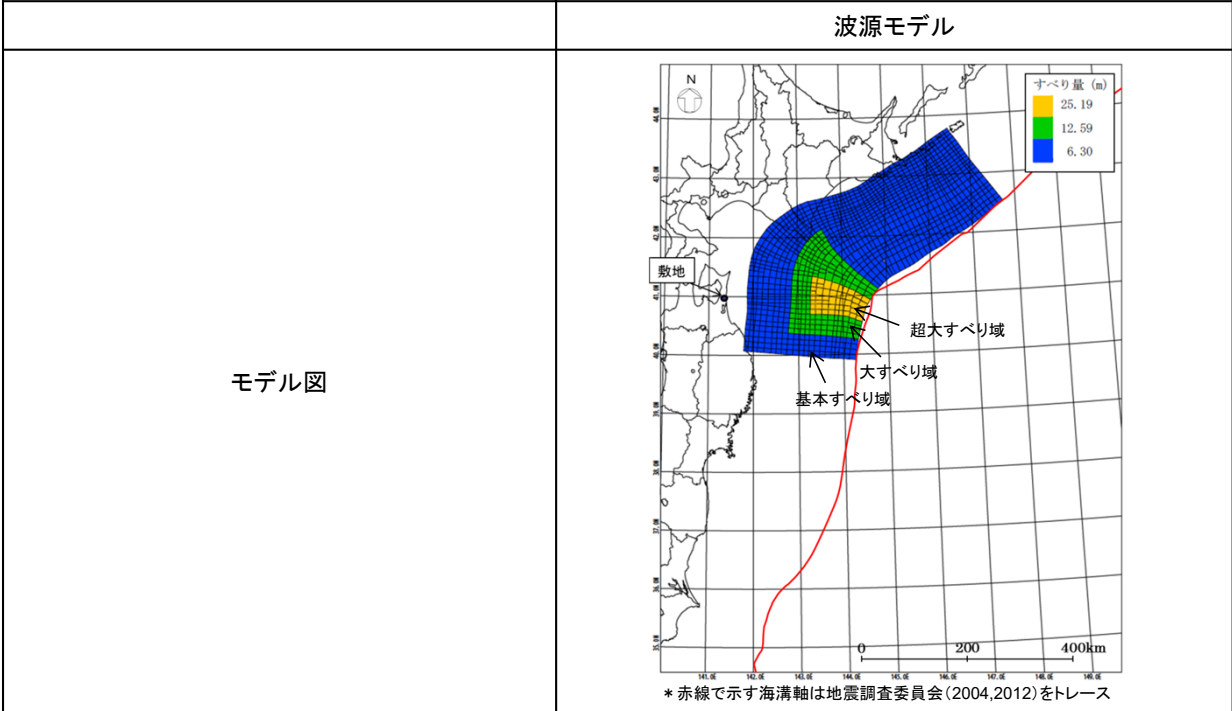
**【プレート面形状の設定】**  
 地震調査委員会(2004、2012)が示している微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線(左図の『本報告』)をプレート境界面の形状として、地震発生域の深さの下限(60km)から海溝軸までを波源域として考慮した。

微小地震の震源分布に基づくプレート境界面の推定等深線図



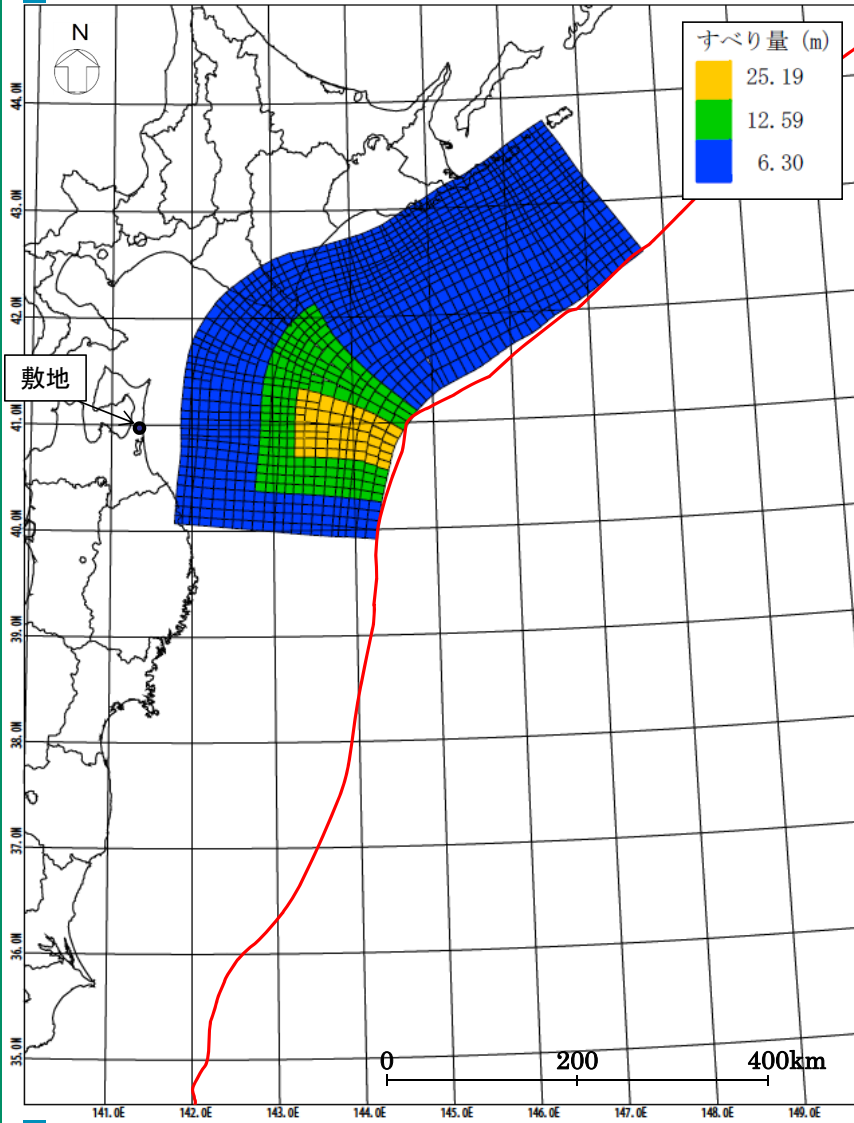
# 連動型地震の津波波源モデルの設定(8/8)-北方への連動型地震-

波源モデルの設定フローに基づき、下記のモデルを設定した。



諸元	モーメントマグニチュード(Mw)		9.04		
	断層面積(S)		110,472km <sup>2</sup>		
	剛性率(μ)		5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>		
	すべり量調整後	すべり量	超大すべり域(面積、面積比率)	25.19m(6,302km <sup>2</sup> 、5.7%)	(22,740km <sup>2</sup> 、20.6%)
			大すべり域(面積、面積比率)	12.59m(16,438km <sup>2</sup> 、14.9%)	
			基本すべり域(面積、面積比率)	6.30m(87,732km <sup>2</sup> 、79.4%)	
	地震モーメント(Mo)		4.59 × 10 <sup>22</sup> Nm		
	断層全体の平均すべり量		8.31m		
平均応力降下量		3.05MPa			
ライズタイム		60s			

# 北方への連動型地震の津波波源モデルの解析結果

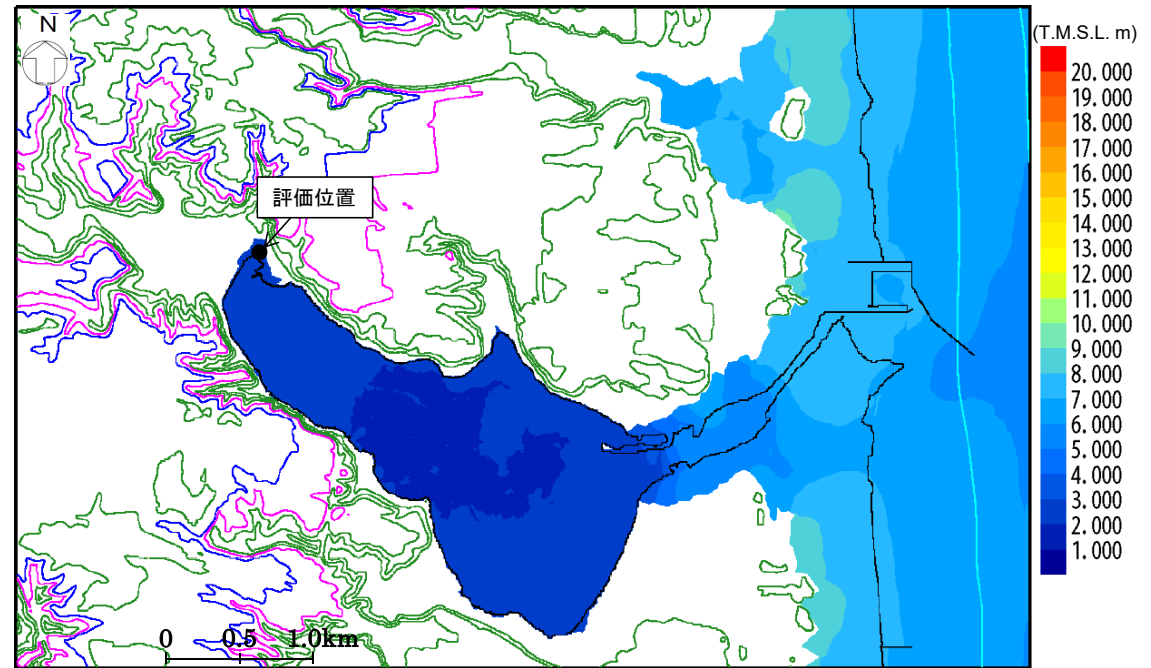


波源モデルの位置

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

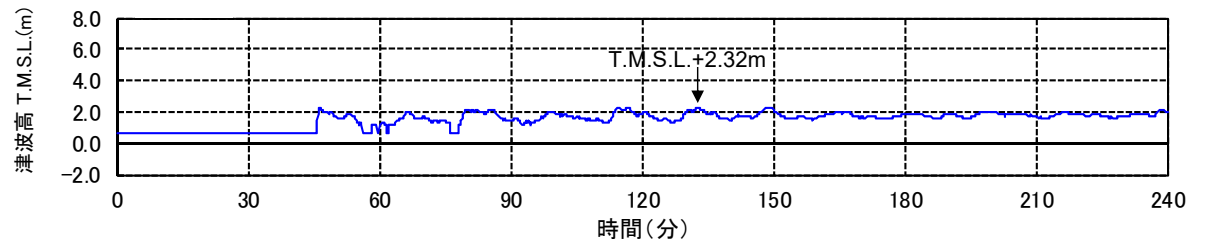
**【評価位置における津波高】**  
T.M.S.L.+2.32m※

※ 朔望平均満潮位及び地殻変動量(0.66m沈降)を考慮。



津波高分布図

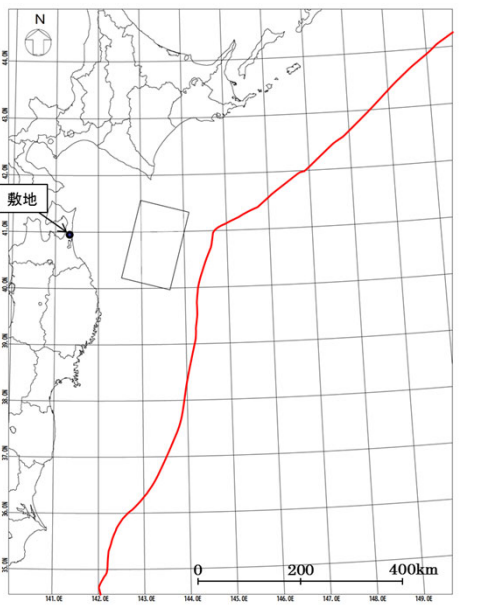
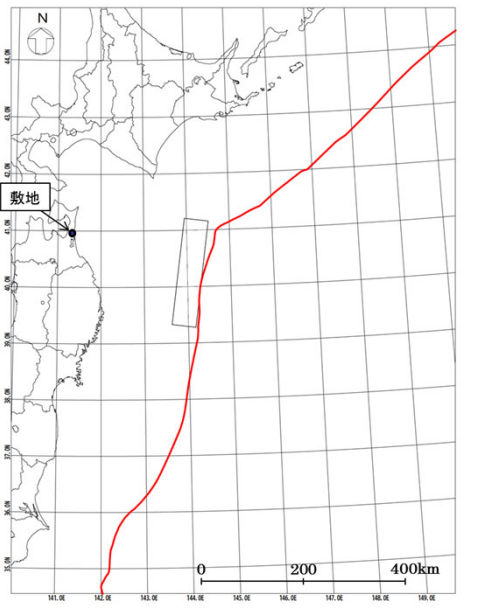
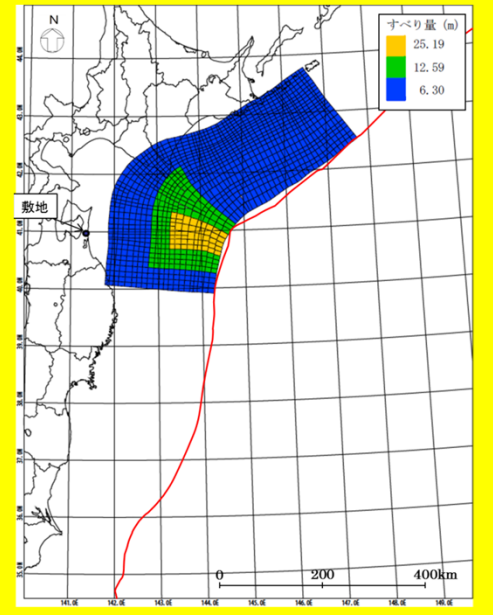
※コンター線は10mピッチ



評価位置における時刻歴波形

# 不確かさの考慮を行う津波波源の選定

プレート間地震の津波波源モデルの解析結果

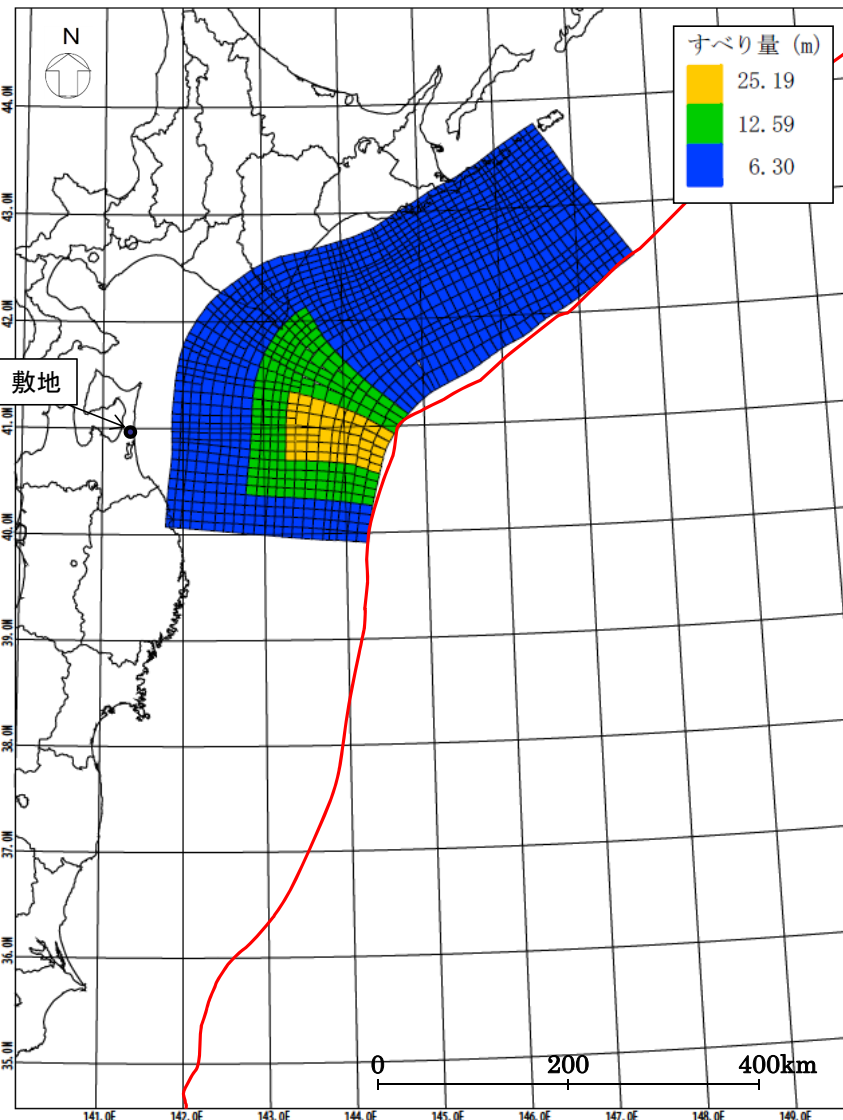
地震タイプ	三陸沖北部のプレート間地震	津波地震	北方への連動型地震
波源モデル			
津波高※ (評価位置)	T.M.S.L.+1.38m	T.M.S.L.+1.28m	T.M.S.L.+2.32m

※朔望平均満潮位及び地殻変動量を考慮

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

3タイプのプレート間地震の津波波源モデルの解析結果について比較を行った結果、評価位置における津波高が最も高いのは北方への連動型地震の津波波源モデルであったことから、本波源モデルについて不確かさを考慮した検討を実施することとした。

# 不確かさの考慮に係る検討フロー



波源モデルの位置

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

不確かさについて考慮するにあたり、下記のフローに基づき検討を実施した。

## 【①波源特性の不確かさ】

変動させるパラメータ	すべり量及びすべり分布
検討実施ケース	すべり量割増モデル
	海溝側強調モデル



## 【②波源位置の不確かさ】

変動させるパラメータ	基準位置からの距離	
検討実施ケース	北	約50km
	南	約50km
		約100km
		約150km



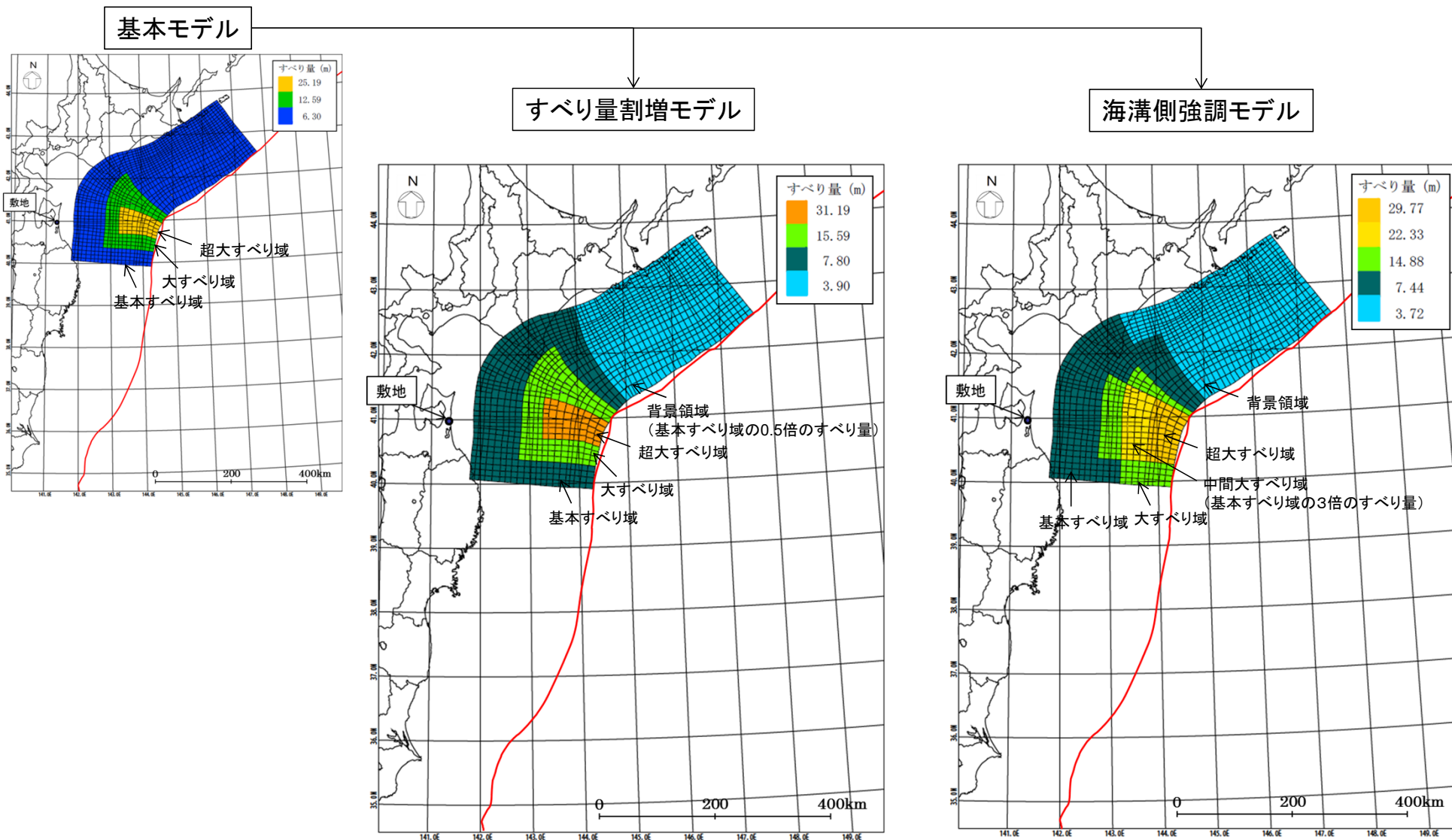
②までの検討で最大となるケースを選定し、③の検討を実施する。

## 【③破壊開始点の不確かさ】

変動させるパラメータ	破壊開始点位置
検討実施ケース	複数設定

# 波源特性の不確かさ(検討概要)

波源特性の不確かさとして、すべり量の不確かさを考慮し超大すべり域及び大すべり域のすべり量を割増した「すべり量割増モデル」及び割増したすべり分布を海溝側に集中させた「海溝側強調モデル」を設定し、結果に与える影響について検討する。



\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

# 波源特性の不確かさ(波源モデル)



モデル図		波源特性の不確かさ検討モデル				
		すべり量割増モデル		海溝側強調モデル		
モデル図						
モーメントマグニチュード(Mw)		9.04		9.04		
断層面積(S)		110,472km <sup>2</sup>		110,472km <sup>2</sup>		
剛性率(μ)		5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>		5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>		
諸元	すべり量調整後	超大すべり域(面積、面積比率)	31.19m(6,302km <sup>2</sup> 、5.7%)	(22,740km <sup>2</sup> 、20.6%)	29.77m(5,696km <sup>2</sup> 、5.2%)	(23,191km <sup>2</sup> 、21.0%)
		中間大すべり域(面積、面積比率)			22.33m(6,018km <sup>2</sup> 、5.4%)	
		大すべり域(面積、面積比率)	15.59m(16,438km <sup>2</sup> 、14.9%)		14.88m(11,477km <sup>2</sup> 、10.4%)	
		基本すべり域(面積、面積比率)	7.80m(38,854km <sup>2</sup> 、35.2%)		7.44m(35,022km <sup>2</sup> 、31.7%)	
		背景領域(面積、面積比率)	3.90m(48,878km <sup>2</sup> 、44.2%)		3.72m(52,259km <sup>2</sup> 、47.3%)	
	地震モーメント(Mo)	4.73 × 10 <sup>22</sup> Nm		4.65 × 10 <sup>22</sup> Nm		
	断層全体の平均すべり量	8.57m		8.42m		
	平均応力降下量	3.14MPa		3.08MPa		
ライズタイム	60s		60s			

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

## すべり量の調整方法の違いによるモデルの比較



断層モデル		①すべり量を一律に調整したモデル (当社のすべり量の調整方法)				②基本すべり域のすべり量のみを調整したモデル (内閣府(2012)の超大すべり域・大すべり域の 設定方法に着目したすべり量の調整方法)			
		基本モデル		すべり量割増モデル		海溝側強調モデル			
すべり量の調整方法		超大すべり域・大すべり域を考慮した平均応力降下量が約3MPaとなるようにすべり量を一律に調整				超大すべり域・大すべり域を考慮した平均応力降下量が約3MPaとなるように基本すべり域のすべり量のみを調整			
モーメントマグニチュード <sup>*</sup> (Mw)		9.04							
断層面積(s)		110,472km <sup>2</sup>							
剛性率(μ)		5.0 × 10 <sup>10</sup> N/m <sup>2</sup>							
すべり量 (面積、面積比率)	超大すべり域	25.19m <sup>*</sup> (6,302km <sup>2</sup> , 5.7%)	(22,740km <sup>2</sup> , 20.6%)	31.19m <sup>*</sup> (6,302km <sup>2</sup> , 5.7%)	(22,740km <sup>2</sup> , 20.6%)	29.77m <sup>*</sup> (5,696km <sup>2</sup> , 5.2%)	(23,191km <sup>2</sup> , 21.0%)	32.75m (6,302km <sup>2</sup> , 5.7%)	(22,740km <sup>2</sup> , 20.6%)
	中間大すべり域							22.33m <sup>*</sup> (6,018km <sup>2</sup> , 5.4%)	
	大すべり域	12.59m <sup>*</sup> (16,438km <sup>2</sup> , 14.9%)		15.59m <sup>*</sup> (16,438km <sup>2</sup> , 14.9%)		14.88m <sup>*</sup> (11,477km <sup>2</sup> , 10.4%)		16.37m (16,438km <sup>2</sup> , 14.9%)	
	基本すべり域	6.30m <sup>*</sup> (87,732km <sup>2</sup> , 79.4%)		7.80m <sup>*</sup> (38,854km <sup>2</sup> , 35.2%)		7.44m <sup>*</sup> (35,022km <sup>2</sup> , 31.7%)		5.12m <sup>*</sup> (87,732, km <sup>2</sup> , 79.4%)	
	背景領域			3.90m <sup>*</sup> (48,878km <sup>2</sup> , 44.2%)		3.72m <sup>*</sup> (52,259km <sup>2</sup> , 47.3%)			
地震モーメント(Mo)		4.59 × 10 <sup>22</sup> Nm <sup>*</sup>		4.73 × 10 <sup>22</sup> Nm <sup>*</sup>		4.65 × 10 <sup>22</sup> Nm <sup>*</sup>		4.62 × 10 <sup>22</sup> Nm <sup>*</sup>	
断層全体の平均すべり量		8.31m <sup>*</sup>		8.57m <sup>*</sup>		8.42m <sup>*</sup>		8.37m <sup>*</sup>	
平均応力降下量		3.05MPa <sup>*</sup>		3.14MPa <sup>*</sup>		3.08MPa <sup>*</sup>		3.07MPa <sup>*</sup>	

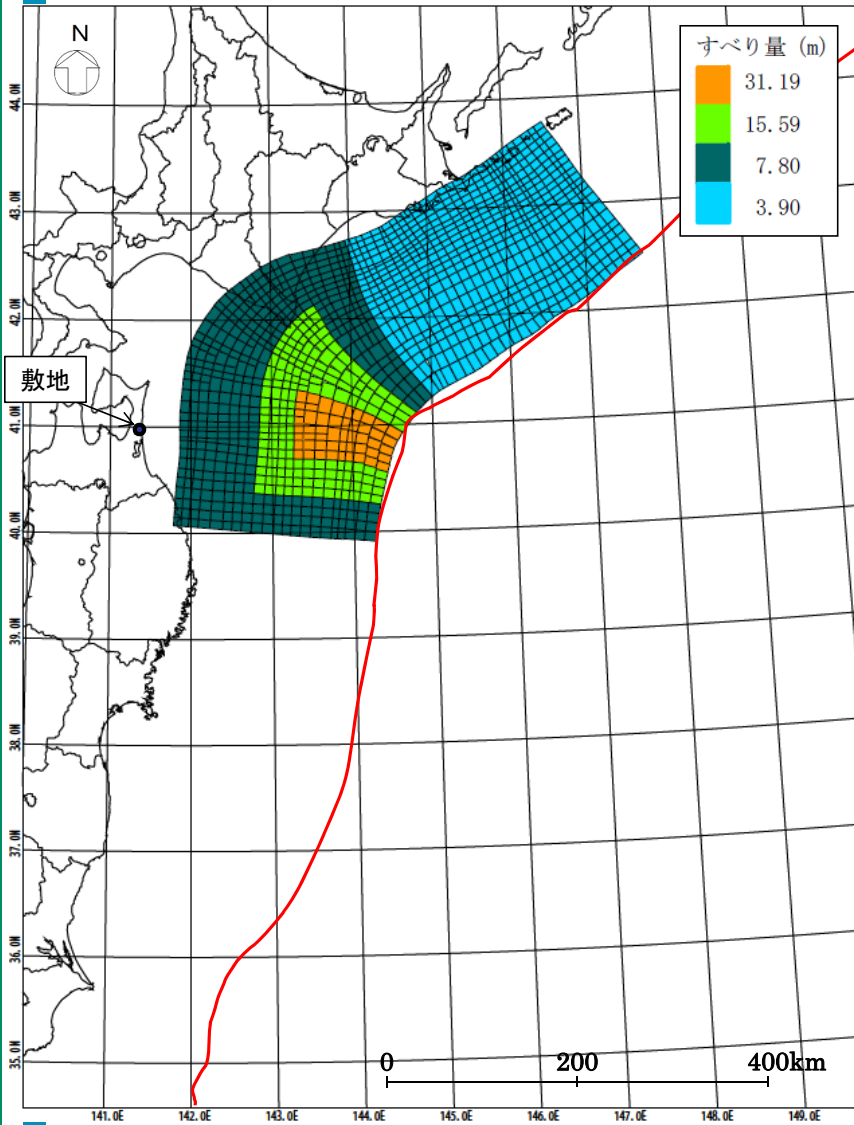
※すべり量調整後の値

- すべり量の調整方法の違いによる諸元の違いについて比較を行った。
- ②のすべり量の調整方法によるモデルの諸元について、超大すべり域・大すべり域のすべり量は①の基本モデルに対して30%程度大きい値であるが、地震モーメント、断層全体の平均すべり量及び平均応力降下量については、①の基本モデルとほとんど変わらない。
- また、①の当社評価のモデルにおいては、基本モデルに対し波源特性の不確かさを考慮したすべり量割増モデル及び海溝側強調モデルを設定しており、②のモデルの超大すべり域・大すべり域のすべり量は、すべり量割増モデルに対して約5%、海溝側強調モデルに対して約10%大きい程度であるが、地震モーメント、断層全体の平均すべり量及び平均応力降下量についてもほとんど変わらない値であり、モデルの規模として同程度のモデルを設定しているものと考えられる。

3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

# 波源特性の不確かさ(すべり量割増モデルの解析結果)

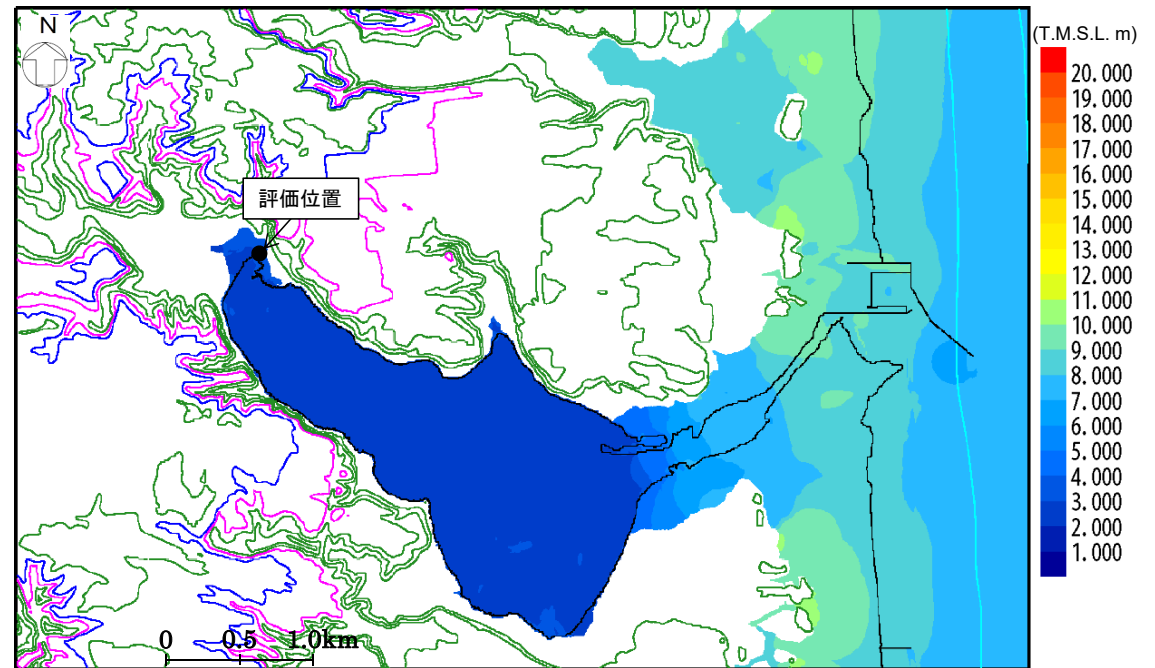


波源モデルの位置

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

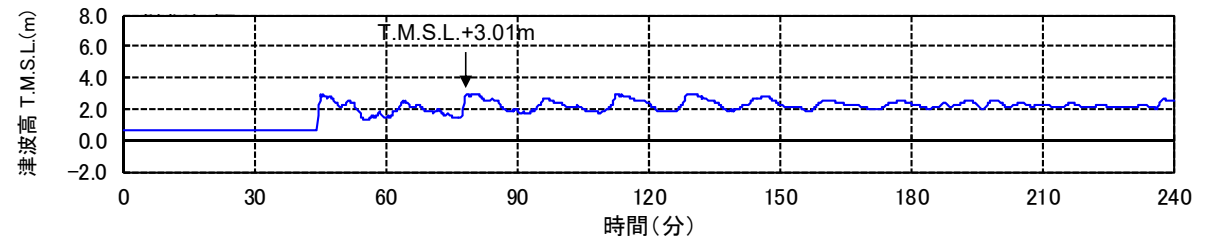
**【評価位置における津波高】**  
T.M.S.L.+3.01m\*

※朔望平均満潮位及び地殻変動量(0.80m沈降)を考慮



津波高分布図

※コンター線は10mピッチ



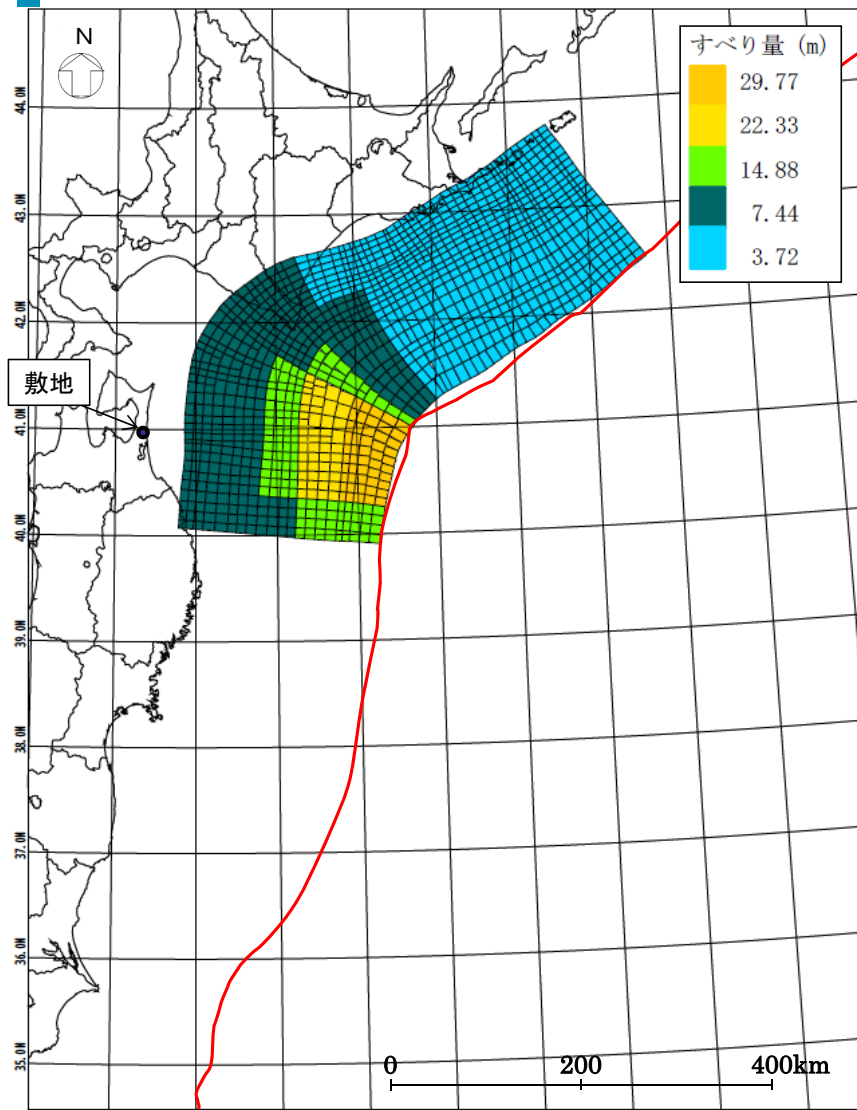
評価位置における時刻歴波形



3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

# 波源特性の不確かさ(海溝側強調モデルの解析結果)

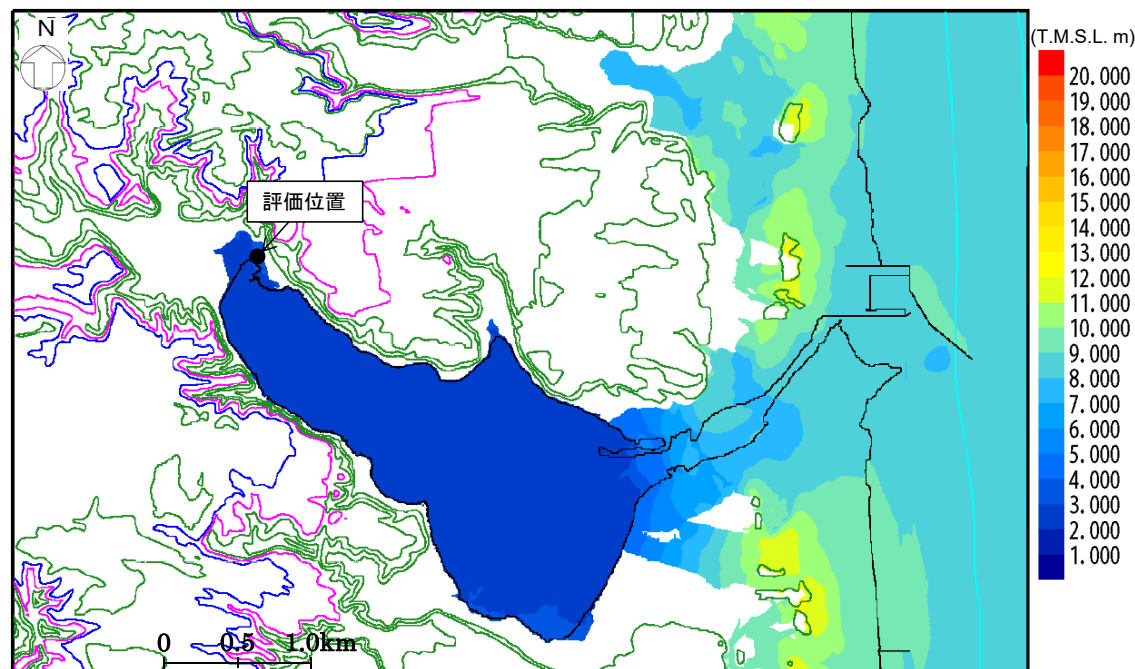


波源モデルの位置

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

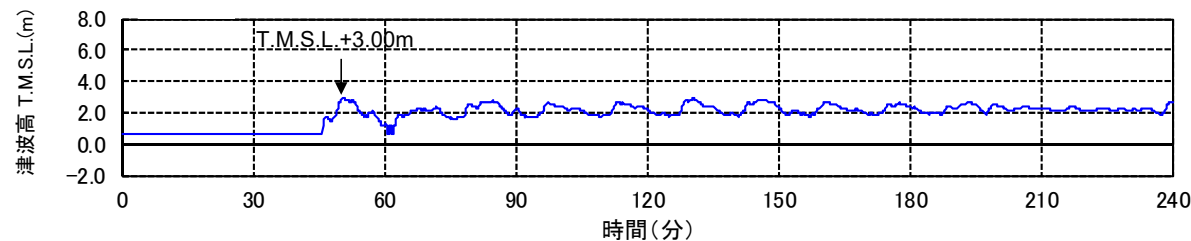
**【評価位置における津波高】**  
T.M.S.L.+3.00m\*

※朔望平均満潮位及び地殻変動量(0.75m沈降)を考慮



津波高分布図

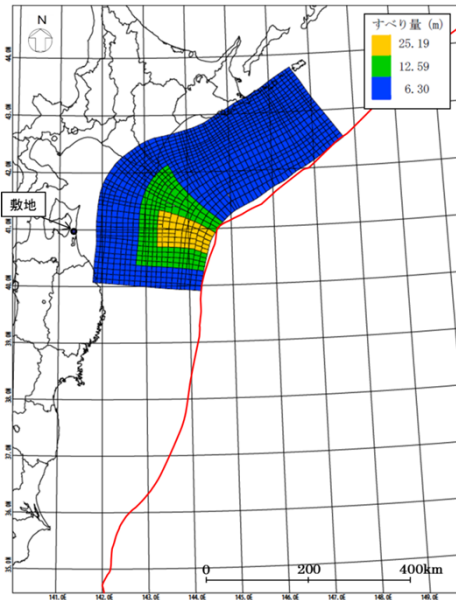
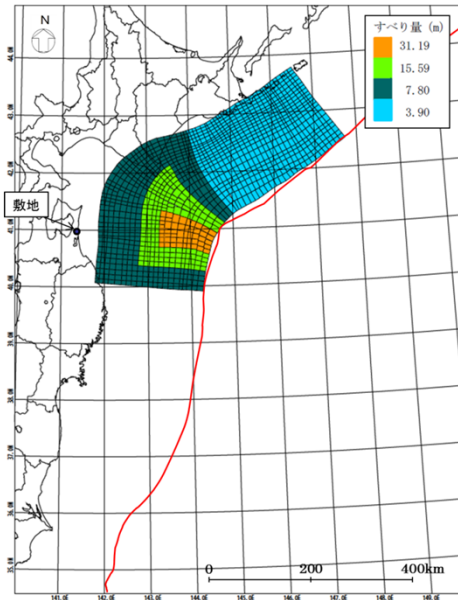
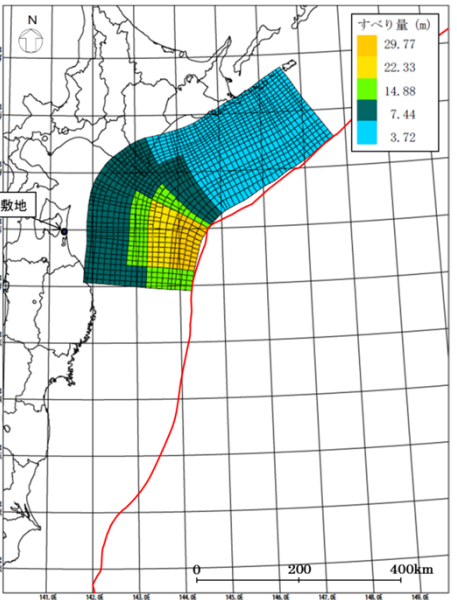
※コンター線は10mピッチ



評価位置における時刻歴波形

# 波源特性の不確かさ(まとめ)

波源特性の不確かさに係る検討結果

モデルタイプ	基本モデル	すべり量割増モデル	海溝側強調モデル
波源モデル			
津波高※ (評価位置)	T.M.S.L.+2.32m	T.M.S.L.+3.01m	T.M.S.L.+3.00m

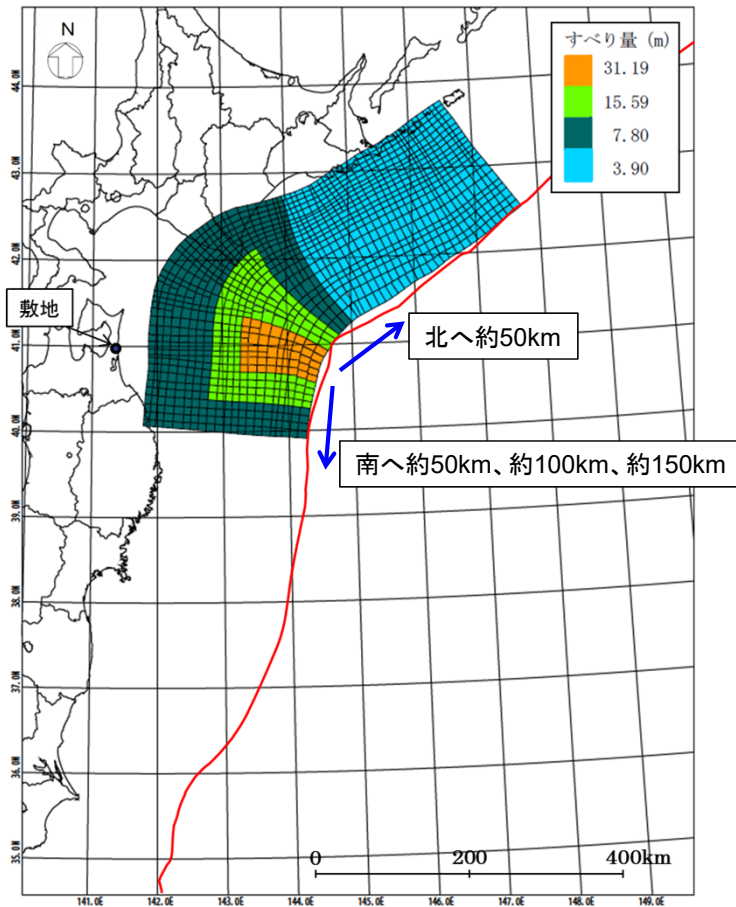
※期望平均満潮位及び地殻変動量を考慮

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

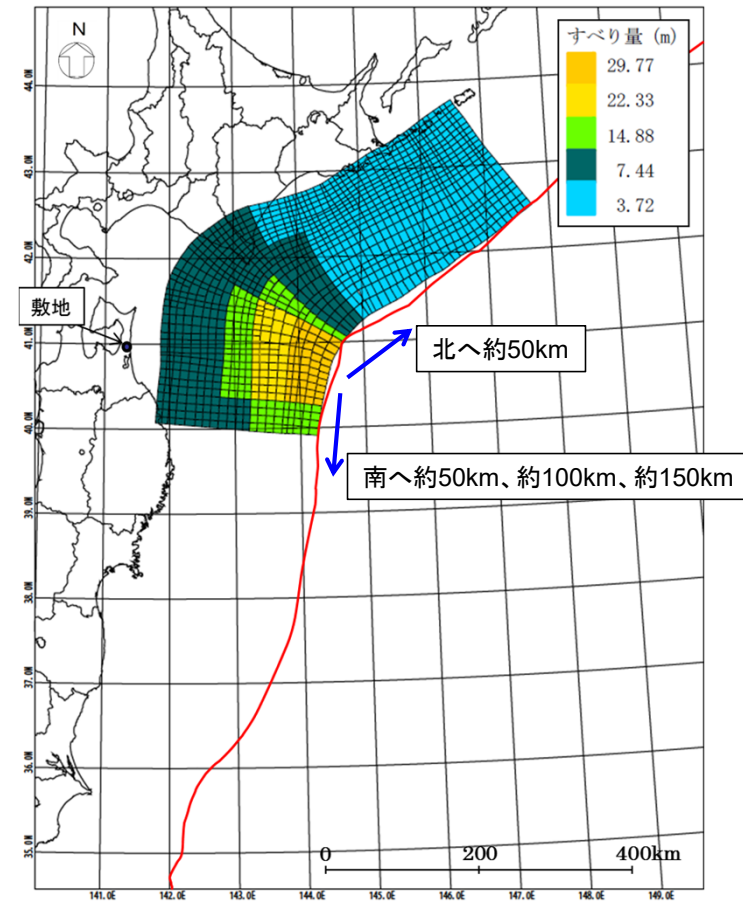
波源特性の不確かさについて検討した結果、「すべり量割増モデル」及び「海溝側強調モデル」について、評価位置における津波高がほぼ同程度である。

# 波源位置の不確かさ(検討概要)

波源位置の不確かさについて検討するため、すべり量割増モデル及び海溝側強調モデルについて、基準位置から北へ約50km、南へ約50km、100km、150km移動させたモデルで数値シミュレーションを実施した。



すべり量割増モデル



海溝側強調モデル

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース

3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

波源位置の不確かさ(検討結果)



位置	北へ約50km移動	基準位置	南へ約50km移動	南へ約100km移動	南へ約150km移動
すべり量 割増モデル					
津波高※ (評価位置)	T.M.S.L.+2.35m	T.M.S.L.+3.01m	T.M.S.L.+3.07m	T.M.S.L.+3.65m	T.M.S.L.+3.45m
位置	北へ約50km移動	基準位置	南へ約50km移動	南へ約100km移動	南へ約150km移動
海溝側 強調モデル					
津波高※ (評価位置)	T.M.S.L.+2.52m	T.M.S.L.+3.00m	T.M.S.L.+3.17m	T.M.S.L.+3.16m	T.M.S.L.+2.87m

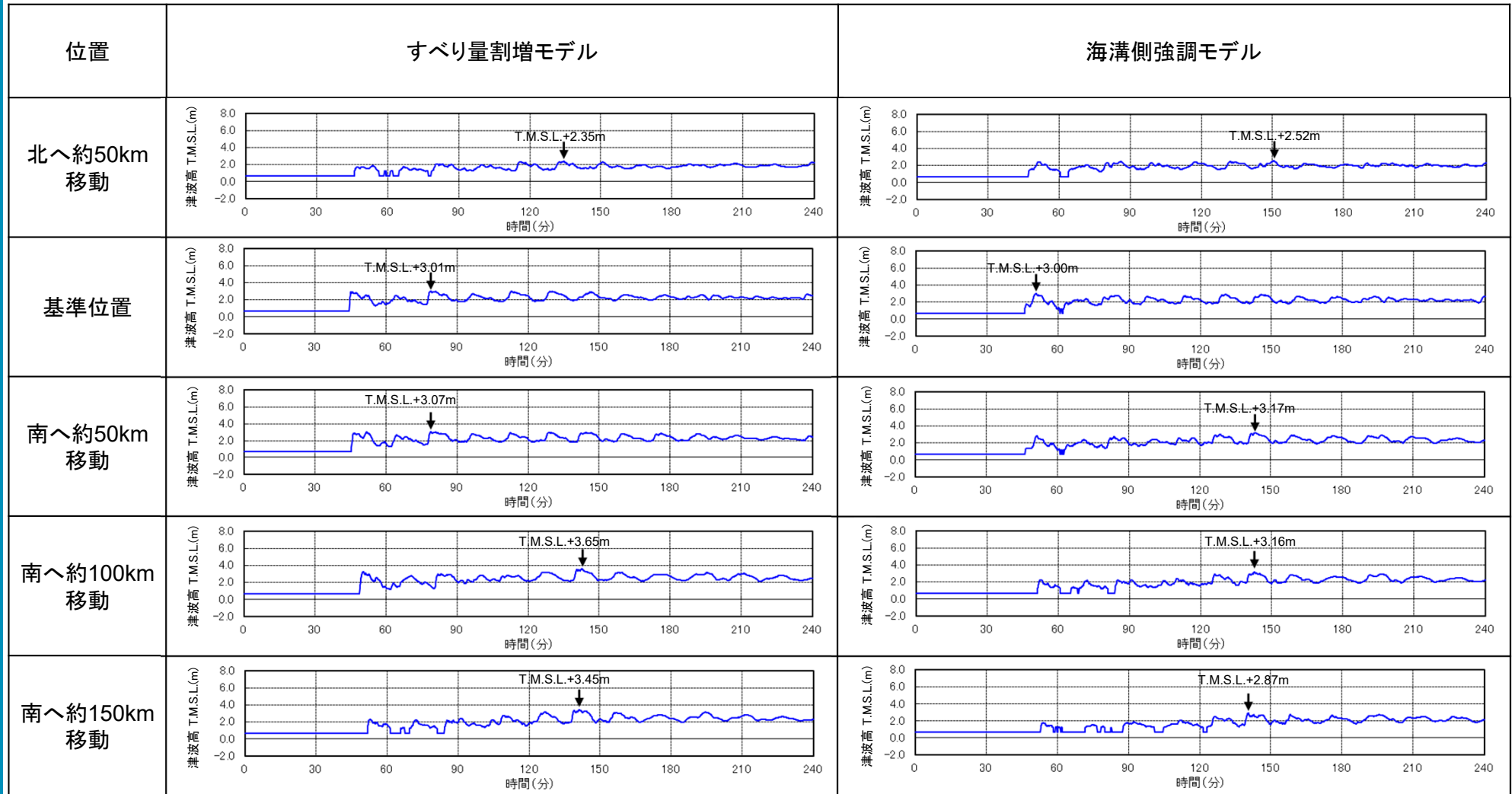
※朔望平均満潮位及び地殻変動量を考慮

波源位置の不確かさに係る検討を実施した結果、最大となるのはすべり量割増モデルを南に約100km移動させたケースであった。

# 波源位置の不確かさ(時刻歴波形)



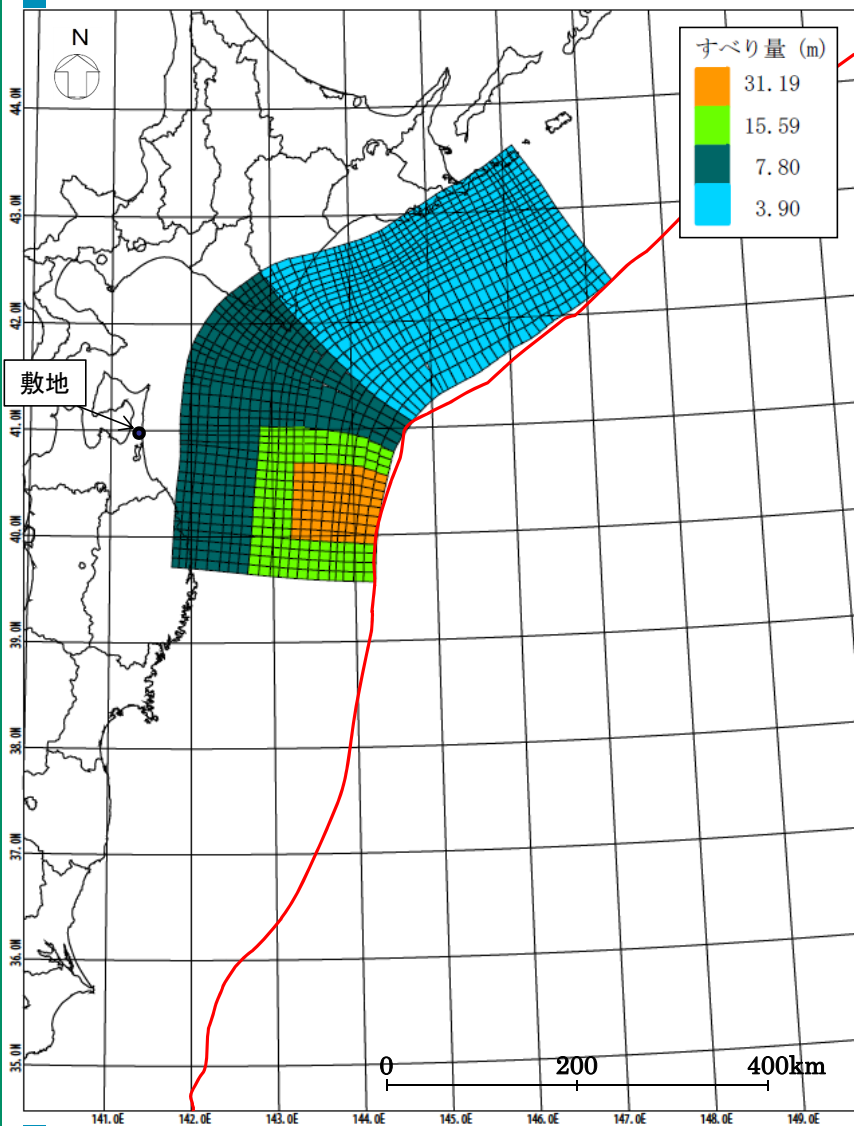
評価位置における時刻歴波形



### 3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

#### 3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

## 波源位置の不確かさ(まとめ)

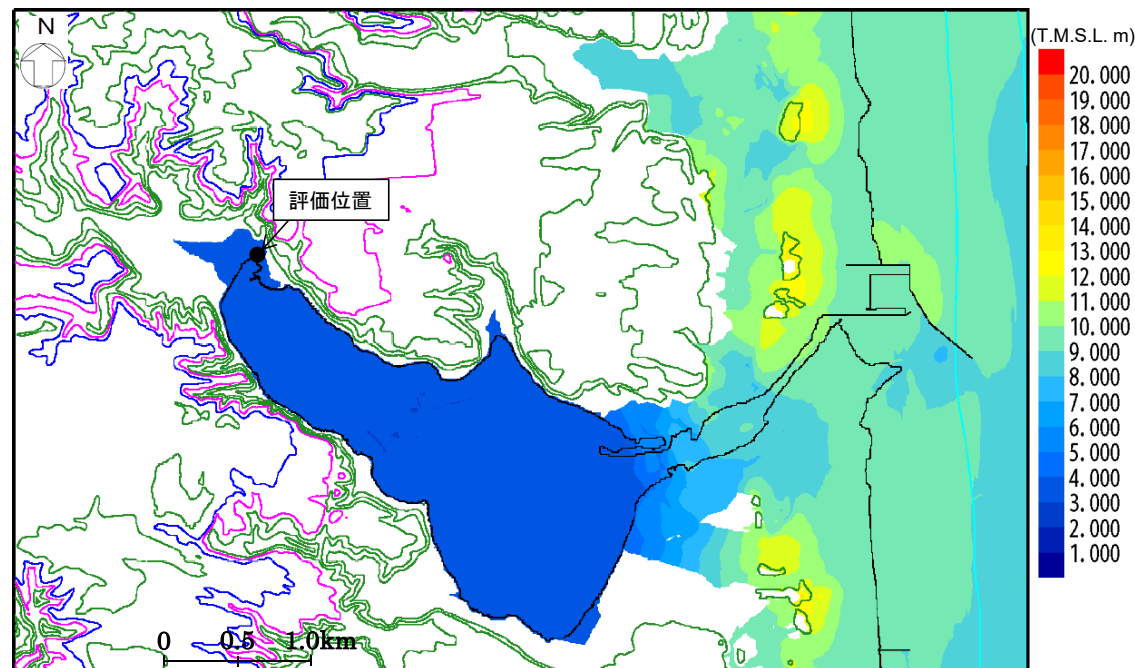


波源モデルの位置

### 【評価位置における津波高】

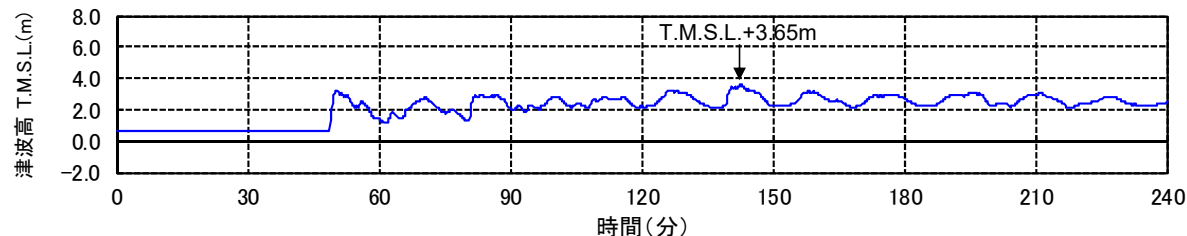
T.M.S.L.+3.65m\*

※ 朔望平均満潮位及び地殻変動量(0.82m沈降)を考慮



津波高分布図

※コンター線は10mピッチ



評価位置における時刻歴波形

波源位置の不確かさに係る検討の結果、評価位置における津波高が最大となる「すべり量割増モデル」を基準位置から南に約100km移動させたケースについて、破壊開始点の不確かさに係る検討を実施した。

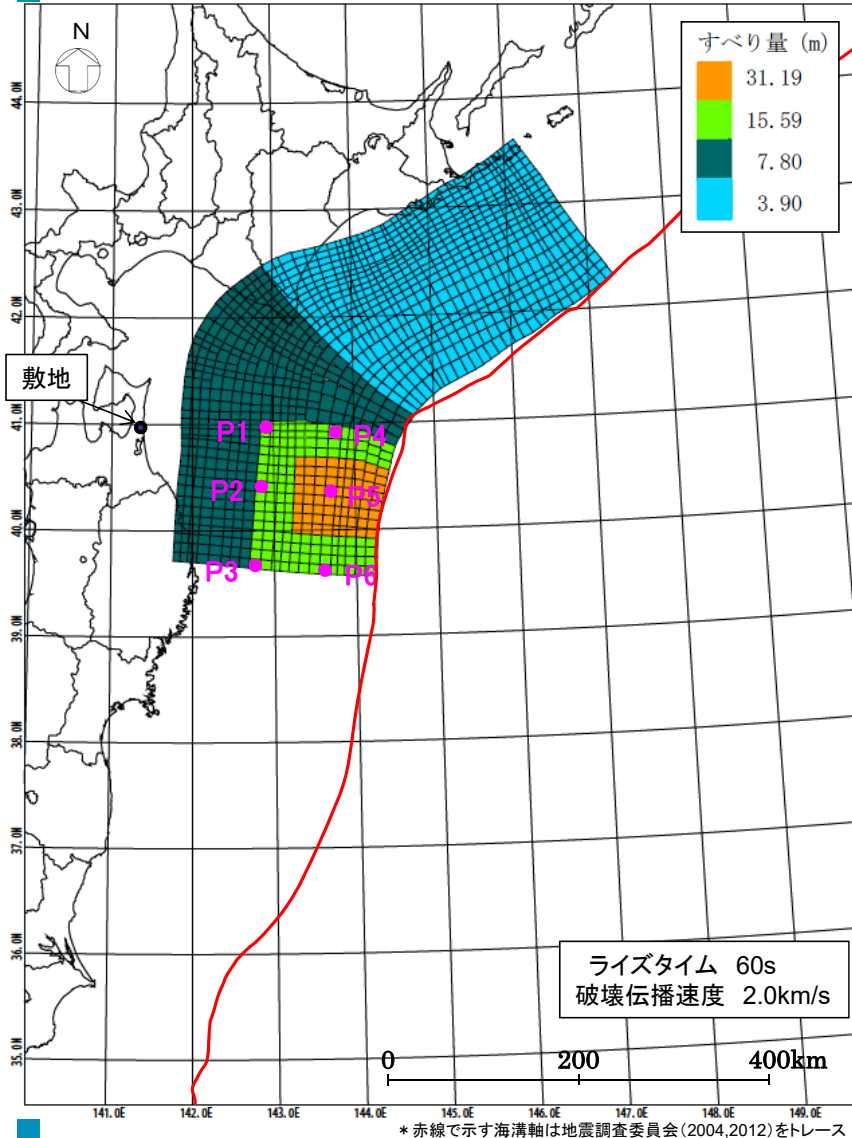
3. 既往知見を踏まえた津波の評価 3.2 地震に起因する津波の評価

3.2.1 プレート間地震に起因する津波の評価

# 破壊開始点の不確かさ(検討概要及び検討結果)



破壊開始点の不確かさについて検討するため、内閣府(2012)等を参考に破壊開始点を複数設定し、数値シミュレーションを実施した。



破壊開始点の設定位置

破壊開始点位置	評価位置における津波高*	評価位置における時刻歴波形
なし	T.M.S.L.+3.65m	
P1	T.M.S.L.+3.13m	
P2	T.M.S.L.+3.14m	
P3	T.M.S.L.+3.30m	
P4	T.M.S.L.+3.41m	
P5	T.M.S.L.+3.59m	
P6	T.M.S.L.+4.00m	

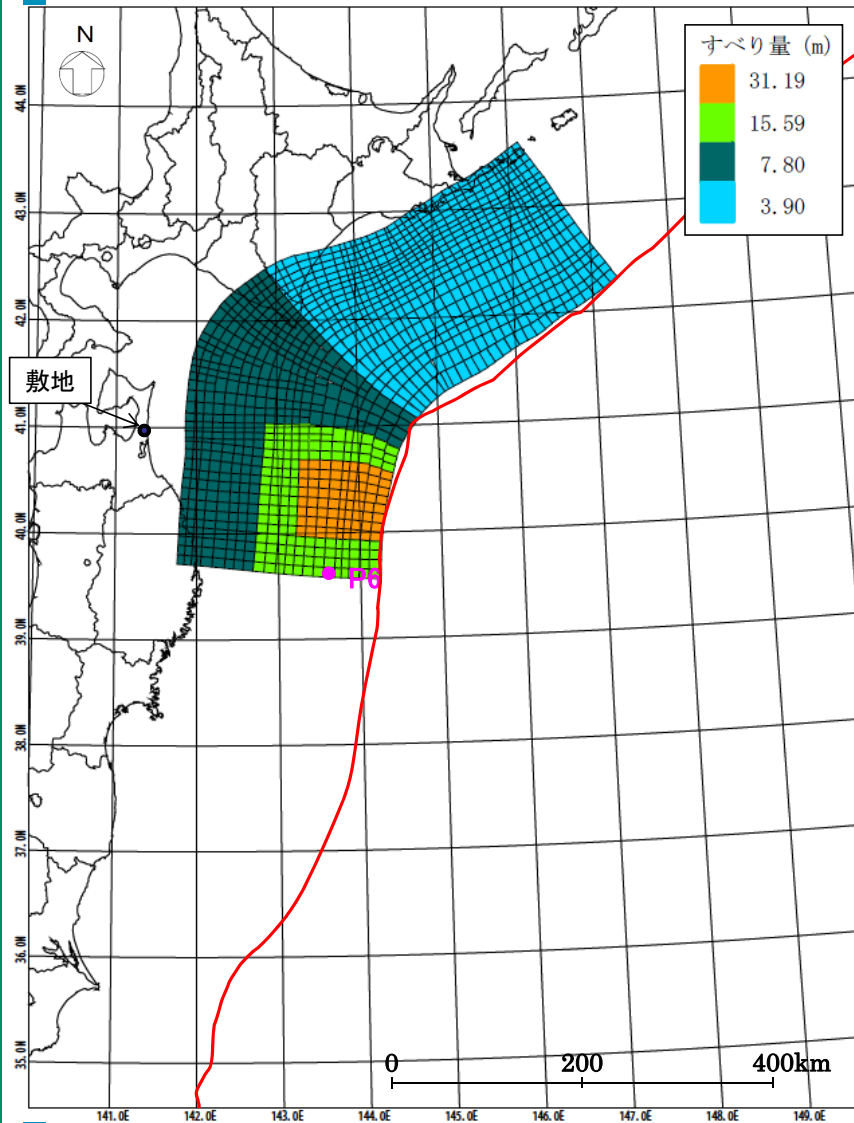
※期望平均満潮位及び地殻変動量を考慮

# 破壊開始点の不確かさ(まとめ)

破壊開始点の不確かさの検討を実施した結果、評価位置における津波高が最大となるのは、破壊開始点をP6と設定したケースであった。

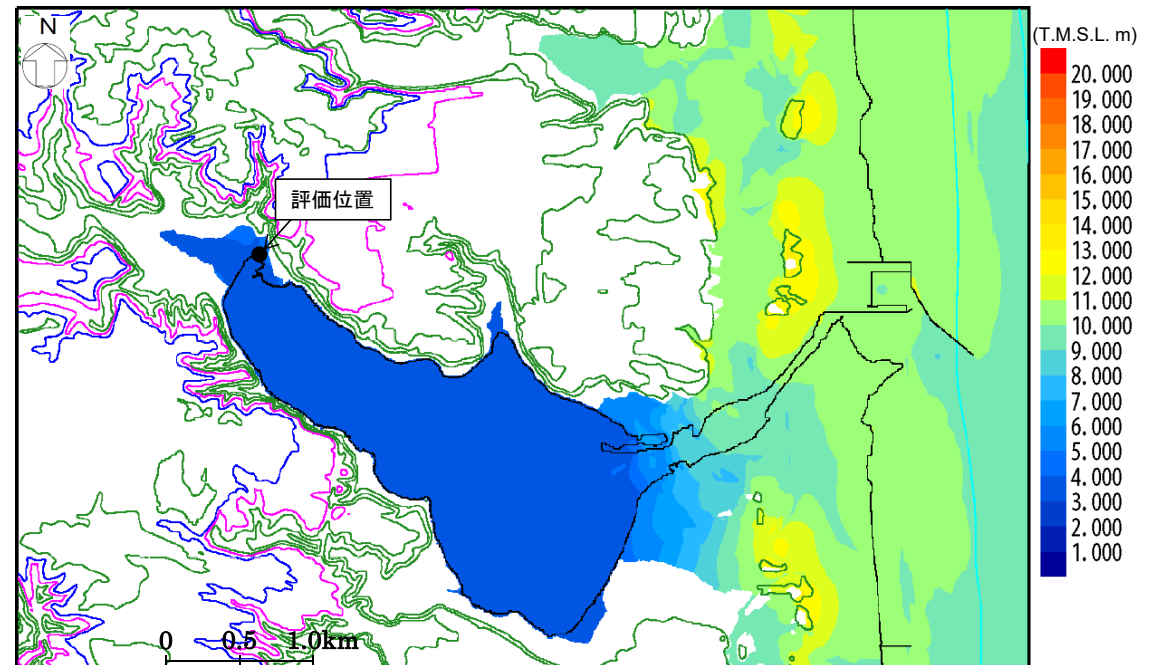
**【評価位置における津波高】**  
T.M.S.L.+4.00m\*

※朔望平均満潮位及び地殻変動量(0.82m沈降)を考慮



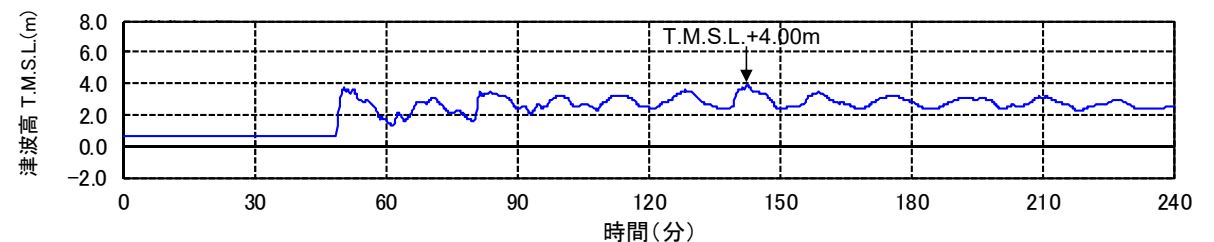
波源モデルの位置

\* 赤線で示す海溝軸は地震調査委員会(2004,2012)をトレース



津波高分布図

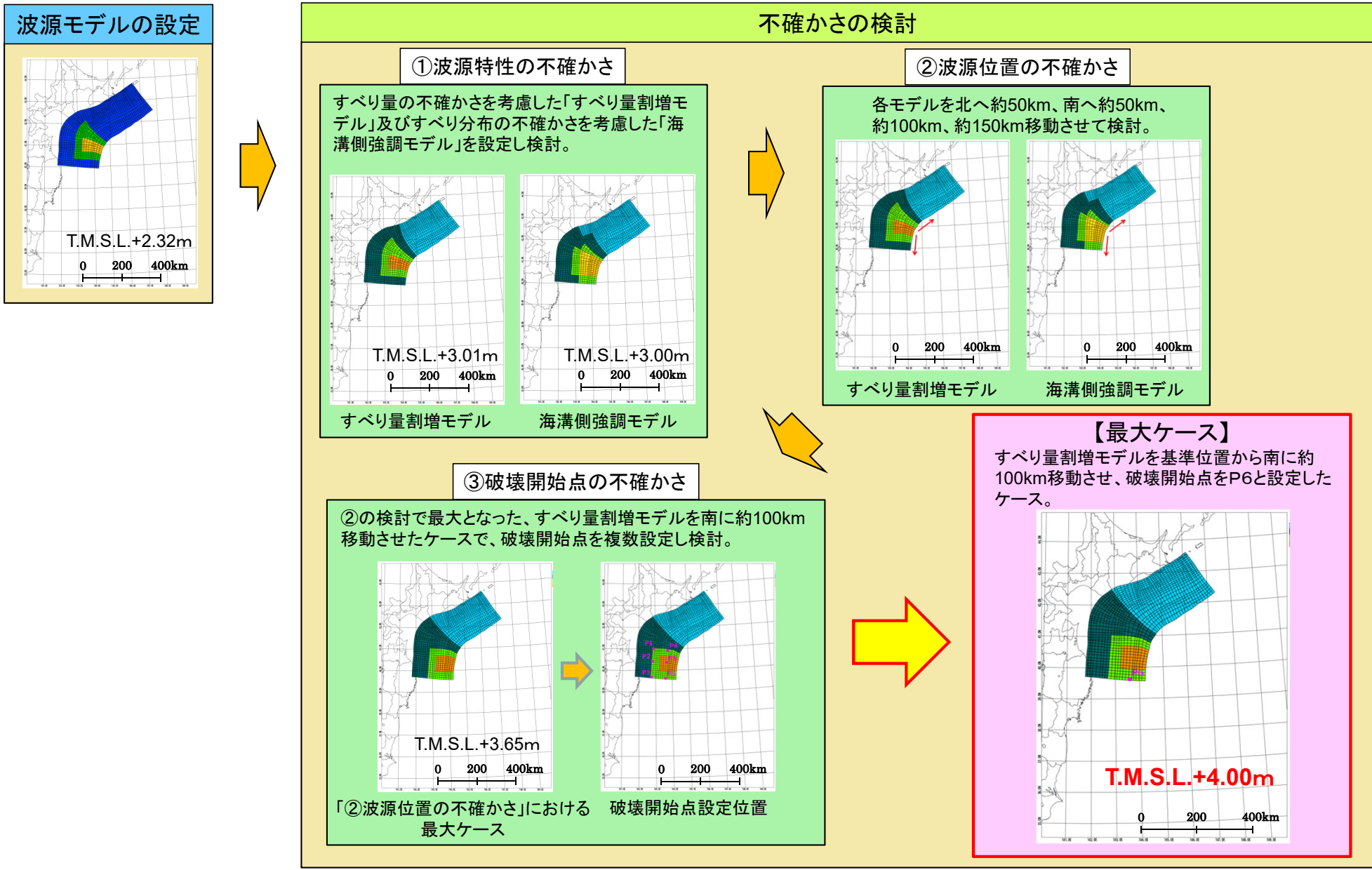
※コンター線は10mピッチ



評価位置における時刻歴波形



# 北方への連動モデルに係るまとめ



※図中に記載の津波高は、評価位置における津波高(朔望平均満潮位及び地殻変動量を考慮)