

独立行政法人
日本原子力研究開発機構 殿

19核サ研 地震随伴事象の調査解析業務
(津 波)

報 告 書

平成 21 年 3 月

東 電 設  株 式 会 社

JA EA (東海サイト) に対する津波検討(1)

1. 東海サイトにおける現状整理

(1) 文献調査

東海サイトに対する津波の影響について、痕跡高及び波源モデルについて整理した。東海サイトに大きな影響を与えた津波は、

①1677年延宝房総沖地震津波(近地津波)

- ・福島県いわき市小名浜：4.0～6.0m
- ・茨城県ひたちなか市那珂港：4.5～5.5m
- ・茨城県大洗町磯浜村：5.0～6.0m 以上

②1960年チリ沖地震津波(遠地津波)

- ・茨城県久慈港(日立港)で 2.3m

であり、各々の痕跡高を図 1-1 及び図 1-2 に示す。

(2) 他機関の動向調査

中央防災会議(2005)、地震調査委員会(2006)及び茨城県(2007)による東海地域に対する津波評価について、各々図 1-3～図 1-5 に示す。ここで、日本海溝沿いの津波波源域の区分と 1677 年延宝房総沖地震津波の新たな波源モデルの考え方が問題となることがわかった。

茨城県の想定津波である 1677 年延宝房総沖地震は、図 1-1 に示す痕跡高の最大値に再現できるように、中央防災会議(2005)試算の波源のすべり量を 1.2 倍した独自モデルである。

(3) 現地調査

東海サイトの津波解析モデル(地形データ)を作成する際に必要となる、地図及び図面に記載されている標高の確認、対象施設、護岸高さ及び河川形状の把握を目的に現地調査を行った。原科研側前面の海岸と核サ研側から見た新川河口の写真を各々写真 1-1 及び写真 1-2 に示す。

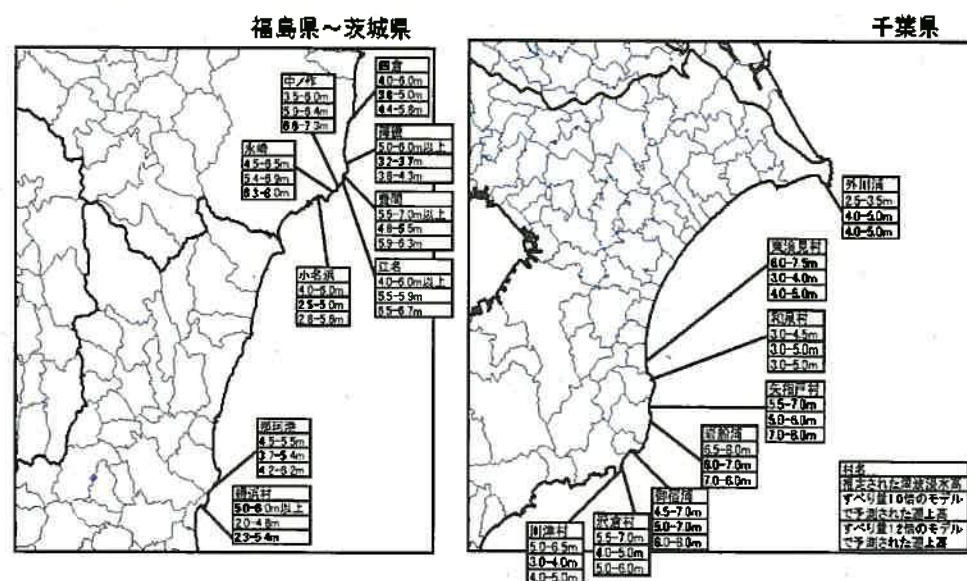


図 1-1 茨城県(2007)による 1677 年房総沖地震津波の痕跡高

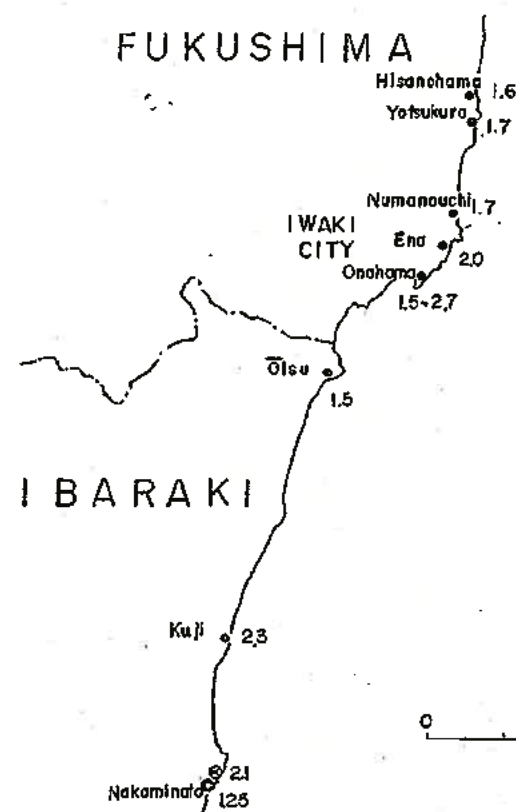


図 1-2 チリ津波合同調査班(1961)による
1960年チリ沖地震津波の痕跡高

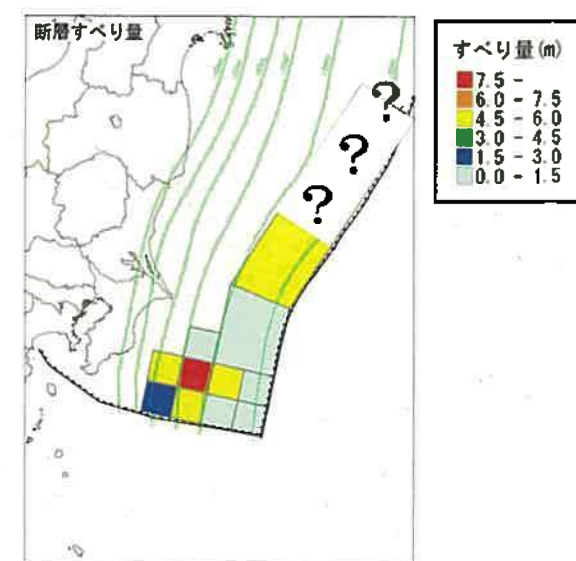
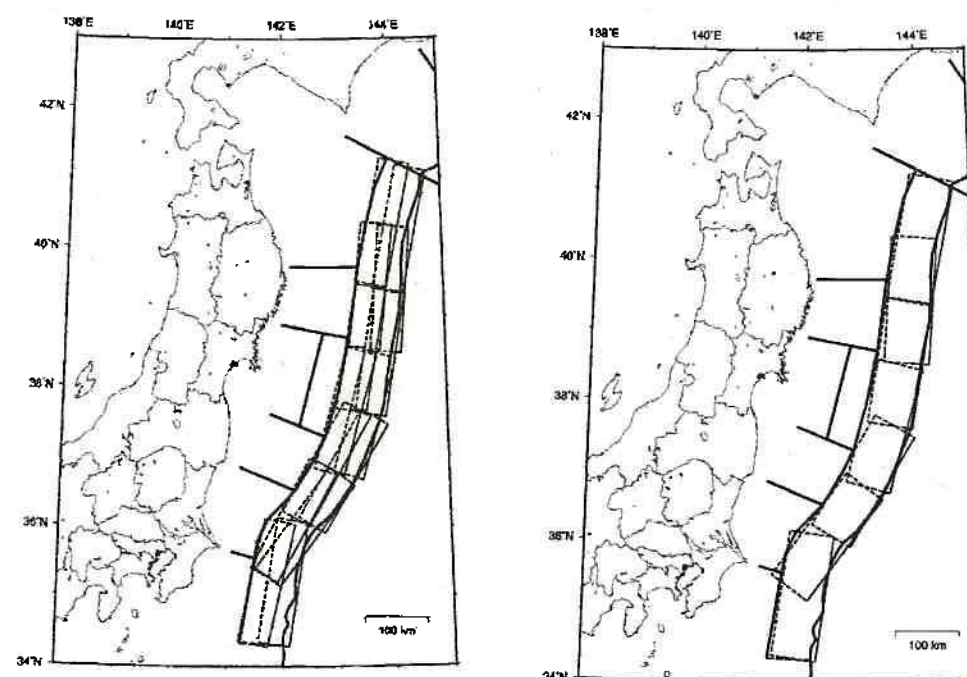


図 1-3 中央防災会議(2005)による 1677 年延宝
房総沖地震津波の断層モデル



図 1-5 茨城県(2007)による想定津波



(1) プレート間大地震(津波地震)

(2) プレート内大地震(正断層)



写真 1-1 原科研側前面の海岸

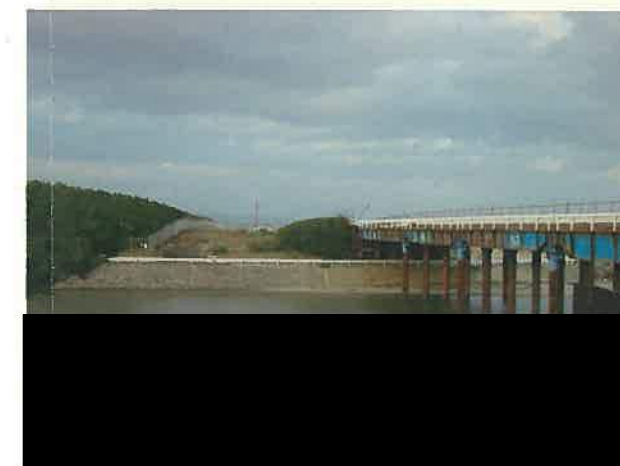


写真 1-2 核サ研側から見た新川河口

図 1-4 地震調査研究推進本部地震調査委員会(2006)による海溝寄りの大地震の評価

JAEA(東海サイト)に対する津波検討(2)

2. 東海サイトのモデル化

津波解析モデル(地形データ)は、日本海溝全域を含む南北 1317.6km、東西 820.8km の長方形の領域を計算領域とし、沖合から順次 4320m→2160m→720m→240m格子と細分化し、常陸那珂港周辺から東海サイトまで 80m→40m→20m→10m 格子と陸上地形や河川形状が模擬できるように現地調査結果を踏まえて詳細にモデル化した。

全体解析領域及び格子分割を図 2-1 に示し、東海サイト周辺の格子分割を図 2-2 に示し、敷地周辺の 3Dイメージ(10m 格子)を図 2-3 に示す。

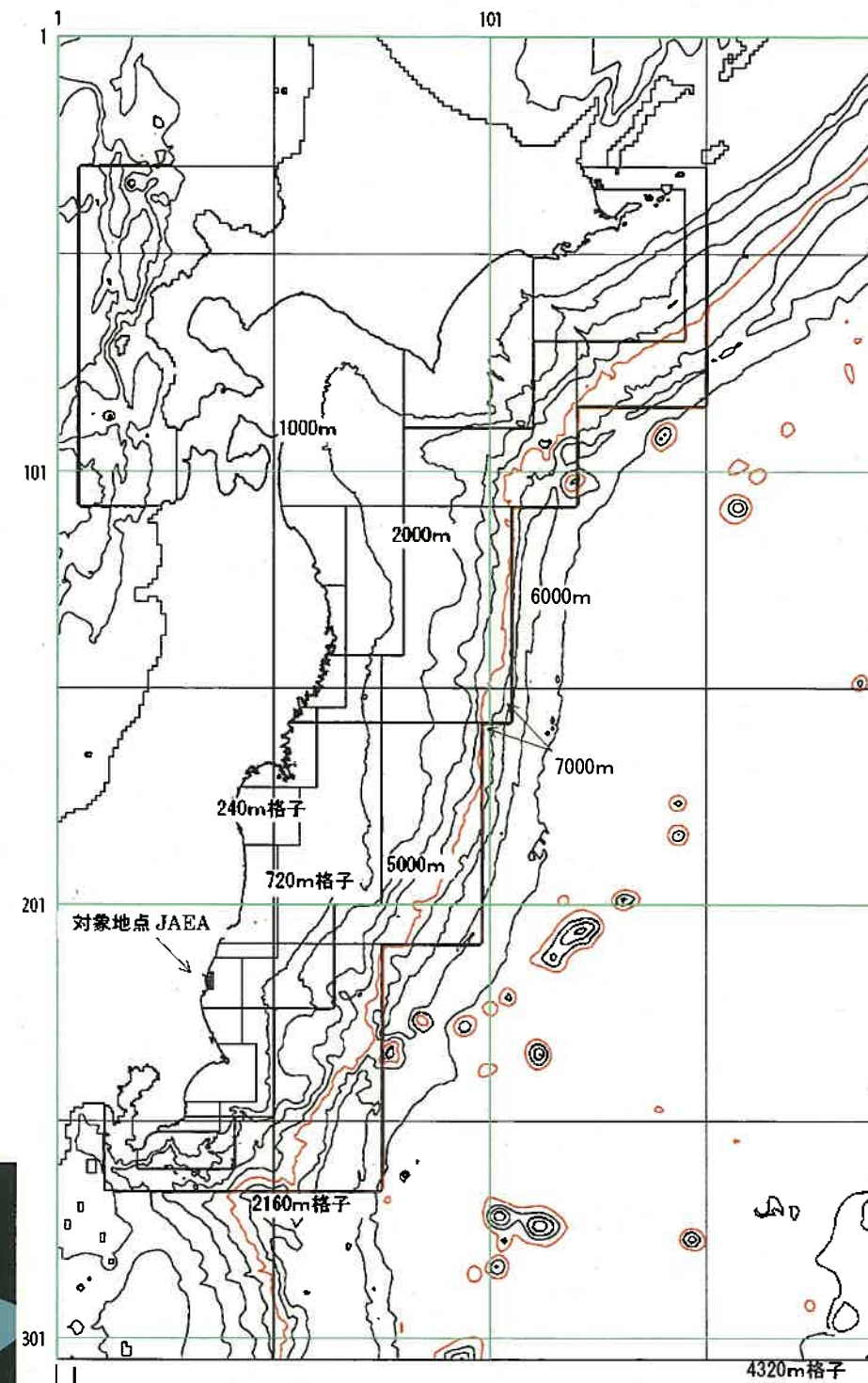
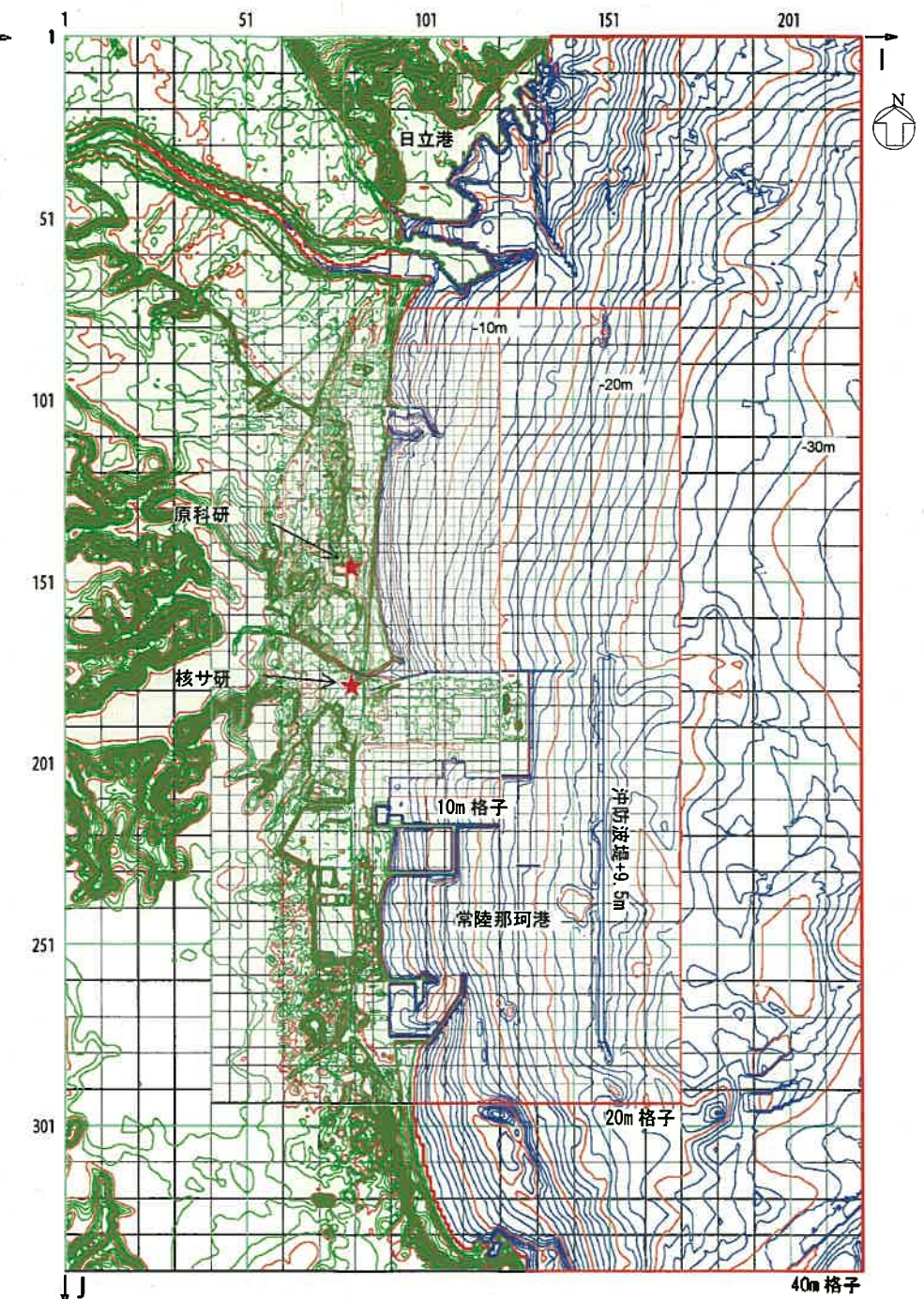


図 2-1 全体解析領域及び格子分割



注 1) 図中の数字は TP (m) で表示
注 2) 等高線及び水深線は 1m ビッチ表示
注 3) 格子の線は 10 格子ごとに表示

図 2-2 東海サイト周辺の格子分割

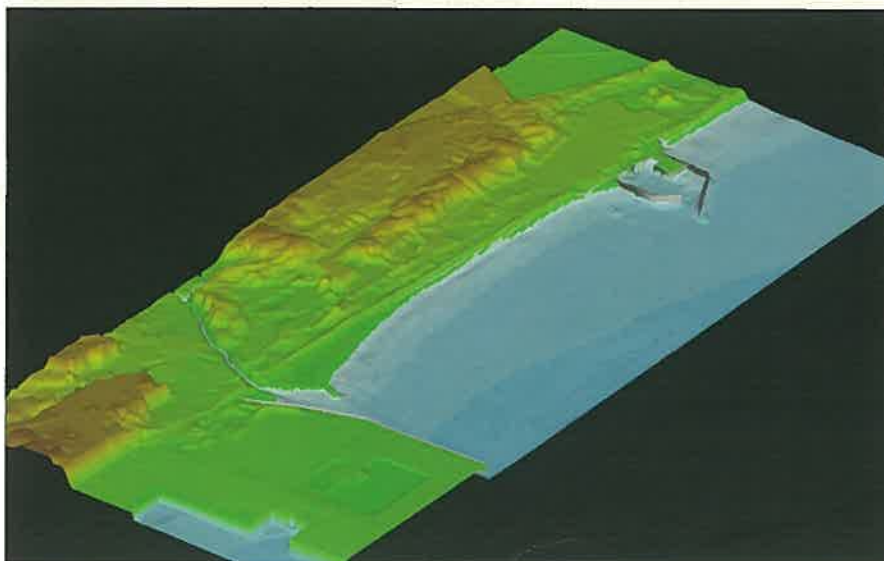


図 2-3 東海サイト周辺の 3D イメージ(10m 格子)

3. 既往津波に対する検討

(1) 1677 年延宝房総沖地震津波に対する検証計算

モデル化手法および計算手法の妥当性を検討するために、1677 年延宝房総沖地震津波の検証計算を行った。

(a) 1677 年房延宝総沖地震の痕跡高

1677 年延宝房総沖地震について、図 1-1 に示すように茨城県(2007)により設定された痕跡高を基とし、その平均値を用いた。

(b) 検討断層モデル

図 3-1 に示すように土木学会(2002)「原子力発電所の津波評価技術」の断層モデルを北に 80km 延長し検証計算を行った。ここでは、茨城県(2007)における断層モデルも参考に示している。この検討断層モデルの諸元を表 3-1 に示す。この断層モデルによる初期水位上昇量分布を図 3-2 に示す。

(c) 検証計算結果

検証計算結果を図 3-3 に示す。結果は、 $K=0.99$ 、 $\kappa=1.31$ となっており、痕跡高を十分再現できる断層モデルとなっている。計算結果である津波高さの沿岸分布と痕跡高との比較を図 3-4 に示す。参考に、土木学会モデル及び茨城県モデルの場合も示している。

(d) まとめ

したがって、この土木学会モデルを北へ 80km 拡張した断層モデルを 1677 年房総沖地震津波の断層モデルとして採用することとする。

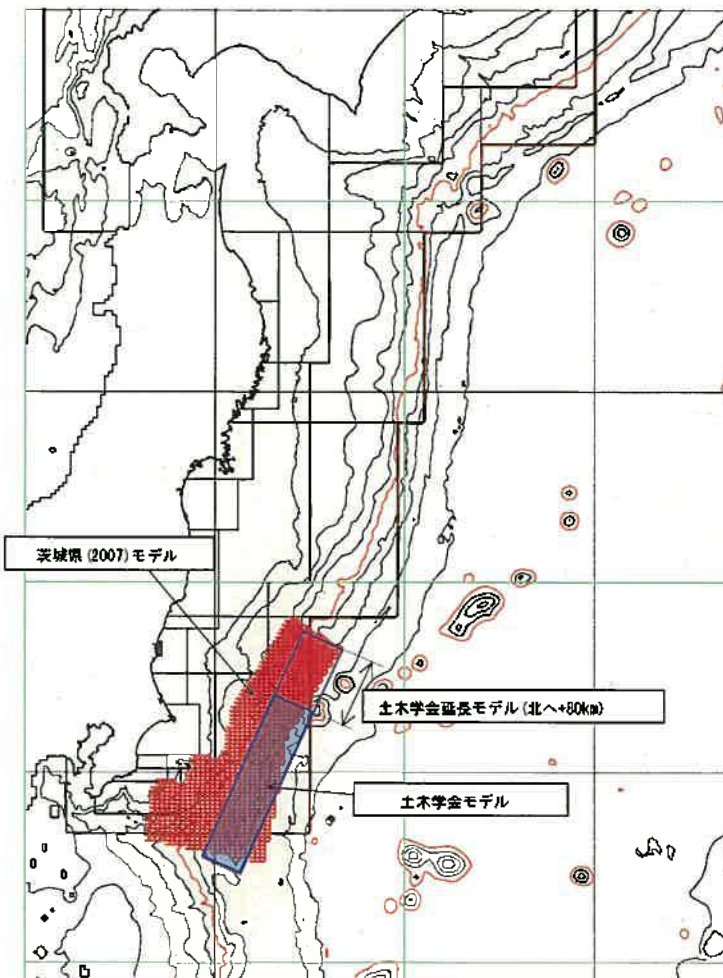
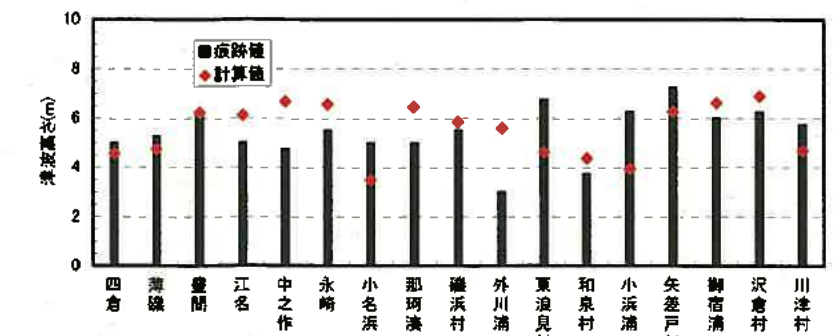
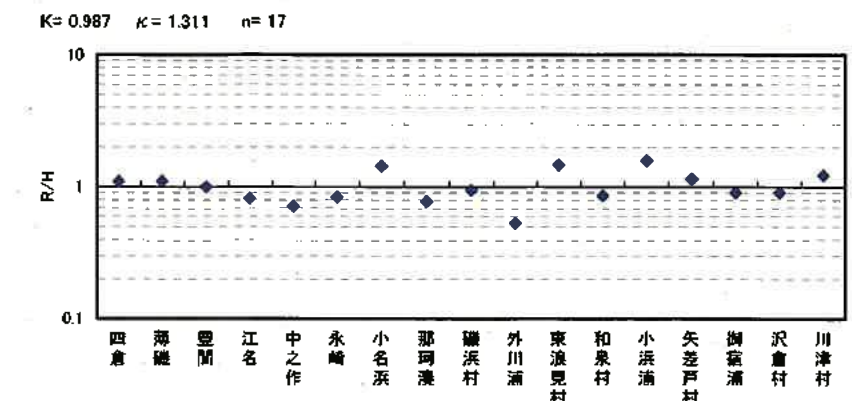


図 3-1 1677 年延宝房総沖地震津波の検討断層モデル



(1) 各地点の痕跡高と計算値の比較



(2) 各地点の(痕跡高/計算値)の値

図 3-3 1677 年房総沖地震津波の検証計算結果

表 3-1 1677 年延宝房総沖地震津波の
検討断層モデルの諸元

土木学会モデルを北へ 80km 拡張	
Mw	8.27
長さ L (km)	280
幅 W (km)	50
上縁深さ d (km)	1
走行 θ (°)	205
傾斜角 δ (°)	20
すべり角 λ (°)	95
すべり量 D (m)	6.5

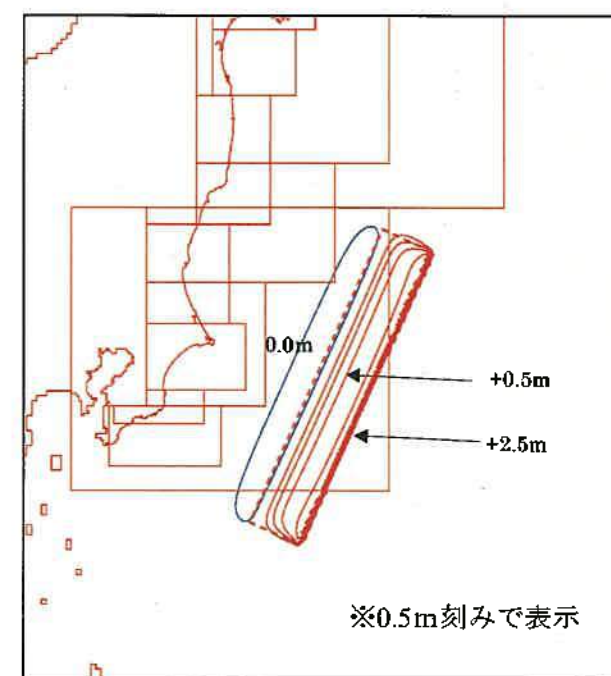


図 3-2 1677 年延宝房総沖地震津波の検討断層モデルによる初期水位上昇量分布

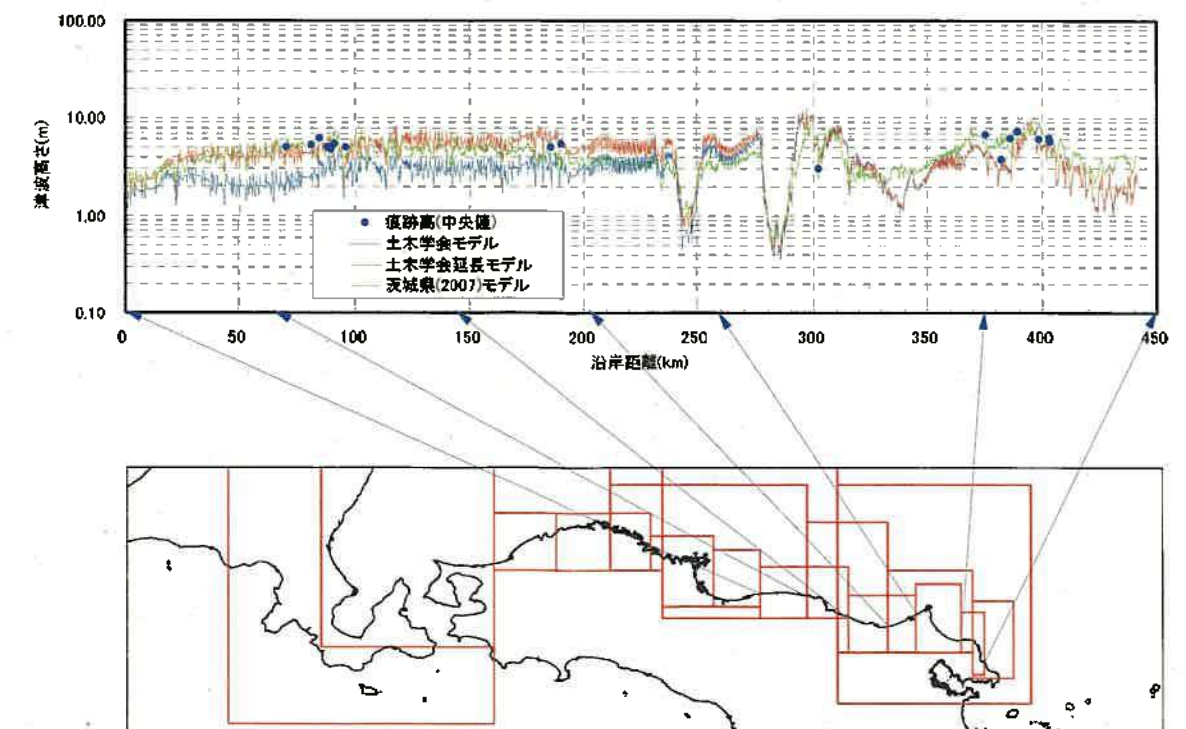


図 3-4 計算結果の津波高さの沿岸分布と痕跡高との比較

JAEA(東海サイト)に対する津波検討(4)

(2) 既往津波の数値シミュレーション

(a) 1677年延宝房総沖地震津波

1677年延宝房総沖地震津波において、以下の3つ断層モデル(図3-1参照)について数値シミュレーションを行った。

1677年延宝房総沖地震津波の断層モデルとしては、以下の2つがある。

①土木学会モデル

土木学会「原子力発電所の津波評価技術(平成14年2月)」

②土木学会80km延長モデル

③茨城県モデル

茨城県「茨城沿岸津波浸水想定区域調査(平成19年3月)」

(b) 1960年チリ沖地震津波

遠地津波として、東海サイトに影響が大きいと考えられる1960年チリ沖地震津波について数値シミュレーションを行った。その断層モデルの諸元を表2-2に、断層モデル位置を図2-5に示す。遠地津波は、図2-5に示す外洋伝播計算と図2-1の全体解析領域の沖側境界位置に外洋伝播解析による計算波形を入力する近地計算をおこなっている。

ここで、計算時の潮位条件としては、「(財)日本気象協会 常陸那珂港(日立港)潮位表(平成20年)」に従い、朔望平均満潮位TP+0.603mとした。

解析結果である東海サイトの最大浸水深分布を図2-6に各々示す。土木学会80km延長モデルでは、核サ研側の真砂橋付近の境界域で浸水深1.994mとなり、茨城県モデルでは1.495mの浸水深となったが、いずれも対象建屋への浸水まで至っていない。なお、土木学会モデル及びチリ沖津波では、新川沿いの境界域においても浸水はなかった。

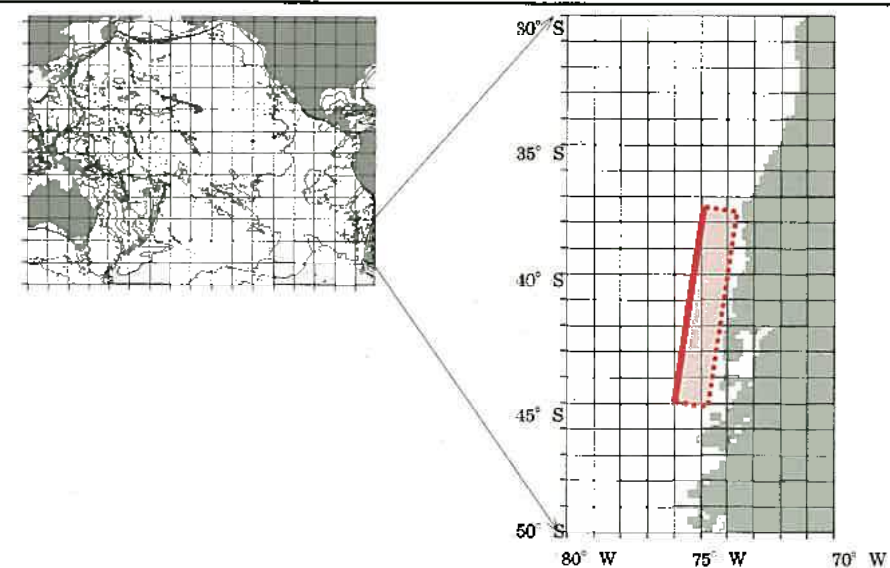


図2-5 1960年チリ沖地震津波における断層モデル位置

表2-2 チリ津波の断層モデルの諸元

Mw	長さ L (km)	幅 W (km)	上縁深さ d (m)	すべり量 D (m)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)	走向 θ (°)
9.3	850	180	1.0	12.75	20	105	N7° E

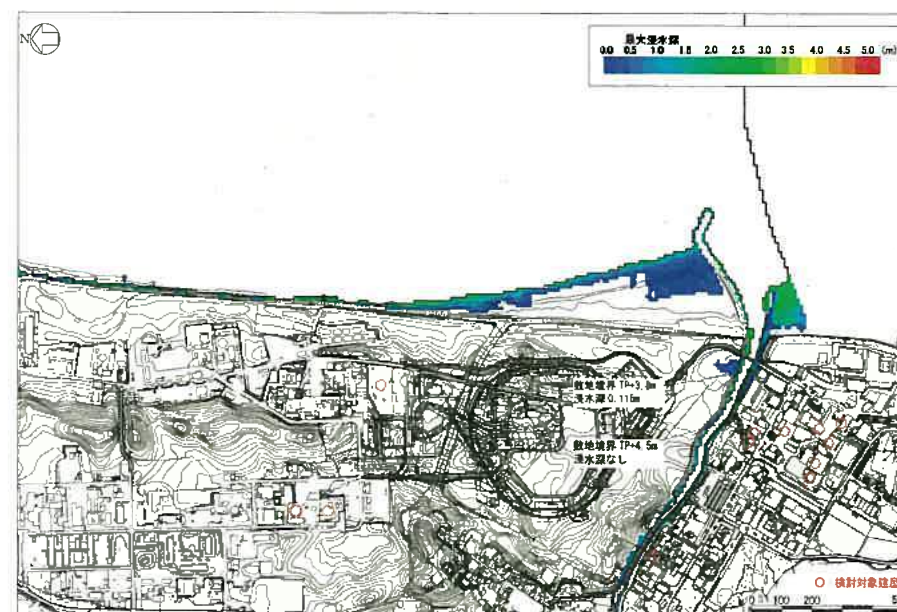


図2-6(1) 東海サイトの最大浸水深分布
(1677年延宝房総沖地震津波, ①土木学会モデル)

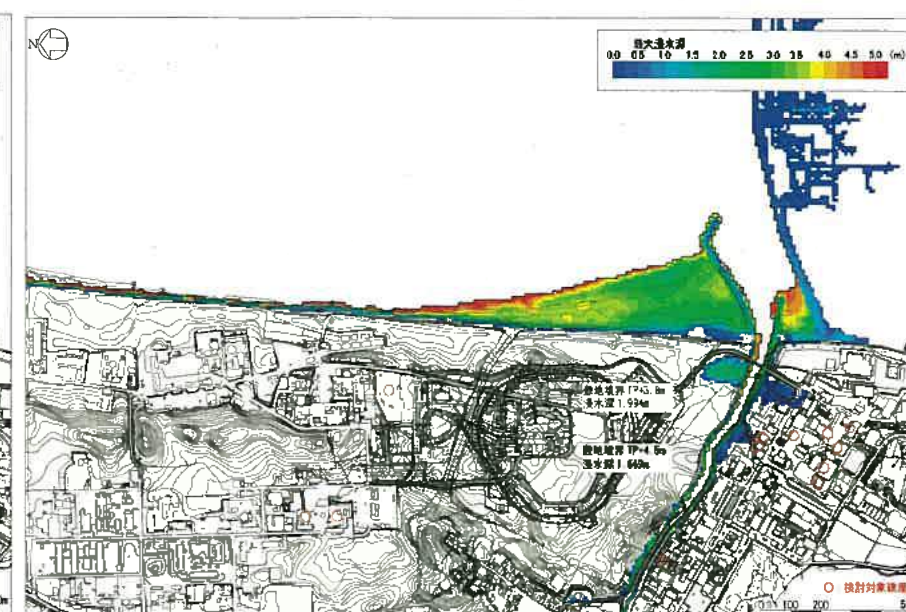


図2-6(2) 東海サイトの最大浸水深分布
(1677年延宝房総沖地震津波, ②土木学会80km延長モデル)

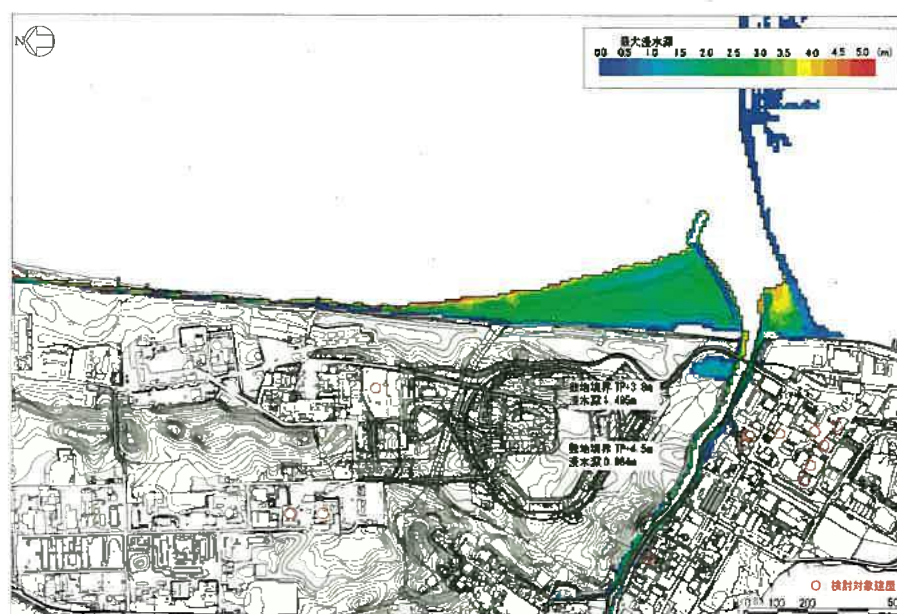


図2-6(3) 東海サイトの最大浸水深分布
(1677年延宝房総沖地震津波, ③茨城県モデル)

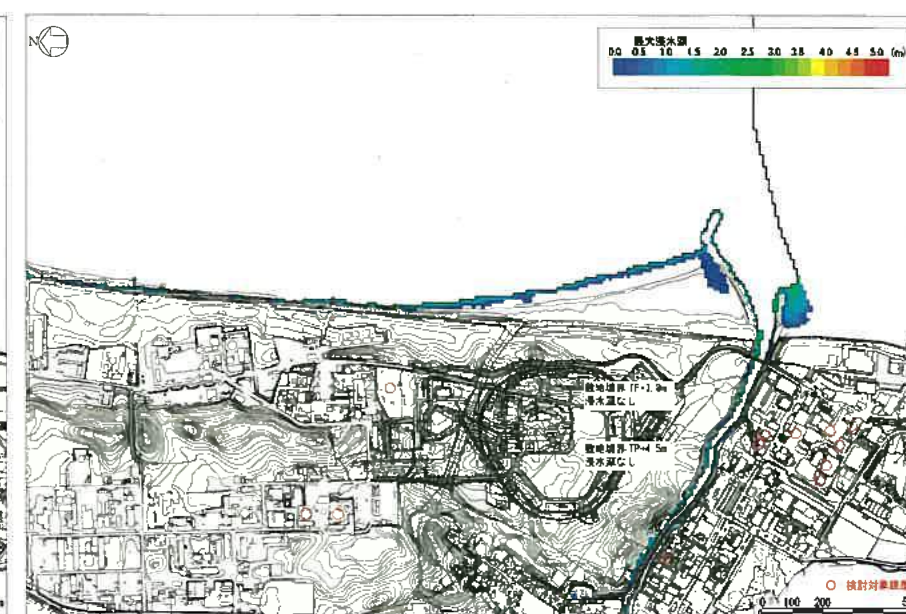


図2-6(4) 東海サイトの最大浸水深分布
(1960年チリ沖地震津波)

JAEA (東海サイト) に対する津波検討 (5)

4. 想定津波に関する検討

東海サイトへ影響を与えると考えられる想定津波として、以下に示す3つの考え方で検討を行った。

A：土木学会に基づく近地・遠地津波

B：房総沖の近地津波（土木学会 80km 延長モデル）

C：地震調査委員会に基づく三陸沖北部から房総沖の日本海溝沿いの近地津波

土木学会に基づく近地津波の断層モデルの諸元を表 4-1 に示す。また、上記Cにおいて、津波地震は土木学会③モデルを用い、正断層は土木学会④モデルを用いた。

計算時の潮位条件は、朔望平均満潮位 TP+0.603m とした。

想定津波の検討フローを図 4-1 に示す。各想定津波の考え方に従い、概略パラメータスタディの断層位置と走行を図 4-2 に示す。ここで、概略パラメータスタディの結果、最大津波高さとなった断層モデルも示している。

さらに、詳細パラメータスタディを検討した結果の各々の最大津波高さ分布と最大浸水深分布を図 4-3～図 4-5 に示す。また、図 4-6 に原科研護岸前と新川河口の津波の水位波形を示す。

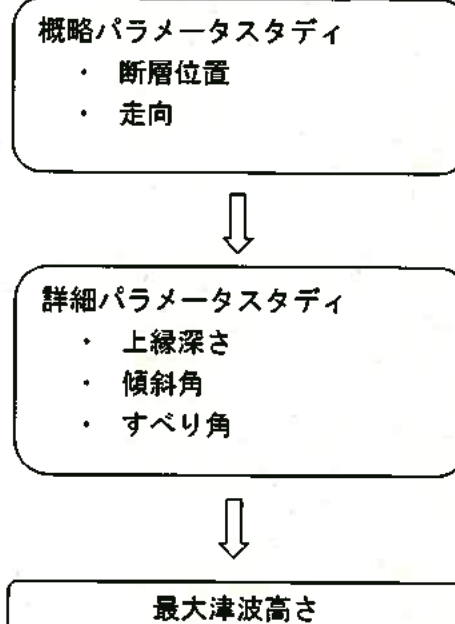


図 4-1 想定津波の検討フロー

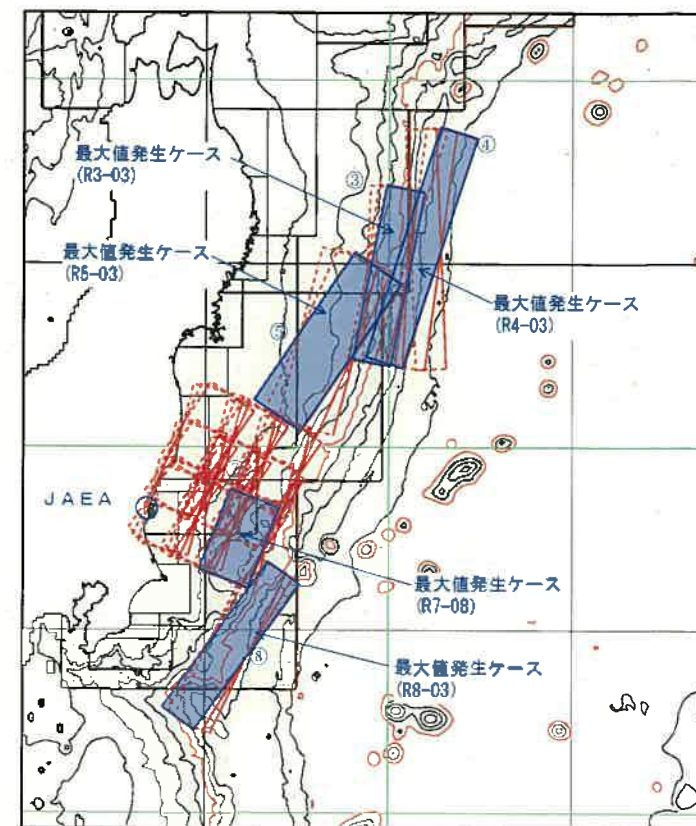


図 4-2(1) 概略検討用の近地想定津波における断層モデル(土木学会に基づく)

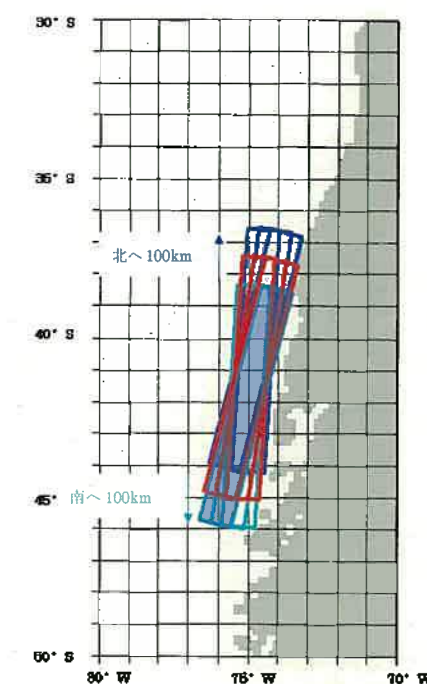


図 4-2(2) 概略検討用の遠地想定津波における断層モデル(土木学会に基づく)

図 4-1 土木学会に基づく近地想定津波の断層モデルの諸元

活動域の番号	M _w	長さL (km)	幅W (km)	上縁深さ d (km)	すべり量D (m)	傾斜角δ (°)	すべり角λ (°)	走向θ (°)
③	8.3	209.7	49.9	1.0	9.68	20	75	189
④	8.6	283.0	50.0	1.0	10.10	45	270	189
⑤	8.2	211.1	70.4	11.0	4.02	15	85	205
⑦	7.9	103.2	61.9	11.0	2.79	10	85	205
⑧	8.2	210.2	50.0	1.0	6.83	20	95	210

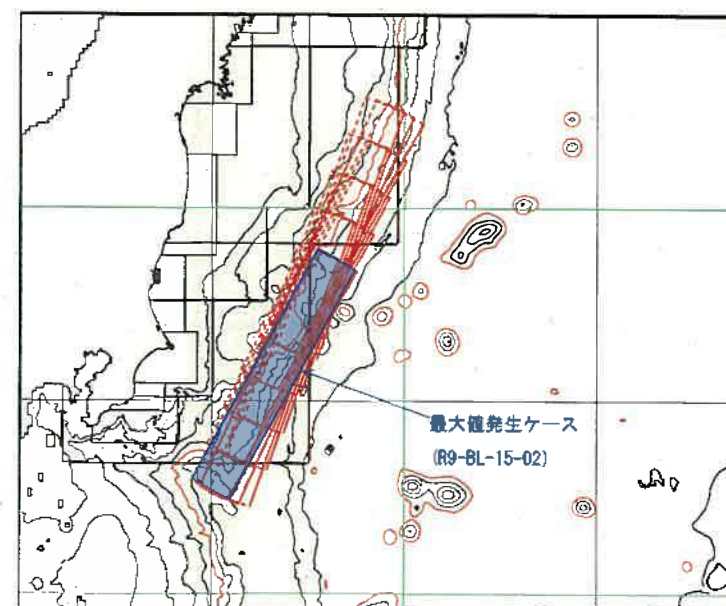


図 4-2(3) 概略検討用の近地想定津波における断層モデル(土木学会 80km 延長モデルに基づく)

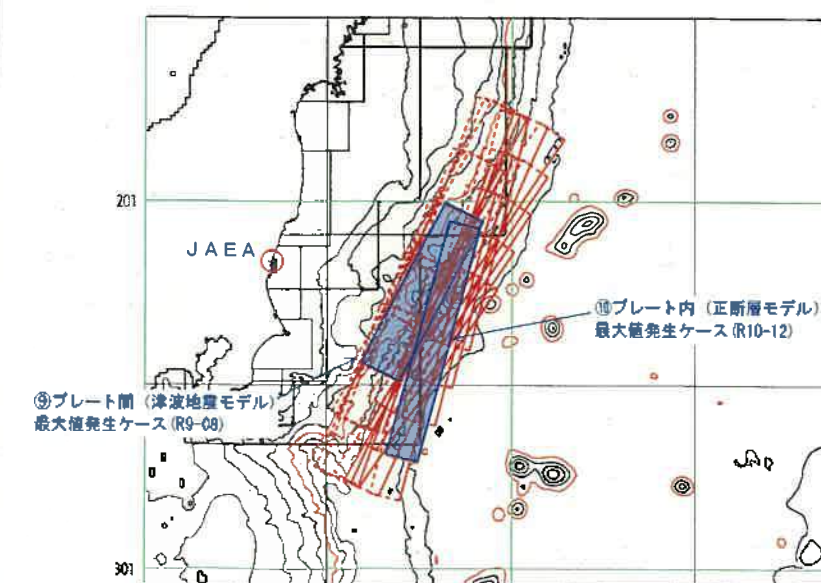


図 4-2(4) 概略検討用の近地想定津波における断層モデル(地震調査委員会に基づく)

JAEA (東海サイト) に対する津波検討(6)



図 4-3(1) 最大津波高さ分布(土木学会: 領域8)

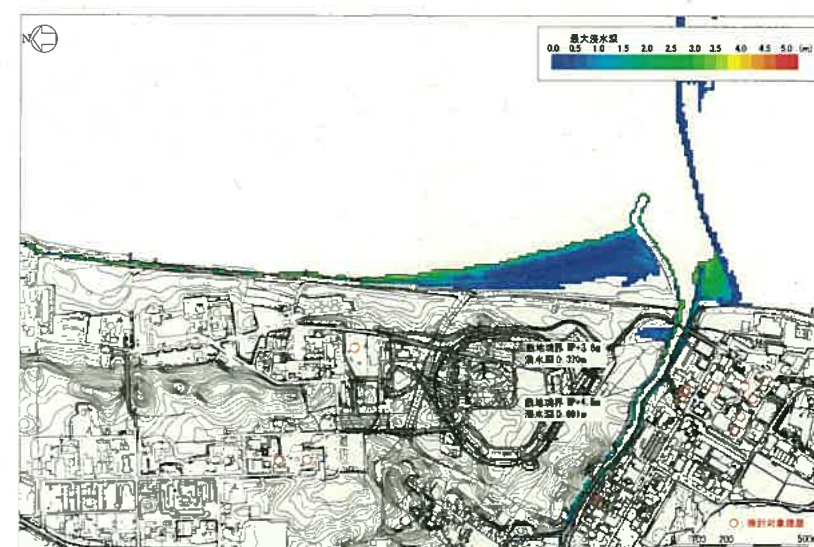


図 4-3(2) 最大浸水深分布(土木学会: 領域8)



図 4-3(3) 最大津波高さ分布(土木学会: 遠地想定津波)

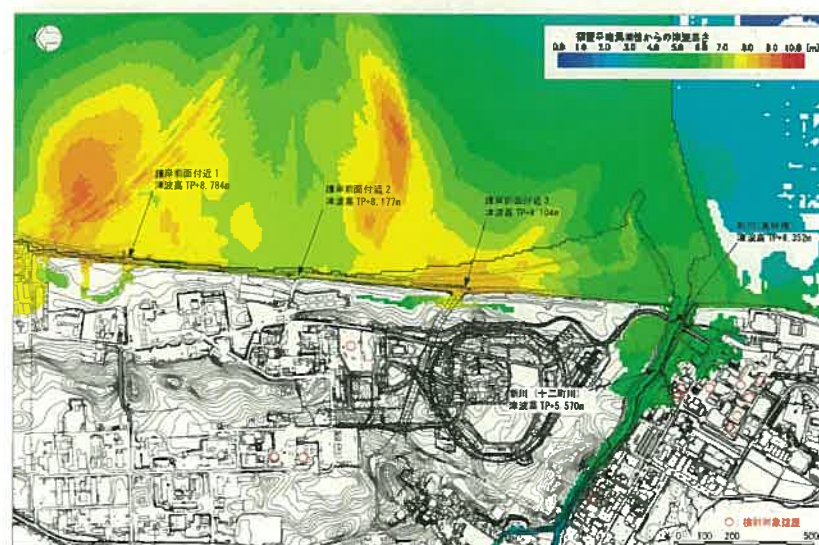


図 4-4(1) 最大津波高さ分布(土木学会 80km 延長モデル)

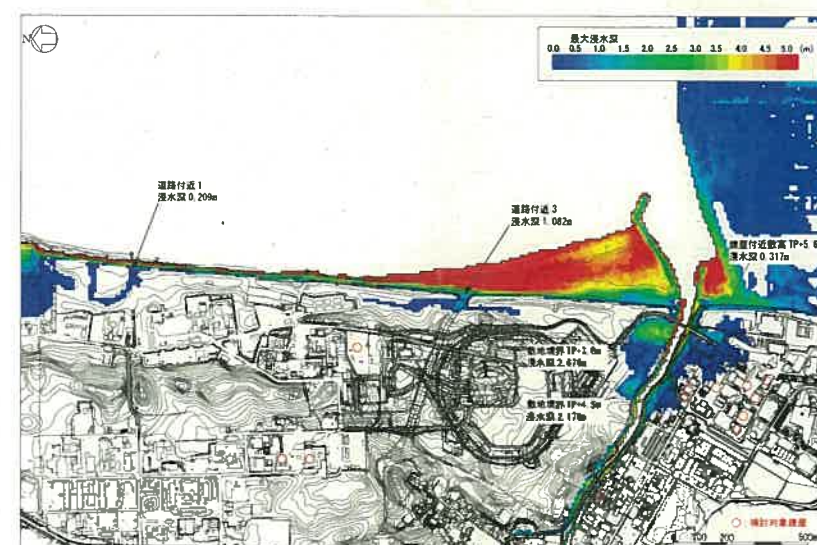


図 4-4(2) 最大浸水深分布(土木学会 80km 延長モデル)

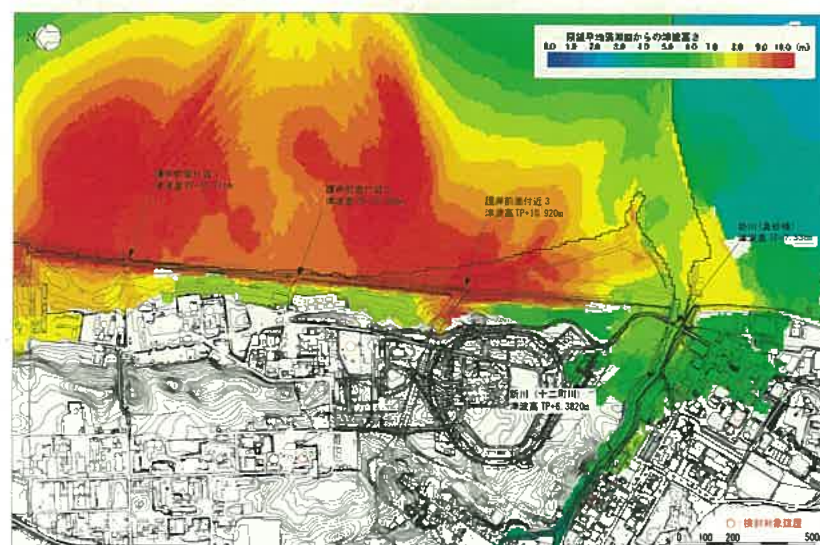


図 4-5(1) 最大津波高さ分布(地震調査委員会: 津波地震)

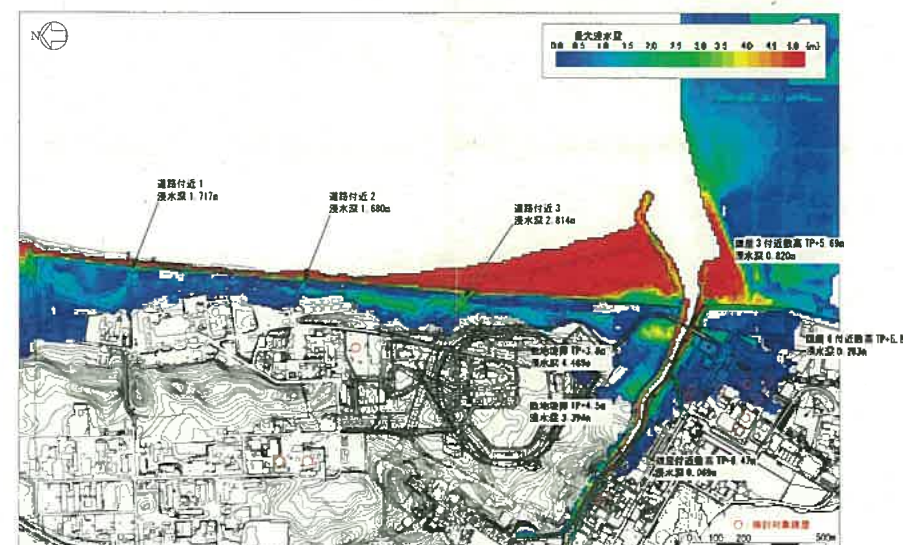


図 4-5(2) 最大浸水深分布(地震調査委員会: 津波地震)

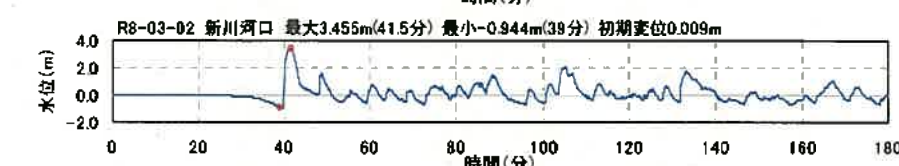
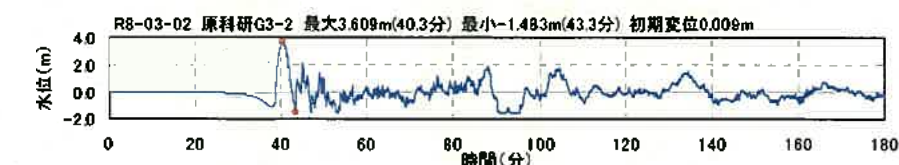


図 4-6(1) 津波水位波形(土木学会: 領域8)

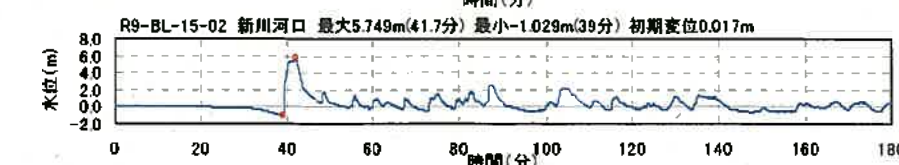
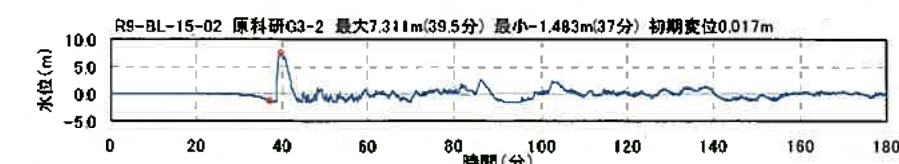


図 4-6(2) 津波水位波形(土木学会 80km 延長モデル)

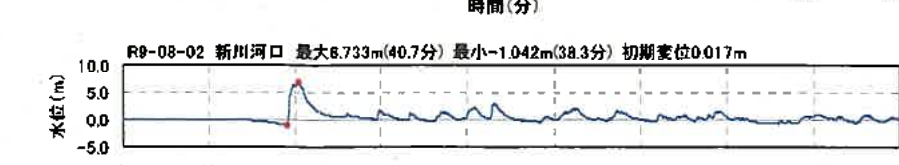
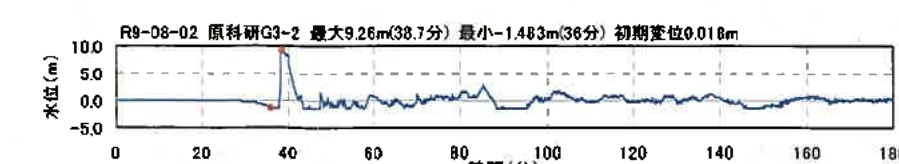


図 4-6(3) 津波水位波形(地震調査委員会: 津波地震)

JAEA(東海サイト)に対する津波検討(7)

7

5. JAEA 東海サイト敷地内の施設等に対する津波影響評価

(1) 対象施設等への影響評価

東海サイトへ影響を与えられとされる既往津波及び想定津波による各施設への津波検討結果をまとめ、既往津波の場合を表 5-1 に、想定津波の場合を表 5-2 にまとめて示す

(2) 今後の課題と対応に対する提言

(a) 日本海溝沿いの津波波源域の区分

中央防災会議や地震調査研究推進本部地震調査委員会では日本海溝沿いの津波波源域の区分(三陸沖～房総沖)を提案しているが、土木学会(2002)では、福島県・茨城県沖の日本海溝沿いの津波波源域を設定していない。この日本海溝沿いの津波波源域の区分について、最新の知見をまとめた。

①海溝寄りの津波地震(プレート間大地震)に関する分岐

- ・これまでに発生した領域のみで発生
- ・どこでも発生するが、北部に比べ南部の津波地震は小さい
- ・どこでも発生し、南部でも北部と同程度の津波地震が発生する

②海溝寄りの正断層型地震(プレート内大地震)に関する分岐

- ・これまでに発生した領域のみで発生
- ・海溝寄りの津波地震(プレート間大地震)が発生する領域のアウトサイズで発生

表 5-1 既往津波に対する検討結果一覧

既往津波		原子力科学研究所			核燃料サイクル工学研究所			
		海岸線全域の最大津波高さ ^{*1} (TPm)	海岸から進入通路の浸水 ^{*2} 浸水深(m)	対象建屋の浸水浸水深(m)	真砂橋付近の最大津波高さ ^{*3} (TPm)	真砂橋付近の敷地境界域(TP+3.8m) ^{*4} の浸水(m)	敷地(TP+5.5~6m)の浸水 ^{*5}	対象建屋の浸水浸水深(m)
1677 年 延宝 房総沖 地震 津波	土木学会モデル	3.996	なし	なし	3.709	0.116	なし	なし
	土木学会 80km 延長モデル	7.772	なし	なし	5.213	1.994	なし	なし
	茨城県モデル	6.954	なし	なし	4.678	1.495	なし	なし
1960 年チリ沖地震津波		2.827	なし	なし	2.683	なし	なし	なし

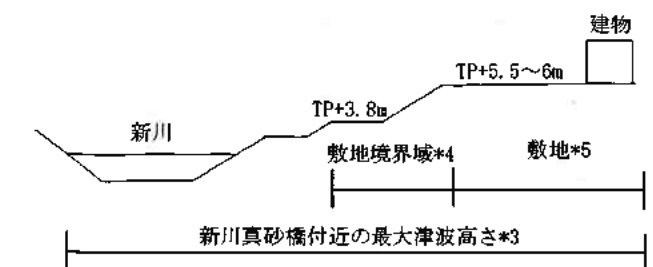
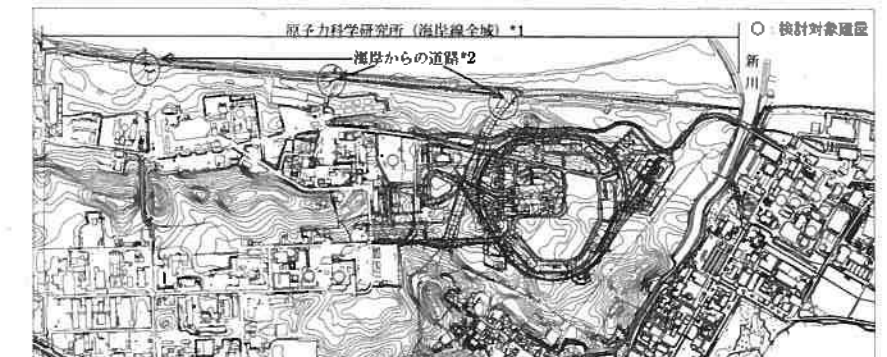
(b) 最小格子間隔について

現在、実施されている原子力安全・保安院の地震・津波、地質・地盤合同ワーキングにおいて、他の原子力発電所での最小格子間隔について検討結果を整理し、東海サイトの最小格子間隔に対する今後の対応を提案した。

東海サイトの津波による水位変動の検討において、新川河口付近から遡上に対して、さらに詳細な最小格子間隔 5m を用いて遡上計算を行い、最小格子間隔の妥当性を確認しておく必要があると考えられる。

表 5-2 想定津波に対する検討結果一覧

想定津波		原子力科学研究所			核燃料サイクル工学研究所			
		海岸線全域の最大津波高さ ^{*1} (TPm)	海岸から進入通路の浸水 ^{*2} 浸水深(m)	対象建屋の浸水浸水深(m)	真砂橋付近の最大津波高さ ^{*3} (TPm)	真砂橋付近の敷地境界域(TP+3.8m) ^{*4} の浸水(m)	敷地(TP+5.5~6m)の浸水 ^{*5}	対象建屋の浸水浸水深(m)
土木学会 評価基準	領域③津波地震	2.388	なし	なし	1.961	なし	なし	なし
	領域④正断層	2.927	なし	なし	2.047	なし	なし	なし
	領域⑤宮城県沖	1.631	なし	なし	1.673	なし	なし	なし
	領域⑦前面海域	3.677	なし	なし	3.755	なし	なし	なし
	領域⑧房総沖	4.566	なし	なし	4.396	0.370	なし	なし
	遠地チリ津波	3.584	なし	なし	3.583	なし	なし	なし
房総沖	土木学会 80km 延長	9.530	1.082	なし	6.947	2.676	あり	なし
推本に基づく 日本海溝寄り	津波地震モデル	11.640	2.814	なし	8.521	4.489	あり	0.283
	正断層モデル	7.557	なし	なし	4.932	0.942	なし	なし



真砂橋付近の評価範囲

目 次

1. 実施内容	1-1
1.1 実施目的	1-1
1.2 実施期間	1-1
1.3 実施項目	1-1
1.4 実施工程	1-2
1.5 実施体制	1-4
2. 東海サイトにおける現状整理	2-1
2.1 文献調査	2-1
2.2 他機関の動向調査	2-36
2.3 現地調査	2-60
3. 東海サイトのモデル化	3-1
3.1 常陸那珂港のモデル化	3-1
3.2 河川(新川)遡上及び敷地遡上のための細分化及びモデル化	3-4
4. 既往津波に関する検討	4-1
4.1 既往津波の断層モデルの設定	4-1
4.2 モデル化手法及び数値計算手法の妥当性の検証	4-4
4.3 津波の数値シミュレーション	4-39
5. 想定津波に関する検討	5-1
5.1 津波の波源の設定	5-2
5.2 パラメータスタディ	5-15
6. JAEA 東海サイト敷地内の施設等に対する津波影響評価	6-1
6.1 対象施設等への影響評価	6-1
6.2 今後の課題と対応に関する提言	6-6
7. まとめ	7-1

参考資料-1 地震動評価モデルに基づく津波影響検討

参考資料-2 1677 房総沖モデルにおける茨城県による検討と本検討との比較

付録 議事録

1. 実施内容

1.1 実施目的

平成 18 年 9 月 19 日付けで原子力安全委員会により「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」等の耐震安全性に係る安全審査指針類が改訂された。これに伴い、改訂された耐震指針（以下、「新耐震指針」という。）に照らした耐震安全性評価を実施する必要がある。

本業務は、JAEA 東海サイト敷地内施設の津波影響評価に資するための調査解析業務である。

1.2 実施期間

着手：平成 19 年 9 月 20 日

完了：平成 21 年 3 月 10 日

1.3 実施項目

JAEA 東海サイト敷地内にある各施設への津波による影響について、次の(1)～(5)の検討を行う。

ここで、下記の資料に基づいて、JAEA 東海サイト敷地内における津波による影響を適切に評価することとする。

- ①土木学会・原子力土木委員会「原子力発電所の津波評価技術」
- ②日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術指針」（改定案最新版）

(1) 東海サイトにおける現状整理

下記に示す種々の調査を実施し、東海サイトの津波評価に係わる現状について整理する。

- ①文献調査
 - ・文献リスト及び文献集を作成する。
 - ・代表的な文献（5 程度）について、抄録を作成する。
- ②他機関の動向調査
 - ・国（中央防災会議）や茨城県による東海地域の津波評価を調べる。
- ③現地調査
 - ・港湾・河川の形状等に関する現地調査、ヒアリング調査及び情報収集

(2) 東海サイトのモデル化

前述の調査結果等を踏まえて、東海サイトのモデル化を行う。モデル化にあたっては、下記事項に留意する。

- ①常陸那珂港のモデル化
- ②河川（新川）遡上及び敷地遡上のための細分化及びモデル化

(3) 既往津波に関する検討

文献調査等に基づき、東海サイトに最も大きな影響を及ぼしたと考えられる既往津波を選定し、下記の検討を行う。

①既往津波の断層モデルの設定

②モデル化手法及び数値解析手法の妥当性の検証

- ・既往津波の痕跡高と数値シミュレーション結果を比較，検討することにより，モデル化手法及び数値解析手法の妥当性を検証する。

③津波の数値シミュレーション

- ・上記の解析モデル・手法を用いて数値シミュレーションを実施し，東海サイト敷地内にある各施設への津波による影響を検討する。

(4) 想定津波に関する検討

上記資料や文献調査結果等に基づいて想定津波を適切に設定し，パラメータスタディを行い，津波高さ等の検討を行う。

①津波の波源の設定

- ・近地津波：東海サイトに影響を与えると考えられる津波を設定
- ・遠地津波：1960年チリ津波

②パラメータスタディ

- ・概略パラメータスタディ：津波の位置，走向について実施
- ・詳細パラメータスタディ：概略パラメータスタディで可能性の高いケースについて，更に，深さ，傾斜角，すべり角について実施

(5) JAEA 東海サイト敷地内の施設等に対する津波影響評価

上記パラメータスタディの結果を踏まえて，JAEA 東海サイト敷地内にある各施設への津波による影響を評価し，今後の課題と対応についてまとめる。

①対象施設等への影響評価

②今後の課題と対応に関する提言

(6) 報告作成

上記の業務により得られた調査及び解析結果並びに評価結果を取りまとめ，報告書を作成する。

1.4 実施工程

作業工程表を表 1.4-1 に示す。

表 1.4-1 作業工程表

	平成 19 年				平成 20 年												平成 21 年		
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	1	2	3	
1. 東海サイトにおける現状整理																			
2. 東海サイトのモデル化																			
3. 既往津波に関する検討																			
4. 想定津波に関する検討																			
5. JAEA 東海サイト敷地内の施設等に対する津波影響評価																			
6. 報告書作成																			
打ち合わせ等	▲ ▲ ▲ 現場調査 着手 打合せ				▲ 中間報告												▲ 完了 最終報告		

1.5 実施体制

実施体制を表 1.5-1 に示す。

表 1.5-1 実施体制

職種	名前	所属・連絡先	担当
総括責任者		土木本部 地震・地震動解析専門職 [redacted]	業務総括 報告書作成
担当者		土木本部 耐震技術部 [redacted]	文献調査 東海サイトのモデル化 既往津波に関する検討 想定津波に関する検討 津波影響評価 報告書作成
担当者		土木本部 耐震技術部 [redacted]	東海サイトのモデル化 既往津波に関する検討 想定津波に関する検討 津波影響評価 報告書作成
担当者		土木本部 社会基盤推進部 [redacted]	既往津波に関する検討 想定津波に関する検討 津波影響評価
担当者		土木本部 社会基盤推進部 [redacted]	東海サイトのモデル化 既往津波に関する検討 想定津波に関する検討 報告書作成
担当者		土木本部 社会基盤推進部 [redacted]	東海サイトのモデル化 既往津波に関する検討 想定津波に関する検討 報告書作成

2. 東海サイトにおける現状整理

下記に示す種々の調査を実施し、東海サイトの津波評価に係わる現状について整理した。

2.1 文献調査

東海サイトに対して大きな影響を与えたと考えられ津波について、その波源モデル及び痕跡高について整理した。

(1) 文献の収集

(a) 「新編日本被害地震総覧」：宇佐美龍夫(1987)

日本古来（416～1984年）の被害地震（図2.1-1）に関する資料をまとめた総覧である。各地震ごとに発震年月日、震源位置、今村の被害等級、被害状況などを整理している。記事の末には渡辺(1985)による津波の規模階級 m 〔 m 〕内の算用数字を示している。

(b) 「日本被害津波総覧 [第2版]」：渡辺偉夫(1998)

684～1996年の間に、日本及びその周辺の海域で発生した津波（図2.1-2、表2.1-1）と、外国の沿岸で発生した津波の内、日本及びその周辺の沿岸に影響を与えた津波（図2.1-3、表2.1-2）に関する資料をまとめた総覧である。津波毎に発生年月日、波源地名、波源位置、地震のマグニチュード（ M ）、阿部による津波マグニチュード（ M_t ）、今村・飯田及び羽鳥の津波規模階級（ m 及び m_H ）、津波高さ、被害状況などを整理している。

(c) 羽鳥による調査

羽鳥（1974）は、1896年以降に東北日本太平洋側で発生した津波の観測データを収集・整理し、津波の規模と波源域を推定している（図2.1-4、表2.1-3）。

羽鳥（1975）は、1677年延宝津波以降の最近300年間の房総沖で発生した津波の規模と波源域を推定している（図2.1-5）。

羽鳥（1976a）は、北海道東部から房総沖に至る海溝沿いの歴史津波の波源についての妥当性を伝播図と波向線により検討している。1677年延宝津波については、G波源では房総・伊豆東岸の波高が説明しにくいことから、H波源の方が適当としている（図2.1-6）。

羽鳥（1976b）は、1938年福島県沖群発地震の検潮記録から8個の津波の波源域を推定している（図2.1-7、表2.1-4）。

羽鳥（1983）は、1982年茨城県沖津波の波源域を各地の検潮記録から推定している（図2.1-8、表2.1-5）。

羽鳥(2003)は、1677年延宝房総沖津波の痕跡高について見直しを行っている(図2.1-9、表2.1-6)。

(d) その他の文献

竹内ら(2007)は、1677年延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での痕跡高につい

て検討している(表 2.1-7, 図 2.1-10, 表 2.1-8)。

チリ津波合同調査班(1961)では, 1960 年チリ沖地震津波についての調査結果をまとめている(図 2.1-11)。

大森ら(2002)は, 1960 年チリ津波を対象に遠地津波の数値計算を行い, 断層モデルについて検討している(図 2.1-12, 表 2.1-9, 図 2.1-13, 表 2.1-10)。

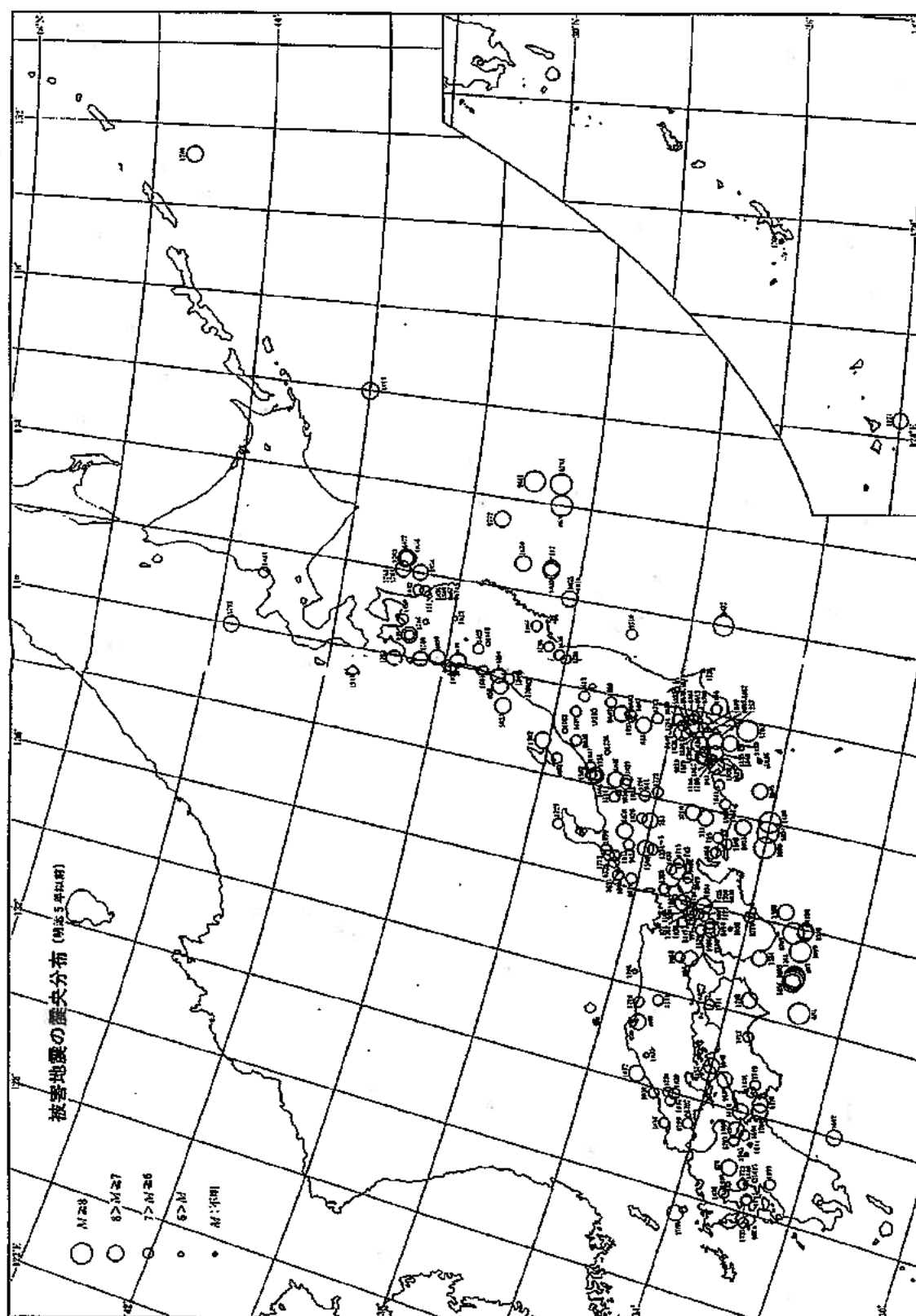


図 2.1-1(1) 被害地震の震央分布(明治5年以前)：宇佐美(1987)

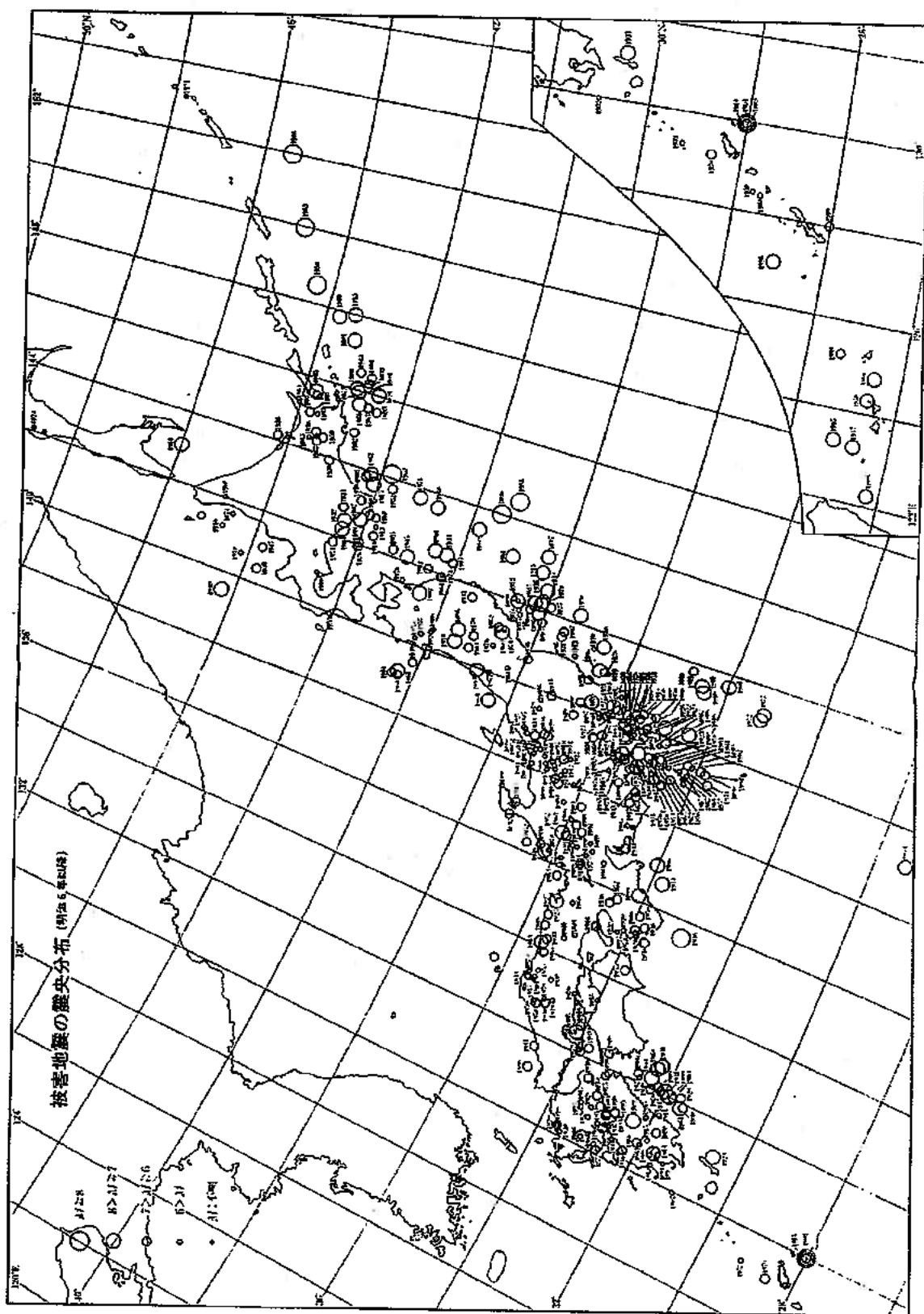
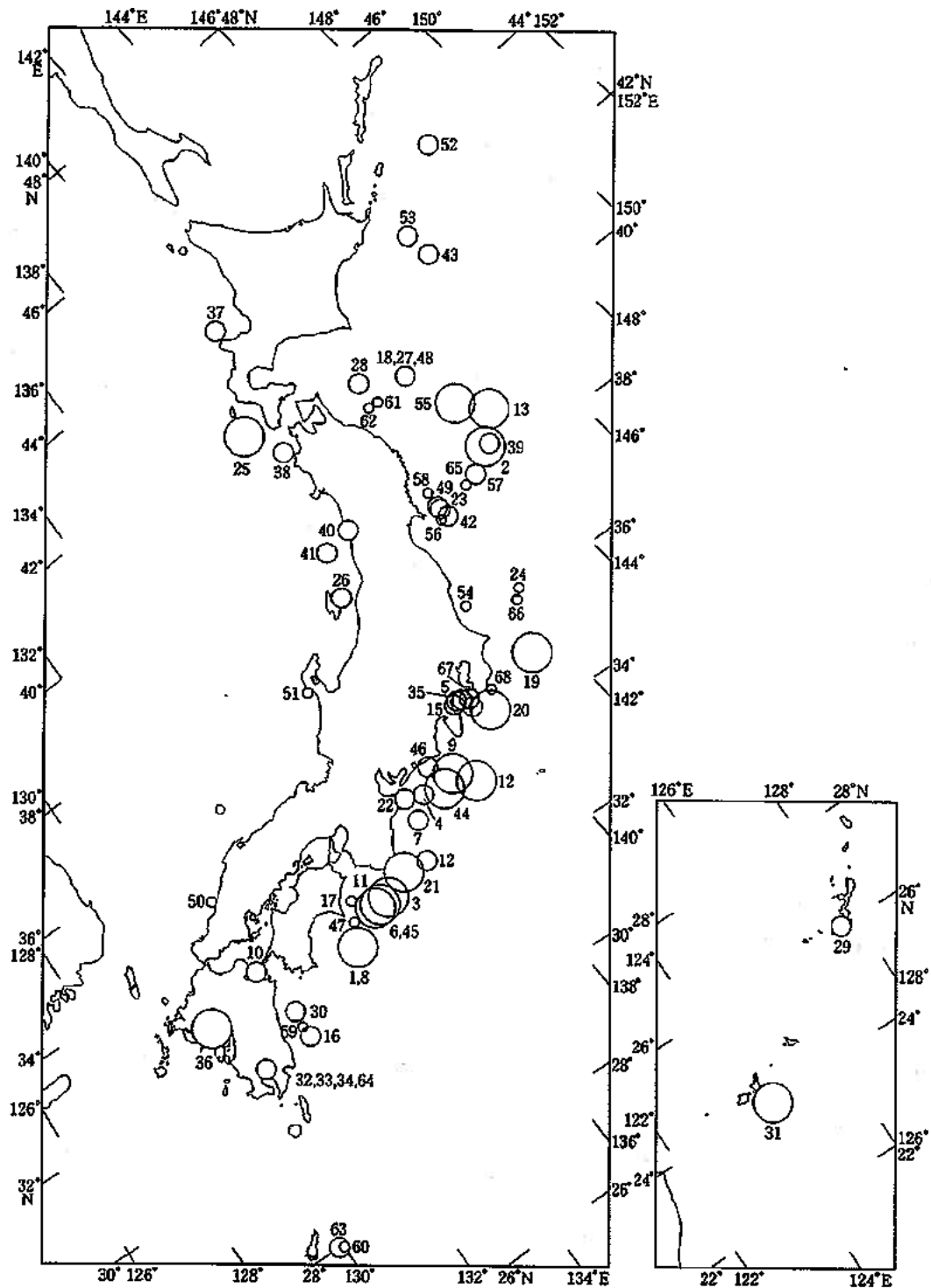
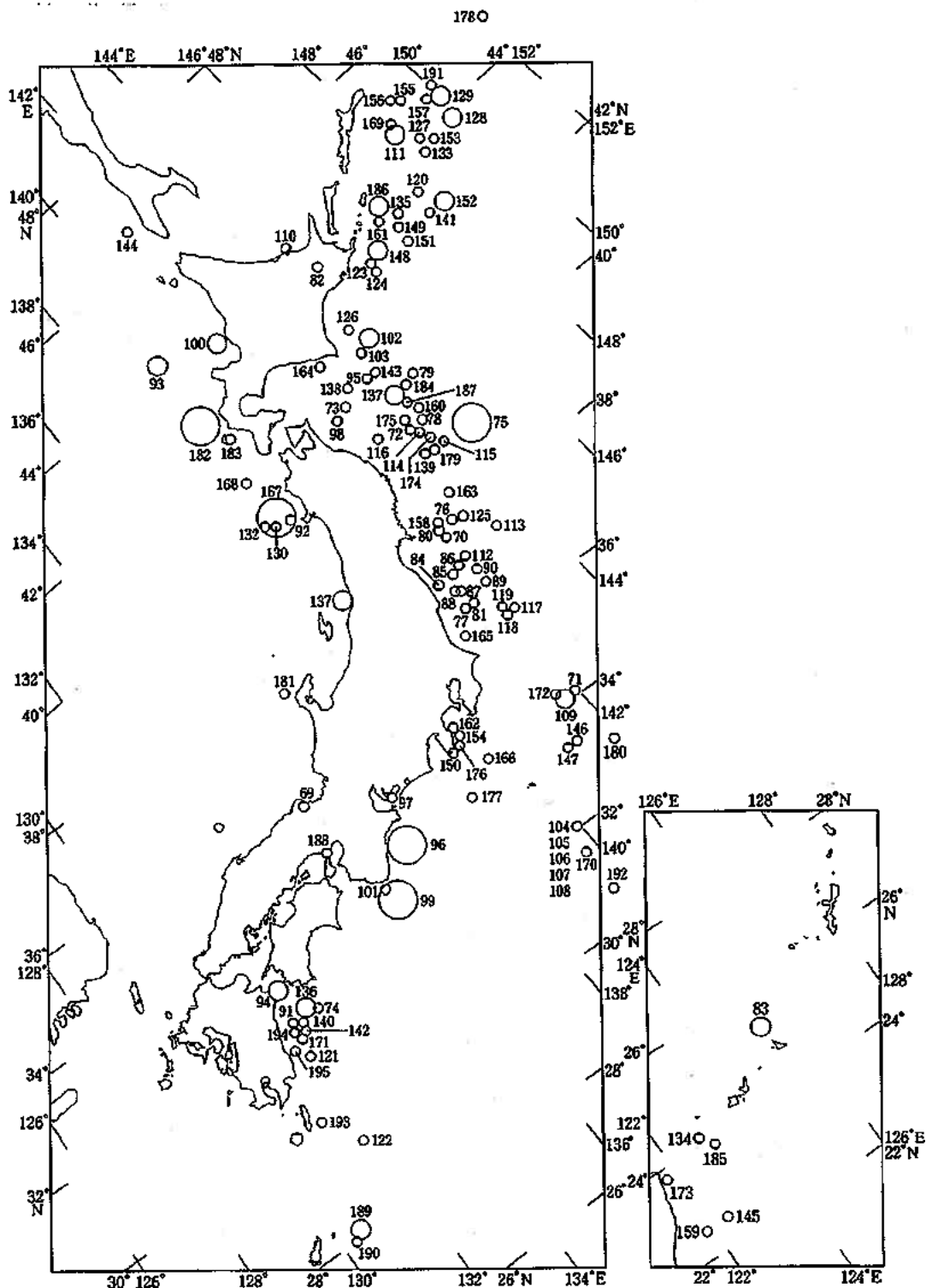


図 2.1-1(2) 被害地震の震央分布(明治6年以降) : 宇佐美(1987)



図Ⅱ.1 日本およびその周辺の海域で発生した津波(684～1925年)
 大きい丸は $m=3,4$ ；中くらいの丸は $m=1,2$ ；小さい丸は $m=-1,0$ 。数字は表Ⅱ.1の番号と同じ。

図 2.1-2(1) 日本及びその周辺で発生した津波(684～1925 年)：渡辺(1998)



図Ⅱ.2 日本およびその周辺の海域で発生した津波(1926～96年)
丸の大きさや数字は、図Ⅱ.1の説明と同じ。

図 2.1-2(2) 日本及びその周辺で発生した津波(1926～96年)：渡辺(1998)

表 2.1-1(I) 日本およびその周辺で発生した津波：渡辺(1998)

表Ⅱ.1 日本およびその周辺で発生した津波

番号	発 生 西 暦	日 本 暦	波 源 (震 源)			マグニチュード			備 考
	年 月 日 時 分	年 月 日	λ (E)	ϕ (N)	深さ (km)	M	M_0	m	
001	684 11 29 22	天武13 10 14	133.5~135.0°	32¼~33¼°		8¼		3	白鳳地震
(—)	799 9 18	延喜18 8 11							
002	869 7 13	貞観11 5 26	143~144°	38~40°		8.3±¼		4	
003	887 8 26 16~18	仁和3 7 30	135.0°	32.0°		8.0~8.5		3	
(—)	992 — —	延喜22 — —							
(—)	1026 5 16 23~24	万寿3 5 23							
(—)	1092 9 13	寛治6 8 3							
004	1096 12 17 8~10	嘉保3 11 24 (永長1)	137~138°	32.75~34.25°		8.0~8.5		2	
005	1241 5 22 20~22	仁治2 4 3				7クラス		1	
(—)	1257 10 9	正嘉1 8 23	139.5°	35.2°		7.0~7.5			
(—)	1293 5 27 6~8	正応6 4 13 (永仁1)				7クラス		2~3 ?	
006	1361 8 3 3~5	正平16 6 24	135.0°	33.0°		8¼~8.5		3	
007	1408 1 21	応永14 12 14	137.0°	34.0°		7クラス		1	
(—)	1433 11 6~7 23~1	永享5 9 16	139.5°	34.9°		7クラス			
008	1498 7 9 13~15	明応7 6 11						3 ?	
009	1498 9 20 7~9	明応7 8 25	138.8°	34.0°		8.2~8.4		3	
(—)	1510 9 21 3~5	永正7 8 8	135.6°	34.6°		6.5~7.0			
(—)	1520 4 4 16	永正17 3 ?				7クラス			
010	1596 9 4 15~17	文祿5 閏7 12 (慶長1)	131.6°	33.3°		7.0±¼		2	
011	1605 2 8 22~23	慶長9 12 16	134.9°	33.0°		7.9		3	
012	1605 2 3	慶長9 12 16	138.5°	33.5°		7.9		3	
013	1611 12 2 13~14	慶長16 10 23	144.5°	39.0°		7~8		4	慶長三陸津波
014	1616 9 9 15~17	元和2 7 23	142.0°	38.1°		7クラス		1	
(—)	1625 — —	寛永2 — —							
015	1633 3 1 4	寛永10 1 21	139.2°	35.2°		7クラス		1	
(—)	1640 7 31	寛永17 6 13	140.7°	42.1°				1~2)	
016	1662 10 31 0	寛文2 9 20	132.0°	31.7°		7½~7¾		2	
(—)	1664 — —	寛文4 — —						1)	
(—)	1667 — —	寛文7 — —						1)	
017	1671 2 27 6~7	寛文11 1 18	134.7°	33.4°		6.9		0	
018	1677 4 13 23~1	延宝5 3 12	144.0°	40.0°		7¾~8.0		2	
019	1677 11 4 20	延宝5 10 9	142.0°	35.5°		8.0		3	延宝房総沖津波 元禄地震 宝永地震津波
020	1703 12 31 2	元禄16 10 23	139.8°	34.7°		7.9~8.2		3	
021	1707 10 28 13~14	宝永4 10 4	135.9°	33.2°		8.4		4	
022	1708 2 13 10	宝永5 1 22	137.0°	34.0°		7クラス		1	
(—)	1714 — —	正徳4 — —							
023	1717 5 13 1~2	享保2 4 3	142.0°	38.0°		7.5		1	
024	1730 11 10 2~3	享保15 10 2	142.2°	36.2°		7.6		1	
025	1741 8 29	寛保1 7 19	139.4°	41.6°		6.9			
026	1762 10 31 14~15	宝暦12 9 15	138.7°	38.1°		7.0		1~2	
027	1763 1 29 17	宝暦12 12 16	142¼°	41.0°		7.6		2	
028	1763 3 11 13~14	宝暦13 1 27	142.0°	41.0°		7¼		1	八重山津波
029	1768 7 28 13~14	明和5 6 9	127.5°	26.2°				1	
030	1769 8 29 14	明和6 7 28	132.0°	32.3°		7.4		1	
031	1771 4 24 8~10	明和8 3 10	124.3°	24.0°		7.4		4	
032	1780 9 9	安永9 8 11	130.7°	31.6°				1	
033	1780 10 31	安永9 10 4	130.7°	31.6°				1	

表 2.1-1(2) 日本およびその周辺で発生した津波：渡辺(1998)

番号	発生西暦 年 月 日 時 分	日本暦 年 月 日	波 源(震 源)			マグニチュード			備 考
			λ (E)	ϕ (N)	深さ (km)	M	M_0	m	
034	1781 4 11	安永10 <天明1>	3 18	130.7°	31.6°			2	
035	1782 8 23 2~4	天明 2	7 15	139.2°	35.1°	7.2		1	
036	1792 5 21 18	寛政 4	4 1	130.3°	32.8°	6.4		3	島原大変肥後迷惑
037	1792 6 13 15~17	寛政 4	4 24	140.0°	43½°	7.1		2	
038	1793 2 8 14	寛政 4	12 28	139.95°	40.85°	6.9~7.1		1	
039	1793 2 17 12~13	寛政 5	1 7	144.5°	38.5°	8.0~8.4		2	
(一)	1802 12 9 13~15	享和 2	11 15	133.35°	37.8°	6.5~7.0		)	
040	1804 7 10 22	文化 1	6 4	139.9°	39.1°	7.3		1	象海地震
(一)	1810 9 25 15	文化 7	8 27	139.9°	39.9°	6.6		)	
041	1838 12 7 15	天保 4	10 26	139.25°	38.9°	7.8		2	
042	1825 7 20 13~15	天保 6	6 25	142.0°	38.0°	7.4		1~2	
043	1843 4 25 6~8	天保14	3 26	146.0°	42.0°	7.5		2	
044	1854 12 23 9	嘉永 7 <安政1>	11 4	137.8°	34.0°	8.4		3	安政東海津波地震
045	1854 12 24 16	嘉永 7 <安政1>	11 5	135.0°	33.0°	8.4		3	安政南海津波地震
046	1855 11 7 18	安政 2	9 28	137.8°	34.5°	7.0~7.5		1	
047	1855 12 3	安政 2	10 24	134½°	32½°	7		0	
048	1856 8 23 13	安政 3	7 23	143.0°	40.5°	7.8~8.0		2	
049	1861 10 21 4	文久 1	9 18	142.0°	38.2°	7.4		1	
050	1872 3 14 16 40	明治 5	2 6	132.1°	35.15°	7.1±0.2		0	浜田地震
051	1892 12 9 10 42	明治25		136.7°	37.1°	6.6		0	
052	1893 6 4 2 27	明治26		148°	43½°	7クラス		1	
053	1894 3 22 19 23	明治27		146°	42½°	7.9	(8.2)	2	
054	1896 1 9 22 17	明治29		141°	36½°	6.6	(7.2)	2	
055	1896 6 15 19 32	明治29		144°	39.5°	6.8	(8.3)	4	$M_s=7.2$ 明治三陸津波
056	1897 2 20 5 50	明治30		141.9°	38.1°	7.4		0	
057	1897 8 5 9 10	明治30		143.3°	38.8°	7.7	(8.0)	1~2	
058	1898 4 23 8 37	明治31		142.0°	38.6°	7.2	(6.8)	-1	
059	1899 11 25 3 43	明治32		132.0°	31.9°	7.1	(7.0)	-1	
060	1901 6 24 16 24	明治34		130°	28°	7.5	(7.7)	0	
061	1901 8 9 13 23	明治34		142.5°	40.5°	7.2	(7.9)	0	
062	1901 8 10 3 34	明治34		142.3°	40.6°	7.4	(7.8)	0	
063	1911 6 15 23 26	明治44		130.0°	28.0°	8.0		1	
064	1914 1 12 18 28	大正 3		130.6°	31.6°	7.1		1	
065	1915 11 1 18 24	大正 4		142.9°	38.3°	7.5		0	
066	1923 6 2 2 24	大正12		142.0°	35.9°	7.3	(7.5)	-1	
067	1923 9 1 11 58	大正12		139.5°	35.1°	7.9	7.9	2	関東(大)地震
068	1923 9 2 11 46	大正12		140.2°	34.9°	7.3		-1	
069	1927 3 7 18 27	昭和 2		135°09'	35°32'	7.3		-1	北丹後地震
070	1927 8 6 6 12	"		142°07'	37°56'	10 6.7	(6.7)	-1	
071	1927 8 19 4 28	"		142.0°	34.0°	0 6.9	(7.5)	-1	
072	1928 5 27 18 50	昭和 3		143°15'	39°57'	40 7.0	7.1	-1	
073	1931 3 9 12 49	昭和 6		142.5°	41.2°	0 7.6	7.2	-1	
074	1931 11 2 19 03	"		132°38'	32°15'	40 7.1	(6.9)	-1	
075	1933 3 3 2 31	昭和 8		144°31'	39°14'	10 8.1	8.2	3	昭和三陸津波
076	1933 6 19 6 37	"		142°30'	38°05'	0 7.1	6.9	-1	
077	1935 7 19 9 50	昭和10		141°23'	36°38'	0 6.9	(6.7)	-1	
078	1935 10 13 1 45	"		144°42'	39°58'	0 6.9	7.3	-1	
079	1935 10 18 9 12	"		144°21'	40°45'	10 7.1	(7.3)	-1	

表 2.1-1(3) 日本およびその周辺で発生した津波：渡辺(1998)

番号	発生西暦	日本暦	波源(震源)			マグニチュード			備考
	年 月 日 時 分	年 月 日	λ (E)	ϕ (N)	深さ (km)	M	M ₀	m	
080	1936 11 3 5 46	昭和11	142°08'	38°09'	40	7.5	7.1	0	福島県東方沖地震
081	1938 5 23 16 18	昭和13	141°35'	36°39'	0	7.0	7.3	0	
082	1938 5 29 1 42	"	144°27'	43°33'	0	6.1		0	
083	1938 6 10 18 53	"	125°12'	25°18'	40	6.7		1	
084	1938 11 5 17 43	"	142°11'	37°20'	30	7.5	7.5	0	
085	1938 11 5 19 50	"	141°39'	37°17'	30	7.3	7.6	0	
086	1938 11 6 17 54	"	141°55'	37°28'	0	7.4	7.3	0	
087	1938 11 7 6 39	"	141°33'	36°58'	20	6.9	7.2	0	
088	1938 11 14 7 31	"	141.5°	37.0°	60	7.0	7.0	-1	
089	1938 11 22 10 14	"	142°05'	36°44'	10	6.9	6.8	-1	
090	1938 11 30 11 30	"	142°09'	37°02'	20	6.9	7.1	-1	男鹿地震 神威嶺津波 日向灘地震
091	1939 3 20 12 22	昭和14	131°58'	32°17'	20	6.5	(6.8)	-1	
092	1939 5 1 14 58	"	139°31'	40°08'	0	6.8	(6.8)	-1	
093	1940 8 2 0 8	昭和15	139°28'	44°15'	10	7.5	7.6	2	
094	1941 11 19 1 46	昭和16	132°05'	32°01'	0	7.2	7.3	1	
095	1943 6 13 14 12	昭和18	143°21'	41°15'	20	7.1	(7.5)	-1	
096	1944 12 7 13 35	昭和19	136°37'	33°48'	30	7.9	8.0	3	
097	1945 1 13 3 38	昭和20	137°04'	34°41'	0	6.8		0	
098	1945 2 10 13 58	"	142°04'	41°00'	20	7.1	(7.0)	-1	
099	1946 12 21 4 19	昭和21	135°37'	33°02'	20	8.0	8.1	3	南海地震津波
100	1947 11 4 9 9	昭和22	141°01'	43°49'	0	6.7		1	
101	1948 4 18 1 11	昭和23	135°37'	33°17'	0	7.0		0	
102	1952 3 4 10 23	昭和27	144°08'	41°48'	0	8.2	8.0	2	
103	1952 3 10 2 4	"	143°43'	41°42'	20	6.8	(7.5)	-1	
104	1952 9 16 11 50	"	140.0°	31.9°	0			-1	
105	1952 9 23 13 20	"	140.0°	31.9°	0			-1	
106	1952 9 24 12 23	"	140.0°	31.9°	0			-1	
107	1952 9 26 13 33	"	140.0°	31.9°	0			-1	
108	1953 3 11~15	昭和28	140.0°	31.9°	0			-1	
109	1953 11 26 2 48	"	141°43'	33°58'	60	7.4	7.8	1	房総沖地震
110	1956 3 6 8 29	昭和31	141°05'	44°18'	10	6.3	(6.9)	-1	
111	1958 11 7 7 58	昭和33	148.5°	44.3°	80	8.1	8.2	2	
112	1959 1 22 14 10	昭和34	142°14'	37°31'	40	6.8	7.0	-1	
113	1959 10 26 16 35	"	143°15'	37°28'	10	6.8	6.6	-1	
114	1960 3 21 2 7	昭和35	143°26'	39°50'	0	7.2	7.5	0	
115	1960 3 23 9 23	"	143°43'	39°25'	0	6.7	7.2	-1	
116	1960 7 30 2 31	"	142°31'	40°18'	50	6.7	(6.8)	-1	
117	1961 1 16 16 20	昭和36	142°16'	36°02'	40	6.8	(7.2)	-1	
118	1961 1 16 20 19	"	141°55'	36°01'	20	6.4	(7.3)	-1	
119	1961 1 16 21 12	"	141°59'	36°13'	20	6.5	(6.8)	-1	エトロフ島沖地震津波
120	1961 2 13 6 54	"	147°53'	43°13'	80	6.6	(7.0)	-1	
121	1961 2 27 3 10	"	132°51'	31°36'	40	7.0	7.2	0	
122	1961 7 18 23 4	"	131°46'	29°37'	60	6.6	7.1	-1	
123	1961 8 12 0 51	"	145°34'	42°51'	80	7.2	6.8	-1	
124	1961 11 15 16 17	"	145°34'	42°39'	60	6.9	6.9	-1	
125	1962 4 12 9 53	昭和37	142°49'	37°58'	40	6.8	7.2	0	
126	1962 4 23 14 58	"	143°55'	42°14'	60	7.0	6.7	-1	
127	1963 10 12 20 27	昭和38	149.18°	44.70°	0	6.3	(6.6)	-1	
128	1963 10 13 14 17	"	149.56°	44.89°	0	8.1	8.3	2	
129	1963 10 20 9 53	"	150.32°	44.87°	26	7.2	(8.2)	2	
130	1964 5 7 16 58	昭和39	139°00'	40°20'	0	6.9	7.1	-1	

表 2.1-1(4) 日本およびその周辺で発生した津波：渡辺(1998)

番号	発生西暦	日本暦	波源(震源)			マグニチュード			備考
	年 月 日 時 分	年 月 日	λ (E)	ϕ (N)	深さ (km)	M	M_0	m	
131	1964 6 16 13 1	昭和39	139°11'	38°21'	40	7.7	7.7	2	新潟地震
132	1964 12 11 0 11	"	138°56'	40°23'	40	6.3	(6.5)	-1	
133	1965 6 11 12 34	昭和40	143°48'	43°39'	0	6.4	6.9	-1	
134	1966 3 13 10 31	昭和41	122.67°	24.24°	42	7.8		0?	1968年日向港地震 1968年十勝沖地震
135	1968 1 29 19 19	昭和43	147°00'	43°11'	30	6.9	7.2	-1	
136	1968 4 1 9 42	"	132°32'	32°17'	30	7.5	7.6	1	
137	1968 5 16 9 49	"	143°35'	40°44'	0	7.9	8.1	2	
138	1968 5 16 19 39	"	142°51'	41°25'	40	7.5	7.7	0	
139	1968 6 12 22 42	"	143°08'	39°25'	0	7.2	7.4	0	
140	1969 4 21 16 19	昭和44	132°07'	32°09'	10	6.5	6.9	-1	
141	1969 8 12 6 28	"	147°37'	42°42'	30	7.8	8.1	1	
142	1970 7 26 7 41	昭和45	132°02'	33°04'	10	6.7	7.2	-1	
143	1971 8 2 16 25	昭和46	143°42'	41°14'	60	7.0	7.1	-1	
144	1971 9 6 3 35	"	141°23'	46°40'	0	6.9	7.5	0	1972年12月4日八丈島東方沖地震 1973年根室半島沖地震 1974年伊豆半島沖地震
145	1972 1 25 11 6	昭和47	122.3°	22.5°	33	7.5		-1	
146	1972 2 29 18 23	"	141°16'	33°11'	70	7.1	7.5	-1	
147	1972 12 4 19 16	"	141°05'	33°12'	50	7.2	7.5	-1	
148	1973 6 17 12 55	昭和48	145°57'	42°58'	40	7.4	7.9	1	
149	1973 6 24 11 43	"	146°45'	42°57'	30	7.1	7.5	0	
150	1974 5 9 8 33	昭和49	138°48'	34°34'	10	6.9	6.4	-1	
151	1974 9 27 14 47	"	146°40'	42°45'	30	6.6	(7.3)	-1	
152	1975 6 10 22 47	昭和50	148°13'	42°46'	0	7.0	7.9	1	
153	1976 1 21 19 5	昭和51	149°11'	43°44'	0	6.5	(7.2)	-1	1978年伊豆大島近海地震 1978年宮城県沖地震
154	1978 1 14 12 24	昭和53	139°15'	34°46'	0	7.0	6.6	-1	
155	1978 3 23 9 31	"	149°44'	44°25'	40	6.7	(7.1)	-1	
156	1978 3 23 12 15	"	149°25'	44°48'	60	7.0	7.6	-1	
157	1978 3 25 4 47	"	149°49'	44°20'	40	7.3	7.6	-1	
158	1978 6 12 17 14	"	142°10'	38°09'	40	7.4	7.4	0	
159	1978 7 30 23 42	"	121°51'	22°28'	17	7.4	(7.1)	-1	
160	1979 2 20 15 32	昭和54	143°53'	40°13'	0	6.5	7.1	-1	
161	1980 2 23 14 51	昭和55	146°33'	43°27'	30	6.8	7.5	-1	
162	1980 6 29 16 20	"	139°14'	34°55'	10	6.5	6.3	-1	昭和57(1982)年浦河沖地震 昭和58(1983)年日本海中部地震 Ms=7.8
163	1981 1 19 3 17	昭和56	142°59'	38°36'	0	7.0	7.2	-1	
164	1982 3 21 11 32	昭和57	142°36'	42°04'	40	7.1	7.3	0	
165	1982 7 23 23 24	"	141°57'	36°11'	30	7.0	7.0	-1	
166	1982 12 28 15 37	"	139°27'	33°52'	20	6.4	(7.2)	-1	
167	1983 5 26 11 59	昭和58	139°05'	40°21'	14	7.7	7.8	3	
168	1983 6 21 15 26	"	139°00'	41°15'	6	7.1	7.1	0	
169	1984 3 24 18 43	昭和59	148°54'	44°23'	40	6.8	(7.2)	-1	
170	1984 6 13 11 29	"	139°47'	31°21'	0	5.9	7.3	0	
171	1984 8 7 4 6	"	132°09'	32°23'	33	7.1	6.9	-1	
172	1984 9 19 2 2	"	141°33'	34°03'	13	6.6	7.3	-1	Ms=7.8
173	1986 11 15 6 20	昭和61	121°49'	23°58'	33	7.7		1	
174	1989 10 29 14 25	平成 1	143°45'	39°31'	0	6.5	7.0	-1	
175	1989 11 2 3 25	"	143°03'	39°51'	0	7.1	7.6	0	
176	1990 2 20 15 53	平成 2	139°14'	34°42'	6	6.5	6.7	-1	
177	1990 9 24 6 13	"	138°38'	33°08'	60	6.6	6.9	-1	
178	1991 12 22 17 43	平成 3	152°14'	45°27'	10	6.8	7.6	0	
179	1992 7 18 17 36	平成 4	143°39'	39°23'	0	6.9	7.3	0	

表 2.1-1(5) 日本およびその周辺で発生した津波：渡辺(1998)

番号	発生西暦	日本暦	波源(震源)			マグニチュード			備考
	年月日時分	年月日	λ (E)	ϕ (N)	深さ (km)	M	M_0	m	
180	1992 8 12 0 14	平成 4	142°08'	32°35'	50	6.2	(7.2)	-1	平成 5 (1993) 年北海道南西 沖地震
181	1993 2 7 22 27	平成 5	137°18'	37°39'	25	6.6	7.0	0	
182	1993 7 12 22 17	"	139°11'	42°47'	35	7.8	7.8	3	
183	1993 8 8 4 42	"	139°53'	41°57'	24	6.3	(6.6)	-1	
184	1994 4 8 10 10	平成 6	143°58'	40°34'	9	6.6	6.8	-1	平成 6 (1994) 年北海道東方 沖地震
185	1994 5 24 18 0	"	122°58'	23°58'	37	6.6		-1	
186	1994 10 4 22 22	"	147°43'	43°22'	23	8.1	8.2	2	
187	1994 12 28 21 19	"	143°43'	40°27'	0	7.5	7.8	0	
188	1995 1 17 5 46	平成 7	135°02'	34°36'	16	7.2		-1	平成 6 年(1994)年三陸はる か沖地震
189	1995 10 18 19 37	"	130°23'	28°02'	38	6.7	7.5	1	平成 7 (1995) 年兵庫県南部 地震
190	1995 10 19 11 41	"	130°17'	28°03'	34	6.6	7.4	0	
191	1995 12 4 3 01	"	150°08'	44°33'	57	7.2	7.7	0	
192	1996 9 5 3 15	平成 8	139°56'	31°25'	13	6.2	7.5	-1	
193	1996 10 18 19 44	"	131°16'	36°32'	40	6.2	(7.0)	-1	
194	1996 10 19 23 44	"	132°00'	31°48'	39	6.6	(7.3)	-1	
195	1996 12 3 7 17	"	131°41'	31°45'	43	6.6		-1	

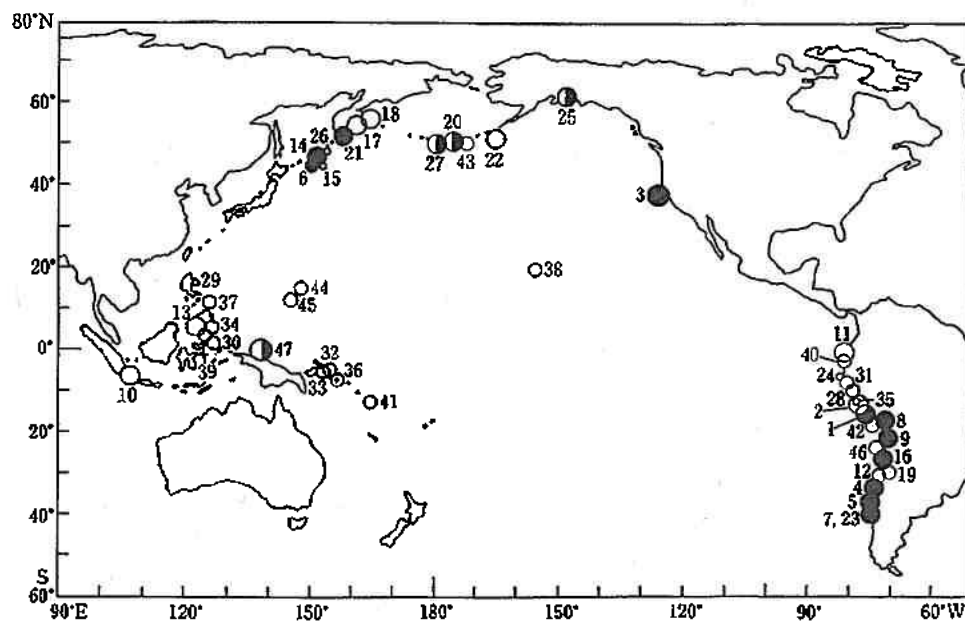


図 2.1-3 外国の沿岸で発生した津波のうち、日本およびその周辺の沿岸に影響を与えた津波
 丸の大きさと数字は図 2.1-1 の説明と同じ。また、●は津波の被害、○は被害がなかったもの。

図 2.1-3 外国の沿岸で発生した津波のうち、日本及びその周辺の沿岸に影響を与えた津波

表 2.1-2 外国の沿岸で発生した津波のうち、日本およびその周辺の沿岸に影響を与えた津波

表 II.2 外国の沿岸で発生した津波のうち、日本およびその周辺の沿岸に影響を与えた津波

番号	発生時間						波源(震源)			マグニチュード			備 考
	西暦年	日本暦	月	日	時	分	経 度	緯 度	深 さ (km)	M	M _s	m	
01	1596	天正14	7	10	0	30	77.7°W	12.3°S	60	7.7		4	(ペルー)
02	1687	貞享4	10	20	11	30	75.9°W	15.2°S	28	7.6		3	(ペルー)
03	1700	元禄12	1	26	21	(L)				9クラス	9?	3~4	(北米) M _w =8.9
04	1730	享保15	7	8	10	0	71.6°W	33.1°S		8.7		4	(チリ)
05	1751	宝暦1	5	25	5	30	71.6°W	36.8°S		8.5		3	(チリ)
06	1780	安永9	6	29			151.0°E	46.0°N	40	7.5		3	(千島列島)
07	1837	天保8	11	7	11	30	73.2°W	39.8°S		8.0	9 1/4	3	(チリ)
08	1868	慶応4	8	13	20	45	70.4°W	18.5°S		8.5	9.0	4	アリカ地震 (チリ)
09	1877	明治10	5	10	2	18	70.2°W	19.6°S		8.3	9.0	4	イキケ地震 (チリ)
10	1883	明治16	8	27	2	59	106.3°E	5.8°S				4	クラカトア火山爆発 (インドネシア)
11	1906	明治39	1	31	15	36	81.5°W	1.0°N	25	8.6	8.7	2	(コロンビア・エクアドル)
12	1906	明治39	8	17	0	40	72°W	33°S	25	8.4	8.4	2	バルパライソ地震 (チリ)
13	1918	大正7	8	15	12	13	123°E	5.5°N	浅	8.5	8.2±	3	(フィリピン)
14	1918	大正7	9	7	17	16	151.5°E	45.5°N	40	8.2	8.5	3	(千島列島)
15	1918	大正7	11	8	4	38	151.4°E	44.9°N	40	7.9		0	(千島列島)
16	1922	大正11	11	11	4	33	70°W	28.5°S	25	8.3	8.7	3	アタカマ地震 (チリ)
17	1923	大正12	2	3	16	1	161°E	53°N	40	8.3	8.8	3	(カムチャツカ半島)
18	1923	大正12	4	13	15	30	162.8°E	55.4°N	20	7.3	8.2	3	(カムチャツカ半島)
19	1943	昭和18	4	6	16	7	72.0°W	30.8°S		7.9	8.2	1	(チリ)
20	1946	昭和21	4	1	12	29	162.5°W	52.8°N		7.4	9.3	4	アリューシャン津波
21	1952	昭和27	11	4	16	58	161.0°E	52.3°N	40	8.5	9.0	3	カムチャツカ津波
22	1957	昭和32	3	9	14	22	175.8°W	51.3°W		8.3	9.0	3	(アリューシャン列島)
23	1960	昭和35	5	22	19	11	74.5°W	39.5°S		8.5	9.4	4	チリ地震津波
24	1960	昭和35	11	20	22	1	81.0°W	6.8°S	0	6.8	7 3/4	2	(ペルー)
25	1964	昭和39	3	28	3	36	147.5°W	61.1°N	23	9.2	9.1	4	アラスカ地震津波 M _s =8.4
26	1964	昭和39	7	24	8	14	153.8°E	47.1°N	40	7.2	7.2	-1	(千島列島)
27	1965	昭和40	2	4	5	1	178.6°E	51.3°N	40	8.7	8.6	3	(アリューシャン列島) M _s =8.2
28	1966	昭和41	10	17	21	41	78.6°W	10.7°S	38	7.6	8.2	2	(ペルー)
29	1968	昭和43	8	1	20	19	122.2°E	16.5°N	37	7.3	8.1±	1	(フィリピン)
30	1968	昭和43	8	10	2	7	126.2°E	1.4°N	33	7.6	8±	2	(インドネシア)
31	1970	昭和45	5	31	20	23	78.9°W	9.4°S	64	7.8		1	(ペルー)
32	1971	昭和46	7	14	6	11	153.8°E	5.4°S	47	7.9	8±	1	(ソロモン諸島)
33	1971	昭和46	7	26	1	23	153.1°E	4.9°S	48	7.9	8.1±	2	(ソロモン諸島)
34	1972	昭和47	12	2	0	19	126.6°E	6.5°N	33	7.8		2	(フィリピン)
35	1974	昭和49	10	3	14	21	77.7°W	12.4°S	27	7.6	8.1	1	(ペルー)
36	1975	昭和50	7	20	14	37	155.0°E	6.5°S	49	7.9		1	(ソロモン諸島)
37	1975	昭和50	10	31	8	23	125.9°E	12.5°N	50	7.6	7.4	1	(フィリピン)
38	1975	昭和50	11	29	14	48	155.0°W	19.3°N		7.2		2	(ハワイ諸島)
39	1976	昭和51	8	16	16	11	124.0°E	6.2°N		7.9		2	(フィリピン)
40	1979	昭和54	12	12	7	59	79.4°W	1.6°N	32	7.9		2	(コロンビア・エクアドル)
41	1980	昭和55	7	17	19	42	165.9°E	12.5°S		7.9		2	(南太平洋)
42	1985	昭和60	3	3	22	47	71.871°W	33.135°S	33	7.8		2	(チリ)
43	1986	昭和61	5	7	22	47	174.830°W	51.412°N		7.7		1	(アリューシャン列島)
44	1990	平成2	4	5	21	12	147.529°E	15.226°N	32	7.5		2	(グアム島沖) M→M _s , M ₁₀ =8.1
45	1993	平成5	8	8	8	23	144.801°E	12.982°N	59	8.0		2	(マリアナ海溝) M→M _s
46	1995	平成7	7	30	5	11	70.312°W	23.364°S	47	7.3		2	(チリ) M→M _s , M _w =8.1
47	1996	平成8	2	17	5	59	137.016°E	0.950°S	33	8.1		3	(インドネシア) M→M _s

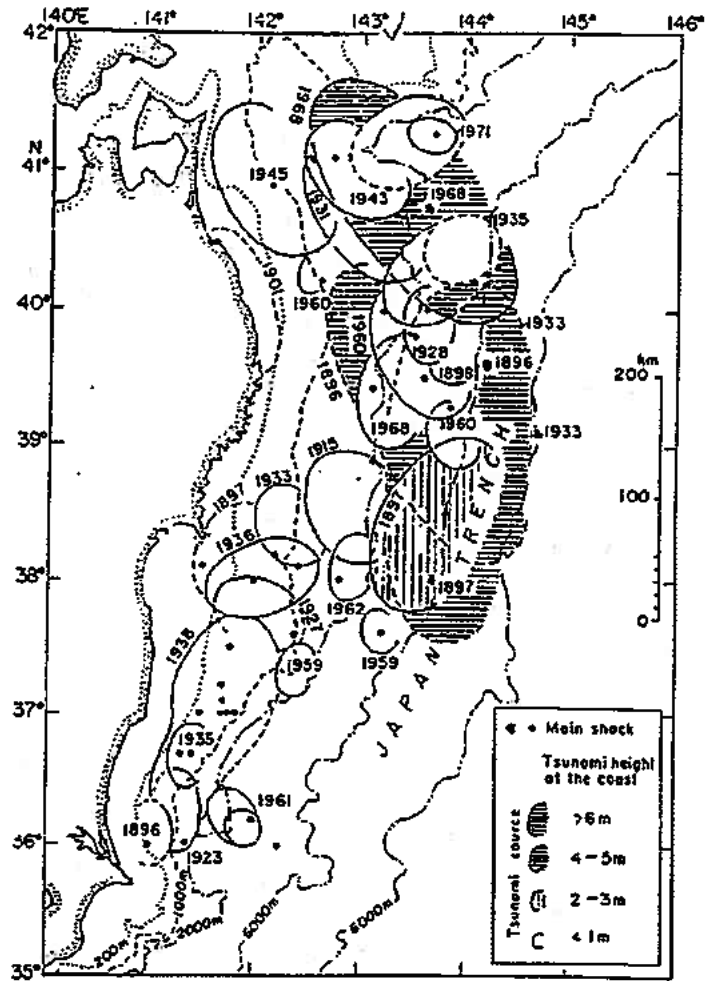


Fig. 8. Geographic distribution of the estimated source areas of tsunamis generated off northeast Japan during the last 79 years, 1896-1974, classified by the tsunami heights at the coast.

図 2.1-4 過去 79 年間(1896~1974 年)の北日本に発生した津波の波源域：羽鳥(1974)

表 2.1-3 津波波源の諸元(福島・茨城県沖): 羽鳥(1974)

Table 2. Dimension of the tsunami sources in the Fukushima and Ibaraki regions.

No.	Date (JST)	Location	Earthquake				Tsunami			Ref.
			Epicenter			M	m	L (km)	S ×10 ³ km ²	
			Lat. N	Long. E	Depth (km)					
26	1896 Jan. 9*	Ibaraki	36 °	141 °		7.8	0	?		26)
27	1923 June 2*	"	36.0	141.4	shallow	7.2	0	(70)	(2.7)	27)
28	1935 July 19*	"	36.7	141.3	0	6.5	-1	(40)	(0.9)	28)
29	1938 May 23**	"	36.7	141.4	10	7.1	0	80	3.7	29)
30	1938 Nov. 5**	Fukushima	37.1	141.7	20	7.7	1	130	7.1	30)
31	1938 Nov. 5**	"	37.2	141.7	15	7.6	1	130	7.1	31)
32	1938 Nov. 6**	"	37.5	141.8	0	7.5	0.5	100	4.7	32)
33	1938 Nov. 7**	"	37.0	141.7	0	7.1	0	120	5.6	33)
34	1938 Nov. 14**	"	37.0	141.5	60	7.0	0	60	1.9	34)
35	1938 Nov. 22**	"	37.0	141.8	10	6.7	-1	60?		35)
36	1938 Nov. 30**	"	37.0	141.8	5	7.0	-1	80	3.8	36)
37	1959 Jan. 22	"	37.6	142.4	30	6.8	-1	45	1.1	37)
38	1959 Oct. 26	"	37.6	143.2	20	6.7	-1.5	35	0.7	38)
39	1961 Jan. 16	Ibaraki	36.0	142.3	40	6.8	0	55	1.7	39)
40	1961 Jan. 16	"	36.2	142.0	20	6.5	-1	35	0.8	40)

* Newly estimated source. ** Reanalyses. () Aftershock area.

m: Imamura-Iida's tsunami magnitude. L: Length of the major axis of source area.

S: Area of a tsunami source.

Ref.: 26-27) IMAMURA and MORIYA (1939). 28) IIDA (1956). 29) IIDA (1956), 竹花・野田 (1938).

(30-33) IIDA (1956), 加藤 (1939), 大塚 (1939), 蛭坂・伊藤 (1940). 34-36) IIDA (1956).

37-38) HATORI (1969). 39-40) HATORI (1969), 酒井 (1961).

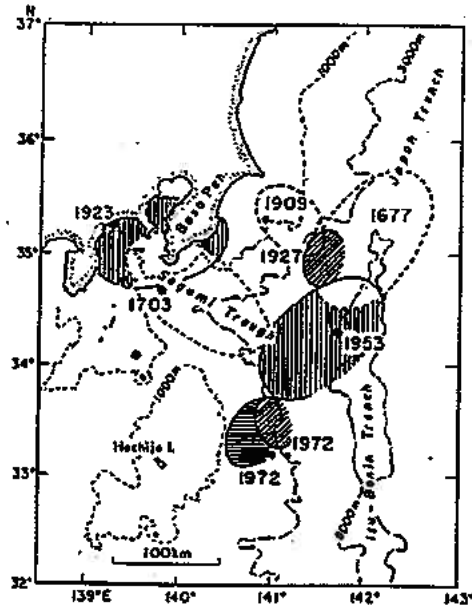


Fig. 8. Geographic distribution of the estimated source areas of tsunamis which have occurred during the last 300 years in the sea adjacent to the Boso peninsula.

図 2.1-5(1) 過去 300 年間の房総半島沖における津波の波源域：羽鳥(1975)

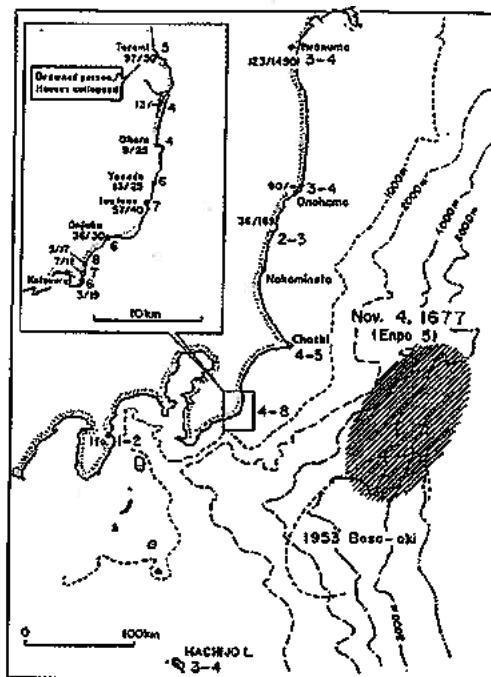


Fig. 7. Distribution of the inundation heights (unit: m) inferred from old documents and the hypothetical source area of the 1677 tsunami. Left upper figure: Estimated inundation height (unit: m), drowned person, and number of houses which collapsed.

図 2.1-5(2) 1677 の津波の波源域と痕跡高：羽鳥(1975)

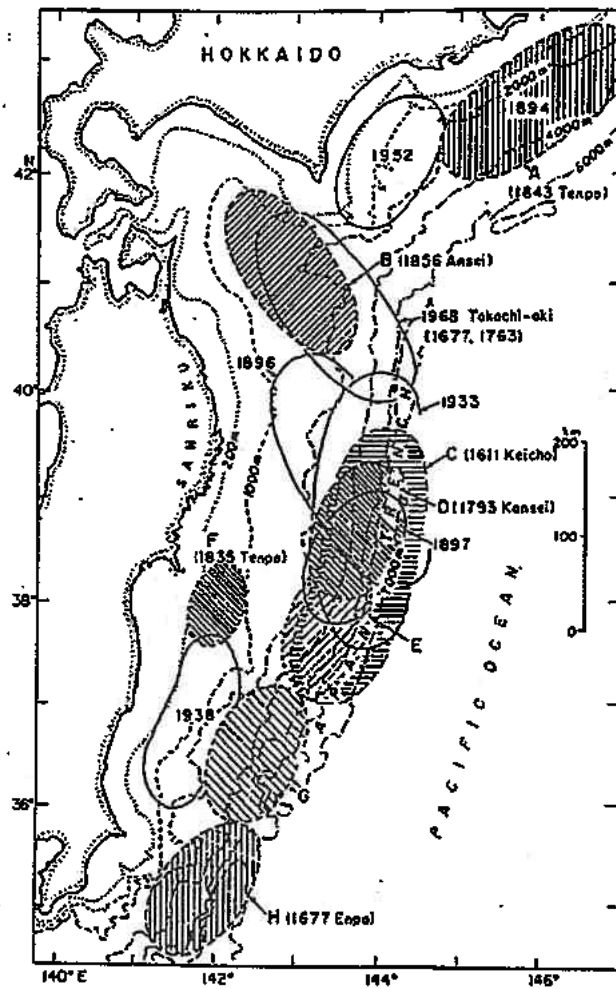


Fig. 1. Geographical distributions of the source areas of historical tsunamis inferred from old documents and the sources of recent tsunami estimated by instruments observations.

図 2.1-6(1) 歴史津波の波源域：羽鳥(1976a)

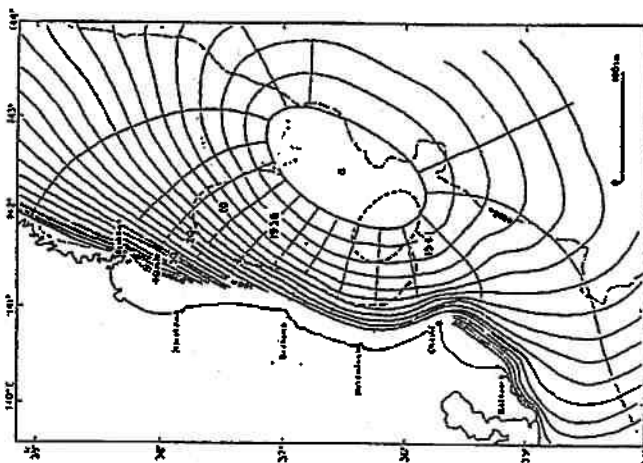


Fig. 16. Refraction diagram of the 1st hypothetical source of the 1677 Enpo tsunami. The source margin is divided into unit segments of 20 km in length.

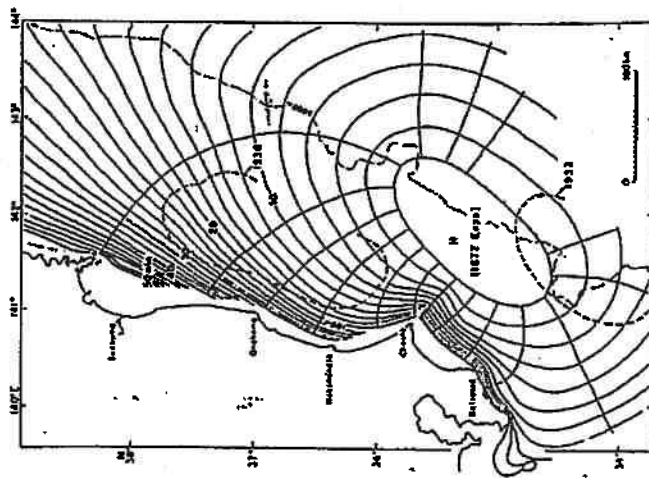


Fig. 17. Refraction diagram of the 2nd hypothetical source of the 1677 Enpo tsunami. The source margin is divided into unit segments of 21 km in length.

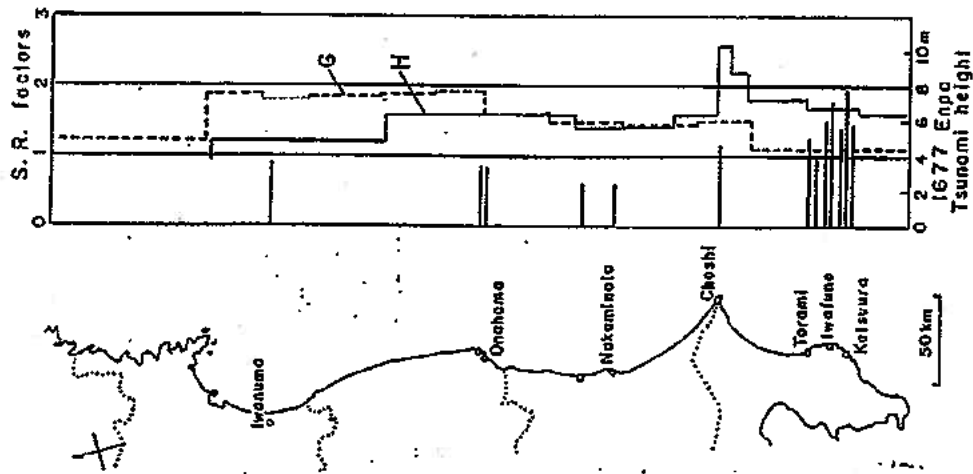


Fig. 18. Shoaling and refraction factors along the bathymetric line of 100 m, and the tsunami heights in the 1677 event.

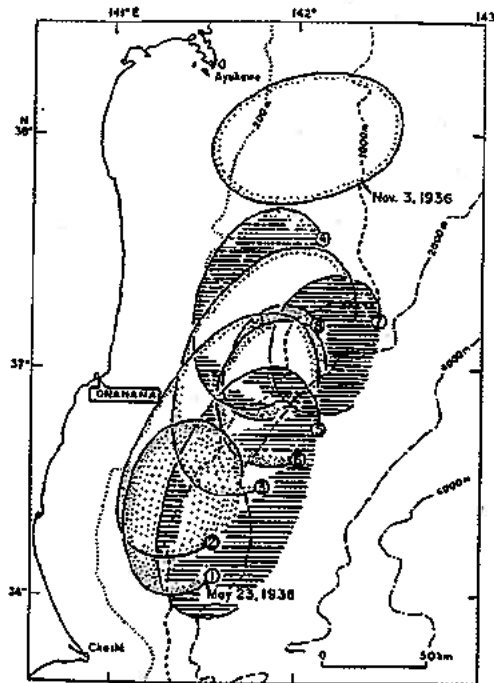


Fig. 10. Geographical distribution of the estimated source areas of the tsunamis accompanied by the Fukushima-oki earthquake swarm in 1938. The numerals correspond to the serial number in Table 1.

図 2.1-7 1938 年福島県沖群発地震の波源域：羽鳥(1976b)

表 2.1-4 1938 年福島県沖群発地震の津波の資料：羽鳥(1976b)

Table 1. Data of earthquake and tsunami for the Fukushima-oki earthquake swarm in 1938.

No.	Date	Earthquake			Tsunami			
		M (JMA)	FT	D_0 (cm)	L (km)	S (10^4 km^2)	H_0 (cm)	V_0 (10^{12} cm^3)
1	1938 May 23	7.1	R	40-60	80	3.4	37	1.3
2	1938 Nov. 5	7.7	R	40-60	130	7.1	44	3.1
3	1938 Nov. 5	7.6	R	30-40	130	7.1	52	3.7
4	1938 Nov. 6*	7.5	N	26-43	100	4.7	38	1.8
5	1938 Nov. 7*	7.1	N	19-32	120	5.6	39	2.2
6	1938 Nov. 14	6.0	—		70	2.7	23	0.6
7	1938 Nov. 22*	6.7	—		(65)	(2.3)	12	0.3
8	1938 Nov. 30	7.0	R		(60)	(2.1)		

* At Onahama, the initial motion of tsunami was observed in a downward direction. FT: Fault type; R: Reverse-fault, N: Normal-fault (ASE, 1976). D_0 : Vertical displacement predicated by the seismic fault (ASE, 1976). L : Length of source area. S : Area of tsunami source. H_0 : Average sea-level disturbance at the tsunami source. V_0 : Volume of the displaced water ($V_0 = H_0 \cdot S$).

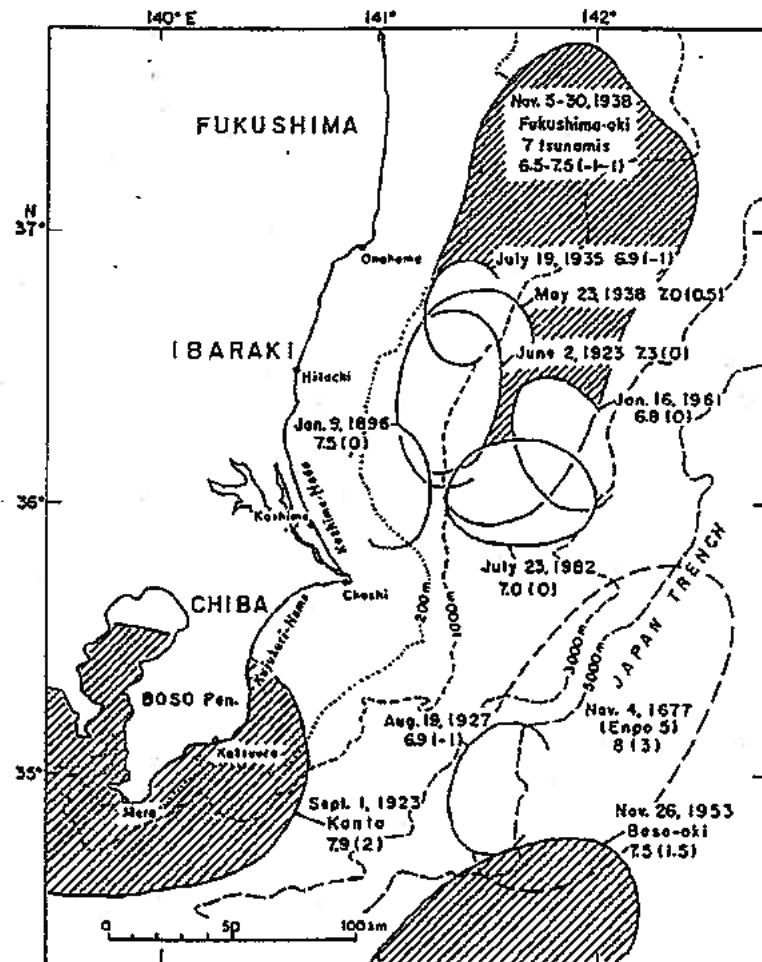


Fig. 4 Geographic distribution of the source areas of tsunamis generated off the Fukushima to Chiba coast between 1896 and 1982. Dates, earthquake magnitude, M , and tsunami magnitude on the Imamura-Iida's scale, m are indicated.

図 2.1-8 1982 年茨城県沖地震津波の波源域：羽鳥(1983)

表 2.1-5 1982 年茨城県沖地震津波の検潮記録：羽鳥(1983)

Table 1. The tsunami of 23:23(JST), July 23, 1982 as recorded by tide-gauges.
Wave originated near the epicenter ((36°15'N, 141°55'E, d=10 km, M=7.0, JMA) off Ibaraki Prefecture.

Tide station	Initial wave			Maximum wave		Authority*
	Travel time	Rise	Period	Semi-ampl.	Double ampl.	
	min	cm	min	cm	cm	
Hachinohe	?			4	8	JMA
Miyako	?			4	6	JMA
Kamaishi	?			7	12	HO
Ofunato	56	4	10	4	7	JMA
Enoshima	50	3	9			ERI
Ayukawa	54	6	8	18	36	JMA
Ishinomaki (Industrial Port)	116?	2	16	5	8	MPO
Shiogama	98?	4	10	4	8	MPO
Sendai (Industrial Port)	100?	4	24	9	18	PCB
Souma	66	6	14	10	17	GSI
Onahama	32	15	12	13	17	JMA
Hitachi	28	10	8	11	21	IPO
Ooarai	?			17	26	IPO
Kashima	32	5	10	5	10	PCB
Choshi	30	8	9	8	13	JMA
Katsuura	33	2	10	4	5	GSI
Mera	34	6	7	5	13	JMA
Izu-Oshima (Senzu)	37?	2	8			ERI
Minami-Izu	40?	3	10	5	9	HO
Kozu Is.	59	5	8	6	9	HO
Miyake Is.	58?	3	8	4	6	HO
Hachijo Is.	70?	2	7	4	6	HO

* JMA: Japan Meteorological Agency, HO: Japan Hydrographic Office, GSI: Japan Geographical Survey Institute, ERI: Earthquake Research Institute, PCB: 2nd Port Construction Bureau, IPO: Ibaraki Prefectural Office, MPO: Miyagi Prefectural Office.

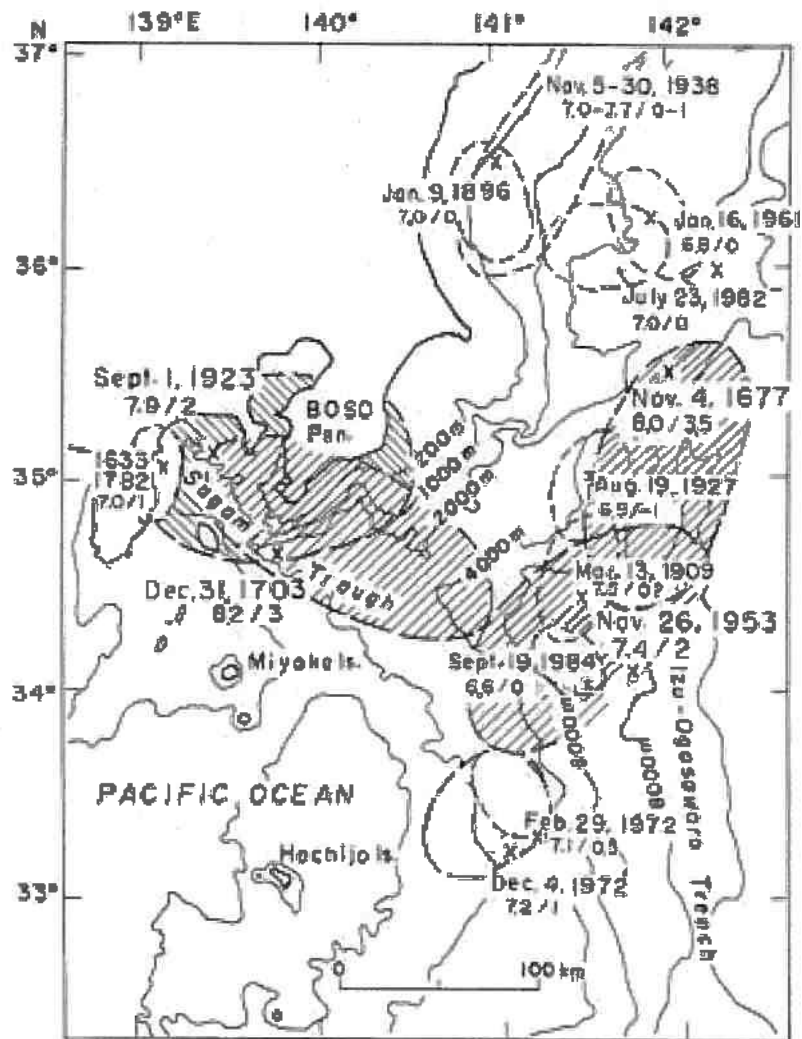


図 1. 関東, 房総沖における津波の波源域分布

Fig.1. Location of the source areas of the Kanto and Boso-Oki tsunamis. Dates, earthquake and tsunami magnitudes, M/m , are indicated.

図 2.1-9 関東, 房総沖における津波の波源域分布

表 2.1-6 1677 年延宝房総沖津波における各地の津波の高さ：羽鳥(2003)

表1 延宝5年津波(1677年11月4日)における各地の津波の高さ。

地名	津波史料	推定津波高 (m)	※ H
塩釜	218軒破損、漁船流失、竹方不明44人。	5~7	H
岩沼	流失家490余、溺死123。	4~5	H
小名浜~四倉	亥ノ刻(22時ころ)大波入り、300軒破損、溺死75 江名・意前で228軒破損、溺死44。	6	N
田河原	海上俄ニ鳴動シ散浪、舟波船皆ニ及フ	4	H
大湊	磯浜村320軒流出	5	N
銚子	十月九日夜半死静ニて五ツ時(20時ころ)地震騒動いたし時より津波より並 上野田古屋敷まで涌上る。高津村大湊まで涌上る。外川津波船多し。	4~5	N
白子・小湊	戌ノ刻(20時ころ)津波入前ニ大地震一ツゆき、この時波六丁(650m)ばかり 打入る。元来津波より4尺余高し。	4~5	N
東浦見(一面)	夜の五ツ時分少しの地震。辰巳沖より湧き出。釣村より一ノ宮まで下浦で 52軒破損、死137。 地磯前根まで上る、暫刻に供養塔達つ。	6~7	H
小湊(大湊)	潰浪家25、死3	4	N
磐船	潰浪家40、死37	7	N
御宿	夜亥ノ刻(22時ころ)津波入。潰浪家110、死53	6	N
新宮(野瀬)	潰浪家47、死9	8	N
磯崎	別条なく、毎日地震17~20度		
八丈島	各々里(大賀郡、八戸、やと、八重根津港奥)平ばまで湧上る。3ヶ村で漁船流失5。	8~10	H
知多半島 ・師崎・内海	少々の地震、高潮16~18度。内海で漁船24~25破損	1~2	N

※ H：津波マゲニチュード (mm3.5) からの観測偏差。計：陸高丈。N：平均的な波高

表 2.1-7(1) 1677 年延宝房総沖地震津波の浸水高の推定結果：竹内ら(2007)

表 2 浸水高の推定結果(福島県～茨城県)
Table2 Presumed tsunami run-up height (Fukushima and Ibaraki)

市町村	場所	被害記事(史料番号)	被害 軒数	推定 棟数	建物被害	推定される 浸水深	集落(地点) の標高	推定 浸水高
福島県いわき市	豊間	・江名・豊間両浦で218軒流失、44人溺死(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)	218	170	50%以上	2m以上	3.5-5.0m	5.5-7.0m 以上
福島県いわき市	江名	・江名・豊間両浦で218軒流失、44人溺死(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)		210	50%以上	2m以上	2.0-4.0m	4.0-6.0m 以上
福島県いわき市	四倉	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江田にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)	330	430	20-50%	1.5-2.0m	2.5-4.0m	4.0-6.0m
福島県いわき市	薄磯	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江田にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)		130	20-50%	1.5-2.0m	3.0-4.0m	4.5-6.0m
福島県いわき市	中ノ作	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江田にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②)		60	20-50%	1.5-2.0m	2.0-4.0m	3.5-6.0m
福島県いわき市	永崎	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江田にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②) ・小名浜、神白、永崎にて80人余押し流され(③)		70	20-50%	1.5-2.0m	3.0-4.5m	4.5-6.5m
福島県いわき市	小名浜	・小名浜・長崎・中作・薄磯・四倉・江田にて流失330軒、溺死75人(①) ・下川～四倉 流死84人、潰家487軒(②) ・小名浜、神白、永崎にて80人余押し流され(③)		170	20-50%	1.5-2.0m	2.5-4.0m	4.0-6.0m
茨城県ひたちなか市	那珂港	・那珂港の別館(漫御殿)の前まで津波が及ぶ(④)			浸水のみ	0.5m以下	4.0-5.0m	4.5-5.5m
茨城県大洗町	磯浜村	・320軒流失(⑤)	320	640	50%	2m以上	3.0-4.0m	5.0-6.0m 以上

※平凡社(1982)の「茨城県の地名」によれば、津村(現ひたちなか市)にて「流失民家30軒、溺死男女30人の被害を出した(『水戸歴史』)」とある。同書によれば、家屋数は1,024戸(時期不明)なので、被害率は20%未満となり、浸水深は1-1.5mと推定される。海岸付近の集落の地盤高を4m程度とすれば、浸水深5-6.5m程度となり、表2とは矛盾しない。

表 2.1-7(2) 1677 年延宝房総沖地震津波の浸水高の推定結果：竹内ら(2007)

表 3 浸水高の推定結果(千葉県)
Table3 Presumed tsunami run-up height (Chiba)

市町村	場所	被害記事(史料番号)	被害 軒数	推定 棟数	建物被害	推定される 浸水深	集落(地点) の標高	推定 浸水高
千葉県銚子市	笠上新田	・男女2人浪にとられ死(⑥)						
千葉県銚子市	外川浦	・漁舟被害(⑥)			浸水のみ	0.5m以下	2.0-3.0m	2.5-3.5m
千葉県一宮町	東浪見村	・潰家52軒、死者137人(⑦)	52	340	20%以下	1.0-1.5m	5.0-6.0m	6.0-7.5m
千葉県岬町	御領和泉村	・被害家数不明、死者13人(⑧)		170	20%以下	1.0-1.5m	2.0-3.0m	3.0-4.5m
千葉県大原町	小浜浦	・25.6軒流失、死者9人(⑧)	26	440	20%以下	1.0-1.5m	4.0-5.0m	5.5-7.0m
千葉県大原町	矢指戸村	・24.5軒流失、死者13人(⑧)	25	300	20%以下	1.0-1.5m	5.0-6.0m	6.5-8.0m
千葉県大原町	岩船浦	・40軒流失、死者57人(⑧)	40	200	20-50%	1.5-2.0m		
千葉県御宿町	御宿浦	・170軒流失、死者53人(⑧)	170	90	50%以上	2m以上	3.0-5.0m	5.0-7.0m 以上
千葉県勝浦市	郡原村(郡原村?)	・56軒流失、死者2人(子供)(⑧)	56	100	50%以上	2m以上		
千葉県勝浦市	沢倉村	・11軒流失(⑧)	11	40	20-50%	1.5-2.0m	4.0-5.0m	5.5-7.0m
千葉県勝浦市	川津村	・19軒流失(⑧)	19	140	20%以下	1.0-1.5m	4.0-5.0m	5.0-6.5m

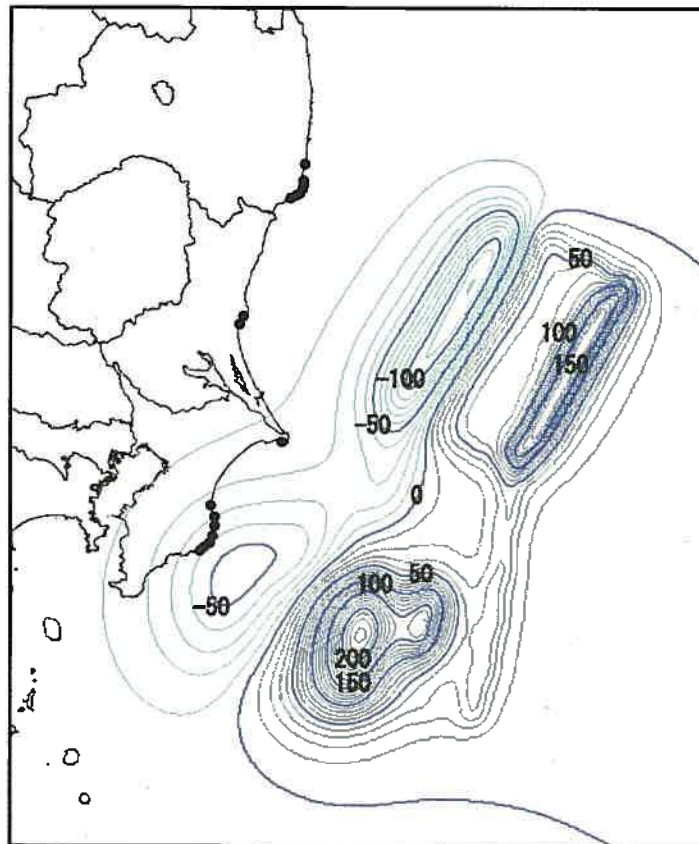


図2 延宝房総沖地震の断層モデルに基づく地盤変動量分布(単位:cm)
(海岸の●印は図3に示した津波浸水高と計算遡上高の比較地点)
Fig.2 Displacements due to fault model of Empo Boso-oki Earthquake (unit: cm)

表 2.1-10 1677 年延宝房総沖地震の断層モデルに基づく地盤変動量分布：竹内ら(2007)

表 2.1-8 計算結果の比較(K- κ)：竹内ら(2007)

ケース	すべり量 ×1.0	すべり量 ×1.2	すべり量 ×1.5
K値	1.158	1.006	0.852
κ 値	1.270	1.221	1.245

データ数:17

再現性良好の目安: $0.8 \leq K \leq 1.2$
 $\kappa \leq 1.6$

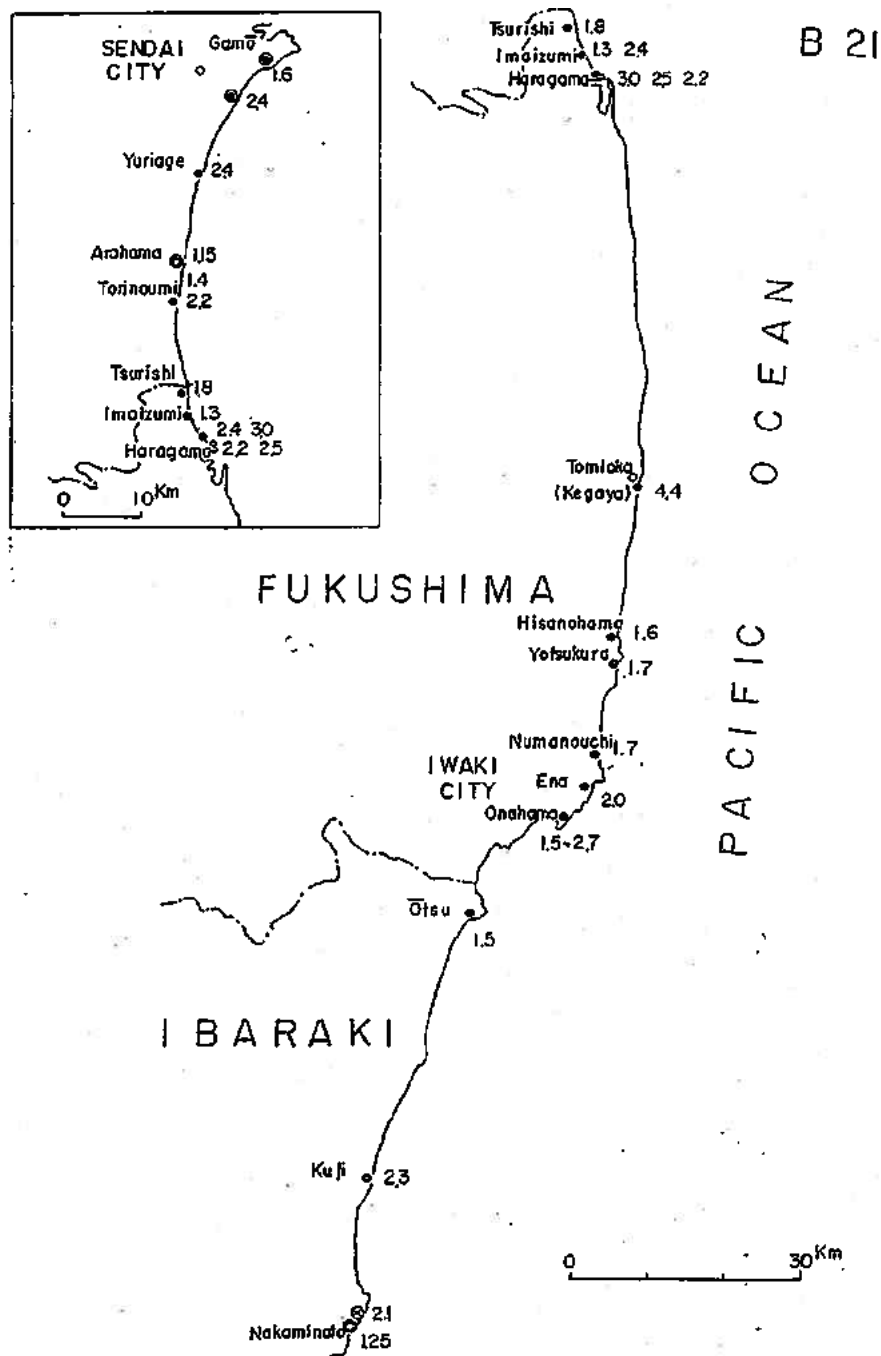


図 2.1-11(1) 1960 年チリ沖地震津波の各地の津波高さ：チリ津波合同調査班(1961)

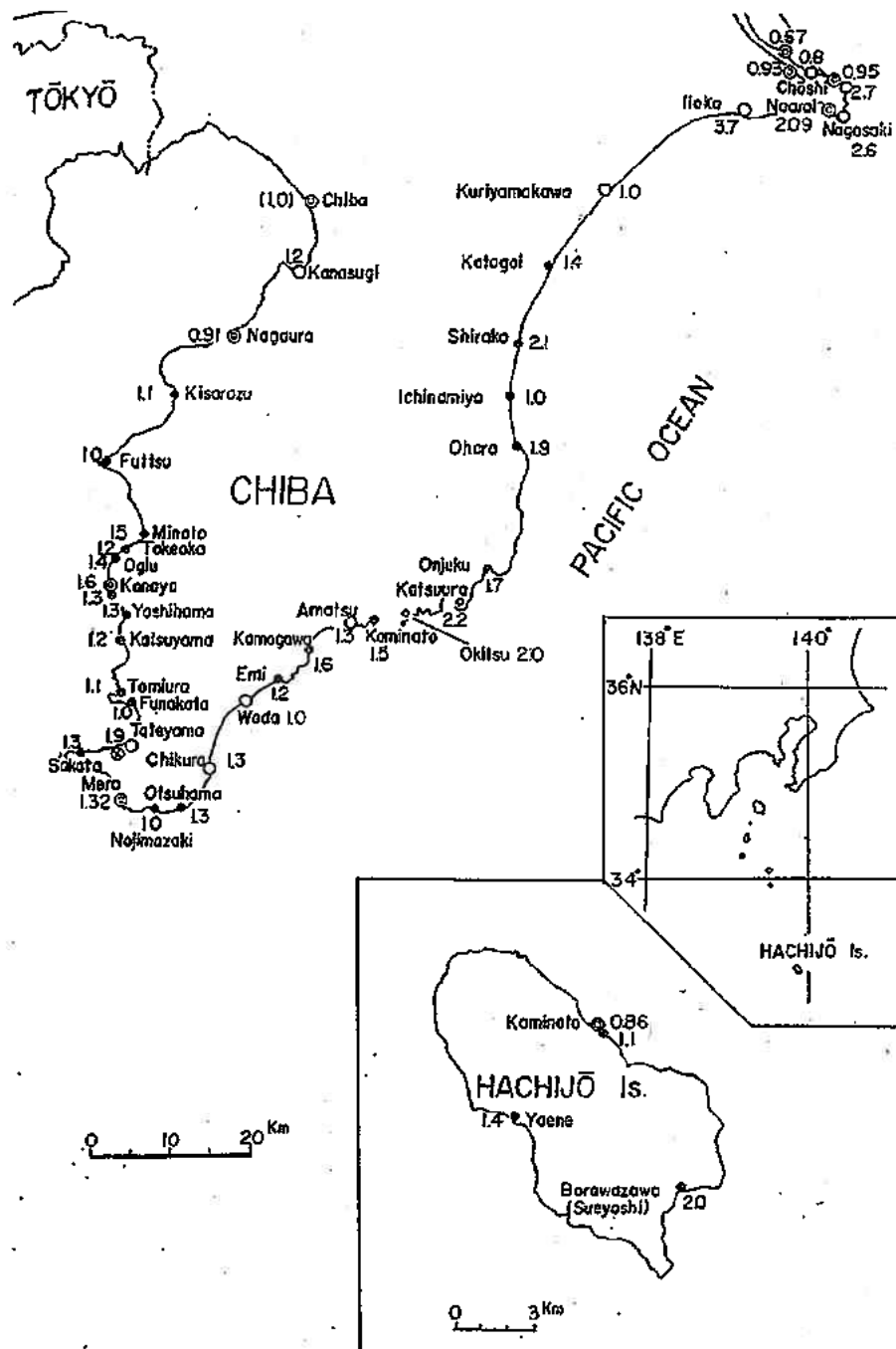


図 2.1-11(2) 1960 年チリ沖地震津波の各地の津波高さ：チリ津波合同調査班(1961)



図 2.1-12(1) 津波数値計算(遠地計算)：大森ら(2002)

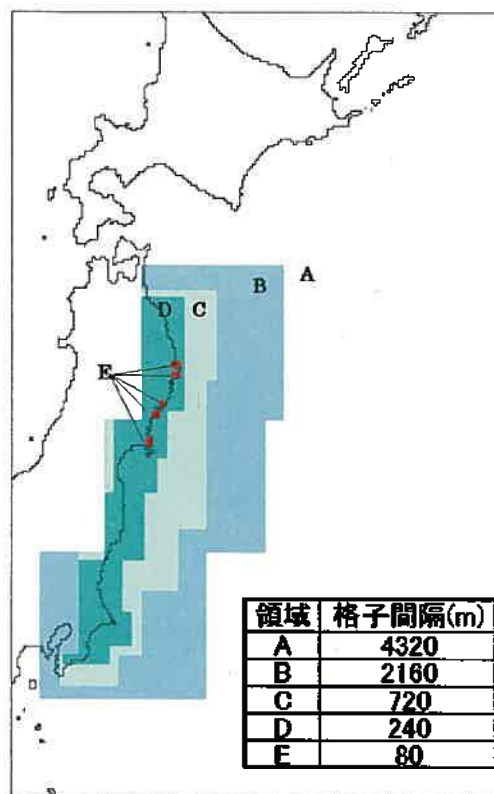


図 2.1-12(2) 津波数値計算(近地計算)：大森ら(2002)

表 2.1-9 検討ケース：大森ら(2002)

ケース名	CASE1	CASE2	CASE3	CASE4
断層長さL(km)	800	850	850	850
断層幅W(km)	200	130	150	180
上縁深さd(km)	1	1	1	1
すべり量D(m)	24	17	17	17
走向 $\theta(^{\circ})$	N10° E	N7° E	N7° E	N7° E
すべり角 $\lambda(^{\circ})$	90	105	105	105
傾斜角 $\delta(^{\circ})$	10	20	20	20
備考	Kanamori and Cipar(1974)をd=1kmにしたモデル.	Barrientos and Ward(1990)をd=1kmとしたモデル.	CASE2をW=150kmとしたモデル.	CASE2をW=180kmとしたモデル.

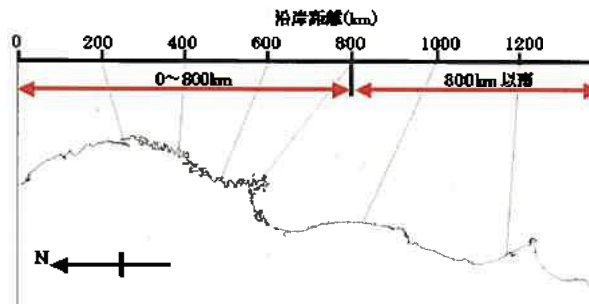


図 2.1-13 評価領域：大森ら(2002)

表 2.1-10 各領域毎の K, κ 評価：大森ら(2002)

		K	κ
Case1	0~800km(n=360)①	1.31	1.39
	800km以南(n=33)②	0.86	1.61
	①/②	1.523	0.863
Case2	0~800km(n=360)①	1.19	1.40
	800km以南(n=33)②	0.78	1.38
	①/②	1.526	1.014
Case3	0~800km(n=360)①	1.14	1.40
	800km以南(n=33)②	0.77	1.41
	①/②	1.481	0.993
Case4	0~800km(n=360)①	1.11	1.41
	800km以南(n=33)②	0.75	1.45
	①/②	1.480	0.972

(2) 代表的な文献

ここで、羽鳥(1975)、羽鳥(2003)、竹内ら(2007)、チリ津波合同調査班(1961)、大森ら(2002)についての抄録を以下に示す。

①羽鳥(1975)

題目	房総沖における津波の波源 - 延宝(1677 年)・元禄(1703 年)・1953 年房総沖の規模と波源の推定 -
著者	羽鳥 徳太郎(地震研究所) 地震研究所集報, Vol.50(1975),pp.83-91
抄録 本文	1953 年房総沖津波の検潮記録から津波の押し引き初動分布を調べ、波源について再考し、1927 年津波の波源を推定した。さらに、延宝・元禄大地震の津波について、日本地震資料(文部省新沿い予防評議会, 1943)とその他のデータを加え、波源の推定を試みている(図 2.1-5 参照)。また、最近 300 年間の房総沖地震津波の波源(図 2.1-5 参照)について考えている。 1677 年延宝房総沖地震津波において、地震史料から各地の被害記録から、最近の津波や地形を参照して、各地の津波の高さ(図 2.1-5 参照)をごく大ざっぱに推定している。ここで、東海サイト付近の津波高さは、福島県小名浜で 3～4 m、茨城県茨城海岸で 2～3 と推定している。また、史料から総合判断して、この延宝津波の波源域を示している。

②羽鳥(2003)

題目	1677 年延宝房総沖津波の波高偏差
著者	羽鳥 徳太郎 歴史地震, 第 19 号(2003), pp.1-7
抄録 本文	房総沖には、元禄、対象関東地震津波に匹敵する大規模な 1677 年延宝房総沖津波の記録がある。本編では新史料を加え、他の房総沖津波と比べて波高偏差の地域性を考察している。 著者(羽鳥, 1975)は、房総沿岸の津波高を重視し、波源域を推定している。全報(羽鳥, 1975)の後新収日本地震史料に宮城県塩釜～茨城県沿岸各地の記録が多数収録されており、新たな津波高さ(表 2.1-6 参照)を推定している。ここで、東海サイト付近の津波高さは、小名浜～四倉で 4 m、茨那珂湊で 4 m と推定している。

③竹内ら(2007)

題目	延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での痕跡高調査
著者	竹内 仁・藤 良太郎(国際航業株式会社), 三村 信男(茨城大学) 今村 文彦(東北大学大学院), 佐竹 健治(産業技術総合研究所) 都司 嘉宣(東京大学), 宝地 謙次(千葉県土整備部)松浦 健郎(茨城県土木部) 歴史地震, 第 22 号(2007), pp.53-59.
抄録 本文	延宝五年十月九日(1677 年 11 月 4 日)に発生した延宝房総沖地震は, 顕著な揺れを伴わなかったものの, 千葉県沿岸から福島県沿岸に大きな津波の被害をもたらしており, 「津波地震」と指摘されている地震である。本調査では, 津波被害を受けた当時の集落の地盤高と津波浸水深を再度詳細に調査し, 各地の津波の浸水高を推定しなおすことを試みている。また, この推定値(表 2.1-7 参照)と, 波源モデルを用いて計算した津波遡上高を比較し, 波源モデルの妥当性も検討した。 東海サイト付近の津波による推定浸水高は, 福島県いわき市小名浜で 4.0~6.0m, 茨城県ひたちなか市那珂港で 4.5~5.5m, 茨城県大洗町磯浜村で 5.0~6.0m 以上としている。 また, 波源モデルとしては, 中央防災会議の「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」において, 過去の津波高およびその再現性について検討された(中央防災会議, 2005)断層モデルを基に, すべり量を 1.2 倍(図 2.1-10 参照)させたシミュレーションによる各地周辺の最大水位が痕跡高の推定幅の最大を再現できる(表 2.1-8 参照)としている。

④チリ津波合同調査班(1961)

題目	1960 年 5 月 24 日チリ地震津波に関する論文及び報告
著者	チリ津波合同調査班(東京大学地震研究所 高橋龍太郎教授を中心) 丸善, 397p
抄録 本文	昭和 35 年 5 月 24 日早朝, 日本列島太平洋沿岸の各地は, チリ沖に発生した津波の襲来を受け, 多大の被害を蒙った。 被災直, 東京大学地震研究所高橋龍太郎教授を中心に, 調査班が組織され, 統一した観点から現地調査が実施され, 各種の資料を蓄積したものである。 東海サイト付近の津波高さは, 最も近接している茨城県久慈港(日立港)で 2.3m とされている。

⑤大森ら(2002)

題目	東北日本を対象とした 1960 年チリ地震津波の数値解析
著者	大森 正則(東電設計), 増田 崇治(日本原子力発電) 柳沢 賢(東京電力), 安中 正(東電設計), 高尾 誠(東京電力)
	土木学会第 57 回年次学術講演会, II-013, pp.25-26.
抄録 本文	1960 年チリ地震津波の日本近海を対象とした数値解析において, Kanamori and Ciper(1974)の断層モデルおよび地殻変動データのインバージョン解析により提案された Barrientos and Ward(1990)の 2 つ断層モデルに基づき, 東北日本太平洋沿岸全域において, 観測データと最も整合するモデルを検討した。 計算は、太平洋全域における計算 (図 2.1-12(1)参照) と、日本近傍領域における計算 (図 2.1-12(2)参照) の 2 段階に分けて行った。 Barrientos and Ward(1990)のモデル(表 2.1-9 参照)は, プレーートの相対運動の方向や沈み込みの角度等と整合したモデルであり, 幾何平均 K, 幾何標準偏差 k による比較(図 2.1-13, 表 2.1-10 参照)及び検潮所波形と計算結果との比較では, 断層幅を 180km に設定したケースが, 東北日本の津波観測記録を最もよく再現できる断層モデルであることを示した。

(3) 東海サイトに影響を及ぼしたと考えられる津波

東海サイトに影響を及ぼしたと考えられる津波について、「日本被害津波総覧 [第 2 版]」(1998)より、①茨城県・福島県沖で発生した津波、②房総沖で発生した津波及び③外国沿岸で発生した津波に分けて整理した。

(a) 茨城県・福島県沖で発生した津波 (M7 クラス)

東海サイト前面海域において、1938 年福島県沖群発地震や 1961 年茨城県沖群発地震のような M7 クラスの群発地震は度々発生しているが、津波マグニチュード (m または m_H) が 1.5 を超える大津波は発生したことがない。そこで、東海サイト前面海域で発生した M7 クラスの地震を対象に、東海サイト周辺に襲来した津波高さの記録を整理した。

表 2.1-11 に示すように、東海サイト前面海域で発生した M7 クラスの地震による東海サイト周辺の津波記録は、1938 年福島県沖群発地震の本震 (11 月 5 日 17 時 43 分) による小名浜の 1.07m が最大である。

(b) 房総沖で発生した津波 (m または $m_H \geq 1.5$)

房総沖で発生した津波 (m または $m_H \geq 1.5$) は、表 2.1-12 に示すように、1677 年延宝津波による津波高さが最大で、東海サイト周辺の津波高さは、茨城海岸で 2~3m と推定されている。

(c) 外国沿岸で発生した津波

外国沿岸で発生した数多く被害津波 (表 2.1-2 参照) のうち、日本に最も影響を与えたのは 1960 年 5 月 22 日のチリ津波 (世界最大の津波) である。

1960 年チリ津波による東海サイト周辺の津波記録は、検潮記録による小名浜 342cm、銚子 >300cm と、現地調査によると TP 上の高さとして小名浜 2.4m、久慈港 3m、夏海 3m である。

以上のことから、東海サイトに影響を及ぼした津波としては、

①1677 年延宝房総沖地震津波(近地津波)

②1960 年チリ沖地震津波(遠地津波)

であると考えられる。

表 2.1-11 敷地前面海域（茨城県・福島県沖）で発生した津波（M7クラス）

「日本被害津波総覧 [第2版]」（1998）より

年 月 日 時 分	波源地名	M	M _t	m	m _H	津 波 高 さ
1896 01/09 22:17	鹿島灘	6.6	7.3	0	0	鮎川 20cm
1923 06/02 02:24	茨城県沖	7.3	7.4	-1		鮎川 32cm
1935 07/19 09:50	茨城県沖	6.9		-1		小名浜 18cm
1938 05/23 16:18	茨城県沖	7.0	7.5	-1	0.5	小名浜 82cm
1938 11/05 17:43	福島県沖	7.5	7.6	0	1	小名浜 祝 銚子 107cm 88cm 28cm
11/05 19:50		7.3	7.6	0		79cm 28cm
11/06 17:54		7.4	7.3	0	1	40cm 53cm 14cm
11/07 06:39		6.9	7.4	0		50cm 15cm
11/14 07:31		6.0	6.7	-1	0	71cm 12cm
11/22 10:14		6.9	6.7	-1		29cm 6cm
11/30 11:30		6.9	7.0	-1		13cm
1959 01/22 14:10	福島県沖	6.8	6.9	-1	-1	小名浜 8cm, 那珂湊 8cm
1961 01/16 16:20	茨城県沖	6.8	7.2	-1	0	小名浜 那珂湊 銚子 42cm 13cm 8cm
01/16 20:19		6.4		-1		40cm
01/16 21:12		6.5	7.1	-1		36cm 5cm
1982 07/23 23:24	茨城県沖	7.0		-1	0	小名浜 17cm, 日立 21cm 大洗 26cm, 銚子 13cm

表 2.1-12 房総沖で発生した津波（mまたはm_H≥1.5）

「日本被害津波総覧 [第2版]」（1998）より

年 月 日 時 分	波源地名	M	M _t	m	m _H	津 波 高 さ
1677 11/04 20	房総半島 南東沖	8.0		3	2.5	小名浜 3～4m 茨城海岸 2～3m 高神・銚子 4～5m 大原 4～8m
1953 11/26 02:49	房総半島 南東沖	7.4	7.8	1	1.5	小名浜 30cm 銚子 3m

【参考文献】

- (1) 渡辺偉夫(1998): 日本被害津波総覧【第2版】, 東京大学出版会.
- (2) 宇佐美龍夫(2003): 最新版日本被害地震総覧[416]-2001, 東京大学出版会.
- (3) 羽鳥徳太郎(1974): 東北日本太平洋側における津波の波源, 地震 2, vol.27, pp.321-337.
- (4) 羽鳥徳太郎(1975): 房総沖における津波の波源—延宝(1677)・元禄(1703)・1953 年房総沖津波の規模と波源域の推定—, 地震研究所彙報, vol.50, pp.83-91.
- (5) 羽鳥徳太郎(1976a): 1938 年福島沖群発地震による津波の発生機構, 地震 2, vol.29, pp.179-190.
- (6) 羽鳥徳太郎(1976b): 三陸沖津波の波源位置と伝播の様相, 地震研究所彙報, vol.51, pp.197-207.
- (7) 羽鳥徳太郎(1983): 1982 年茨城県沖津波とその周辺海域の津波活動, 地震研究所彙報, vol.58, pp.423-431.
- (8) 羽鳥(2003): 1677 年延宝房総沖津波の波高偏差, 歴史地震, 第 19 号(2003), pp.1-7.
- (9) 竹内ら(2007): 延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での痕跡高調査, 歴史地震, 第 22 号(2007), pp.53-59.
- (10) チリ津波合同調査班(1961): 1960 年 5 月 24 日チリ地震津波に関する論文及び報告, 丸善, 397p.
- (11) 大森政則・柳沢賢・増田崇治・安中正・高尾誠(2002): 東北日本を対象とした 1960 年チリ津波の数値解析, 土木学会第 57 回年次学術講演会, II-013, pp.25-26.

2.2 他機関の動向調査

国(中央防災会議および地震調査研究推進本部地震調査委員会)や茨城県による東海地域の津波評価を調べる。

(1) 中央防災会議

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」

(第10回) 平成17年6月22日

委員名簿：座長 笠原 稔(北海道大学大学院), 佐竹 健治(産業技術総合研究所)

谷岡 勇市郎(北海道大学大学院), 平川 一臣(北海道大学大学院)

横田 崇(気象庁), 今村 文彦(東北大学大学院)

日本海溝沿い・千島海溝沿いで発生した地震に対する検討対象地域の領域区分を図2.2-1に示す。この専門調査会において、防災対策の観点から今後検討対象とすべきと考えられる地震像(断層モデル, 強震動, 津波高さ)を, プレート間地震及びプレート内地震別に, 図2.2-2に示す領域ごとに整理している。

また, 津波を発生させる断層領域(津波の断層域)を図2.2-3に示す。このうち, 福島県沖・茨城県の領域及び房総沖の領域について, 検討している結果を以下に示す。

(a) 三陸沖の領域

①津波の概要

三陸沖の領域で特に大きな津波をもたらしたプレート間地震に1896年明治三陸地震がある。1896年、三陸沖の海溝軸付近で発生した明治三陸地震(M8.5, Mw8.4-8.5, Mt8.2)による主な津波高さは以下のとおりである。

綾里白浜 21.9m、越喜来吉浜 24.4m、田野畑羅賀 22.9m、
三陸海岸(青森～岩手) 3～10m以上、(宮城) 2～5m以上)、
石巻 0.6～1.8m

②津波を発生させる断層モデルの推定

1896年明治三陸地震の津波高さデータを用いて、インバージョン手法による再現計算を行い、津波を発生させる断層モデルを推定している。明治三陸地震の津波高さに関しては、多くの研究成果があるが、ここでは伊木による調査結果を基本としている。

推定した断層モデルは、海溝軸付近での変位が大きい断層で、Mwは8.6である。

③東海サイト付近の津波高さ

1896年明治三陸地震による海岸の津波高さを図2.2-4に示し、この断層モデルを図2.2-5に示す。この地震津波による茨城県ひたちなかの津波高さは、約1m程度となっている。

(b) 福島県沖・茨城県沖の領域

①過去の主な津波

この領域において過去に発生した主な津波は、以下のとおりである。

1938 年 M7.0(Mw7.7, Mt7.3) 小名浜 0.8m

1938 年 M7.5(Mw7.8, Mt7.5) 塩釜 1.1m, 小名浜 1.1m

1938 年 M7.3(Mw7.7, Mt7.6) 塩釜 1.1m, 小名浜 0.8m

この領域では、M7 クラスの地震（1938 年の M7.0, 7.5, 7.3 など）及びそれに伴う津波が発生しているが、これらの地震・津波の繰り返し発生は確認されていない。

②津波を発生させる断層モデルの推定

1938 年の 3 つのプレート間地震の強振動を発生させる断層領域については、室谷 (2004) による地震動の解析結果を参照して、震度分布に一致するように設定している。この断層モデルを用い津波の推定を行っている。断層変位は、剛性率を考慮し、深さに依存して設定した。これらの断層モデルの Mw は、それぞれ 7.3, 7.5, 7.6 である。

③東海サイト付近の津波高さ

断層位置を図 2.2-6 に、断層パラメータを表 2.2-1 に示す。この断層モデルによる海岸の津波高さを図 2.2-7 に示す。この地震津波による茨城県ひたちなかの津波高さは、1m 未満となっている。

③プレート内地震

1938 年福島県沖地震(M7.4, Mw7.7, Mt7.3)による津波は、1m 足らずであった。津波を発生させる断層モデルは、震度分布の推計のものと同じとし、断層変位は一樣としている。この断層モデルの Mw は、7.3 である。断層位置を図 2.2-8 に、断層パラメータを表 2.2-2 に示す。

この断層モデルによる海岸の津波高さを図 2.2-9 に示す。この地震津波による茨城県ひたちなかの津波高さは、1m 未満となっている。

(c) 房総沖の領域

①津波の概要

1677 年、房総半島の太平洋沿岸を中心に大きな津波が発生したとの史料がある。この史料から推測される津波高さは以下のとおりである。

塩釜 4m, 岩沼 4m, 小名浜 4m, 銚子～九十九里浜 4～7m,

安房勝浦（新官）8m, 八丈島 8～10m

これら津波は、延宝房総沖地震によるものとされているが、その地震像については解明されていない。また、これまでのところ、この地震の繰り返しは確認されていない。

②津波を発生させる断層モデルの推定

1677 年延宝房総沖地震を対象として、この領域に想定する津波を発生させる断層モデルを検討している。検討にあたり、史料を調査したところ、松島湾塩釜及び安房勝浦のものについては信憑性に問題があることが分かったので、これら史料を除き検討している。

津波のデータが少ないことから、いくつかの断層モデルを想定して津波の試算を行っているが、確定的なものは得られなかった。しかしながら、これらの中では、福島県沖・茨城県沖の海溝側及び房総沖に断層変位を持つ断層モデルは、茨城県から千葉県の津波の高さを概ね説明できるものとなっている。

③東海サイト付近の津波高さ

計算結果である海岸の津波高さを図 2.2-10 に、断層パラメータ及び遡上高を図 2.2-11 に示す。この断層モデルによる茨城県ひたちなか及び那珂湊の津波高さは、約 5m 以上となっている。

④1677 年延宝房総沖地震津波の取り扱いについて

特に大きな津波をもたらしたプレート間地震の 1677 年延宝房総沖地震津波の取り扱いについて、以下のことが示されている。

1677 年延宝房総沖地震については、繰り返し発生が現時点においては確認されていないことから、防災対策の検討対象から除外してよいと考える。

なお、断層モデルについては、史料は少ないものの、茨城県から千葉県の津波高さの過去史料を概ね再現するモデルが得られた。

過去大きな津波が来たことを考慮し、これらの地域において防災対策の検討を行うにあたっては、この結果を参考とすべきである。

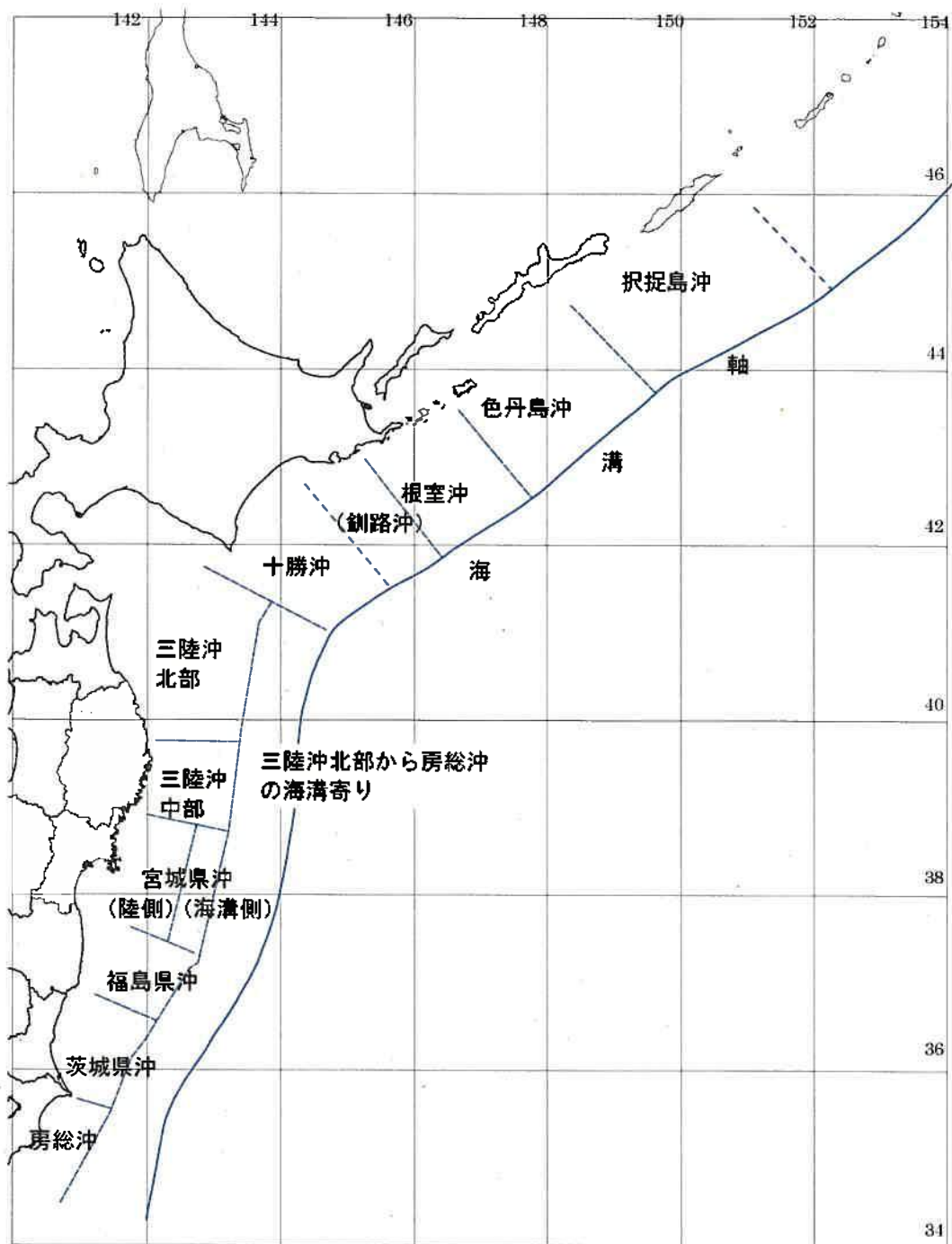


図 1-1 検討対象地域の領域区分
 (地震調査委員会 (2002.7、2003.3) 資料に加筆、一部修正)
 (択捉島沖の東端を設定、十勝沖を十勝沖と釧路沖に分割、三陸部分の名称を変更した)

図 2.2-1 検討対象地域の領域区分

海溝	領域	陸地近くの地震		海溝軸付近の地震	
		プレート内地震	プレート境界地震	プレート間地震	プレート内地震 正断層型
千島海溝	択捉島沖		● 1918(8.0)/1963(8.5)		
	色丹島沖	● 1958(8.1)	○ 1893(7.7) ● 1969(7.9)		
	根室沖	1994西隣モデル	● 1973(7.8) ● 1894(7.9)		
	釧路沖	○ 1993(7.5)		● 17世紀初頭(8.5?)	
	十勝沖		● 1952(8.1) ● 2003(8.0)		
日本海溝	三陸沖北部		○ 1677(7.2)/1763(7.4)/1896(7.5)/ 1989(7.9) 1994(7.6)		
	三陸沖中部			● 1811(8)北側? ● 1896(8.5)	● 1983(8.1)
	宮城県沖	○ 2003(7.0)	● 1783(8.2) ○ 1897(7.4)/ 1936(7.5)/1978(7.4) ○ 1897(7.7)/1915(7.5)	1811(8)南側?	1933南隣モデル
	福島県沖・茨城県沖	○ 1938(7.4)	○ 1938(7.0)/1938(7.5)/1938(7.3)		
	房総沖			● 1677(8.0) ?	
					○ 1909(7.5) ○ 1953(7.4)

震源域、地震の形態が不明：1811年慶長三陸地震、1877年延宝房総沖地震
領域分けに属さない地震：1982年浦河沖地震(7.1)

●: M8級 ○: M7級

太数字: 津波(m>=2)

- ① 大きな地震が繰り返し発生している領域
- ② 繰り返しは確認されていないが、大きな地震の発生が確認されている領域
- ③ 大きな地震の発生は確認されていない領域
- 近隣領域と同様の地震を誘発する領域

図 2.2-2 日本海溝，千島海溝周辺の領域特性

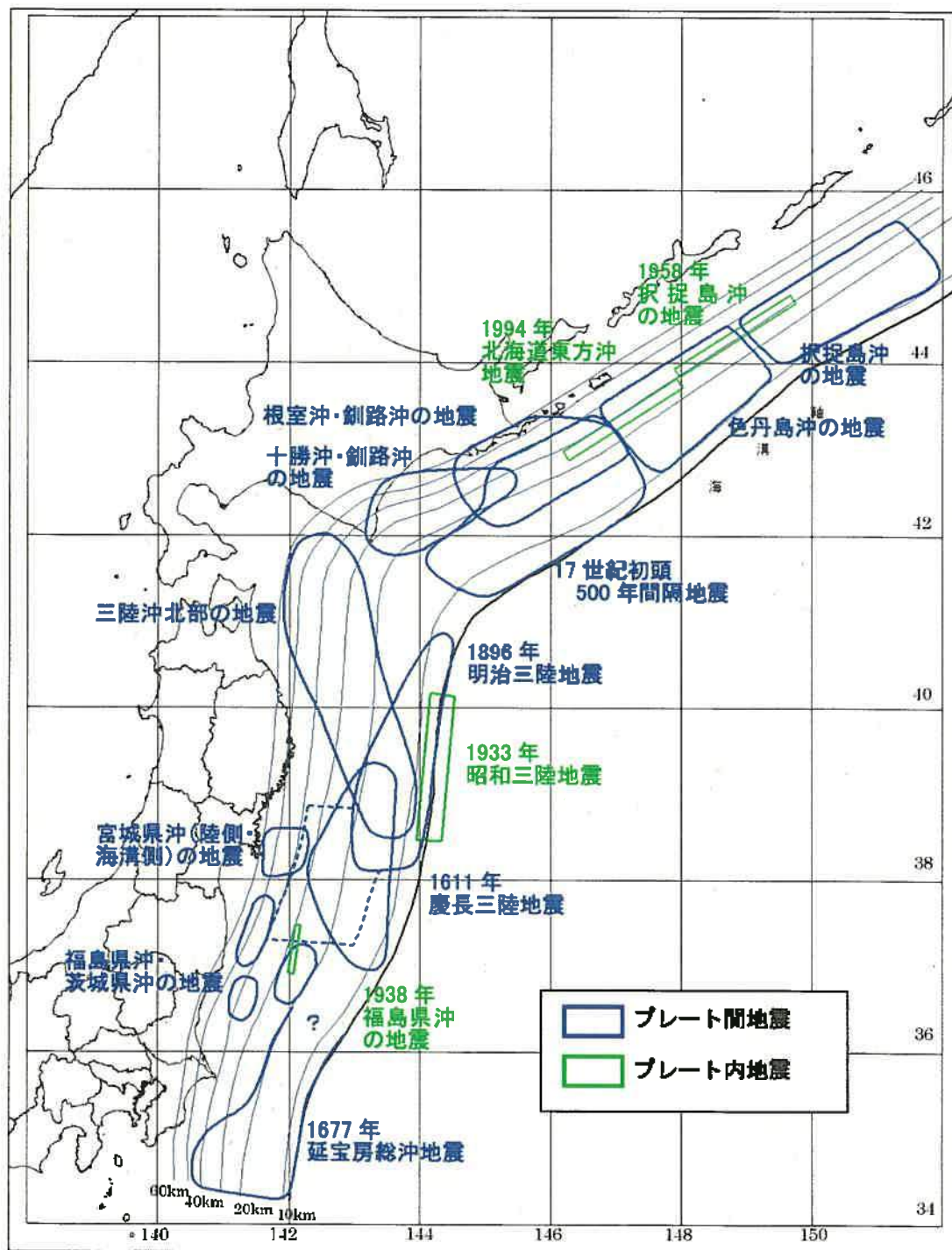
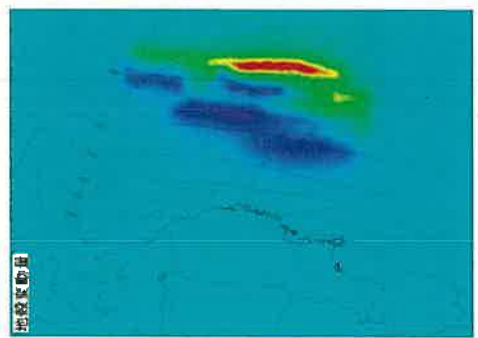
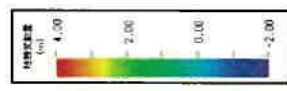
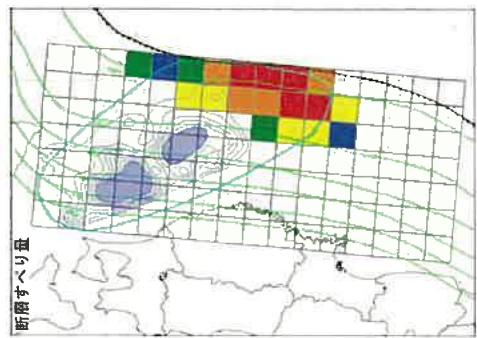


図 2.2-3 津波を発生させる断層領域(津波の断層域)の模式図



Mw=8.6		各セグメントのすべり量分布(m)															
深度		走向方向															
		1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12	13	14	15	16
1	0.0	0.0	0.0	4.1	3.7	5.7	9.8	15.3	16.5	14.5	9.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	6.9	8.7	9.2	11.5	11.0	6.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	6.1	6.3	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

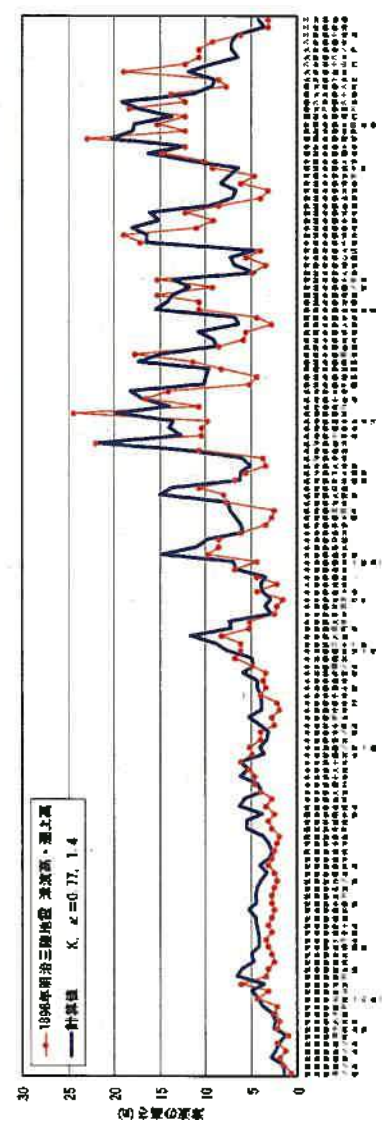


図 2.2-5 1896 年明治三陸地震インバージョン：断層モデルおよび潮上高(平均潮位)

1938 年福島県沖の 1 ～ 3 断層モデル

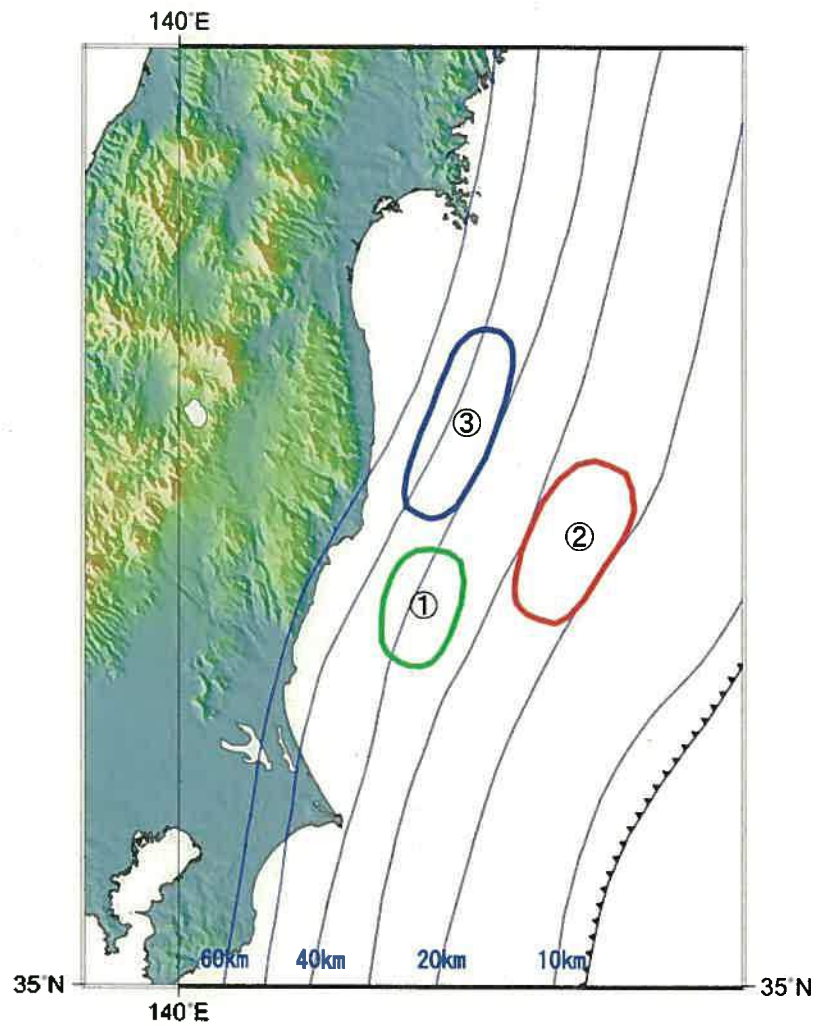


図 2.2-6 福島県沖の地震の断層モデル

表 2.2-1 福島県沖の地震の断層パラメータ

地震	S (km ²)	M ₀ (Nm)	M _w	Dave (m)	Δσ (MPa)
① 5/23	1827.08	1.12E+20	7.3	0.92	3.5
② 11/5 17:43	2895.72	2.24E+20	7.5	1.79	3.5
③ 11/5 19:50	2895.72	2.24E+20	7.5	1.16	3.5

福島県沖・茨城県沖の地震

図3-3-9-2 計算結果（海岸の津波高さ：平均潮位）：福島県沖の3モデルの重ね合わせ
（1938年福島県沖の1、1938年福島県沖の2、1938年福島県沖の3）

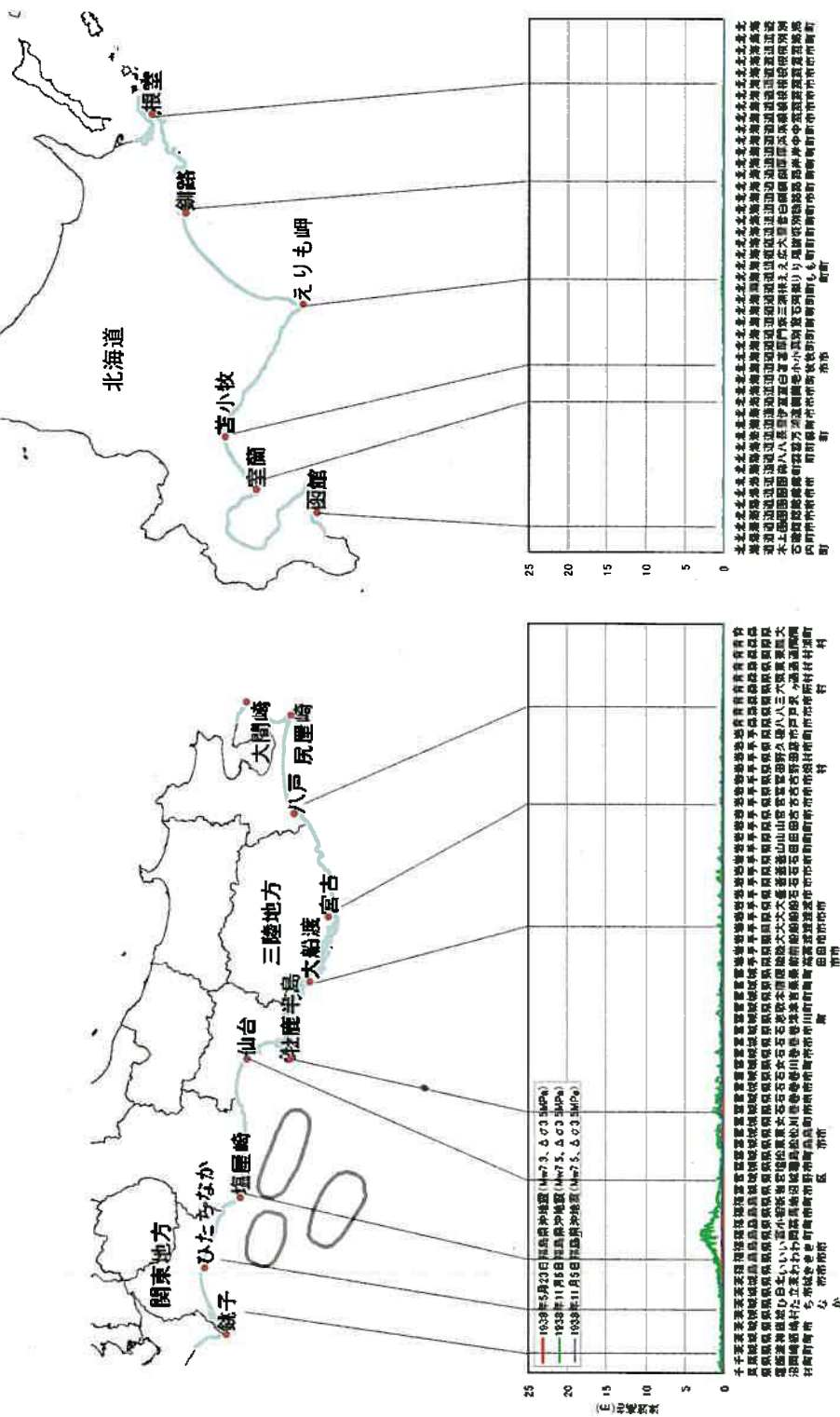


図 2.2-7 計算結果(海岸の津波高さ：平均潮位)：福島県沖の3モデルの重ね合わせ
(1938年福島県沖の1、1938年福島県沖の2、1938年福島県沖の3)

想定断層の位置と断層パラメータ

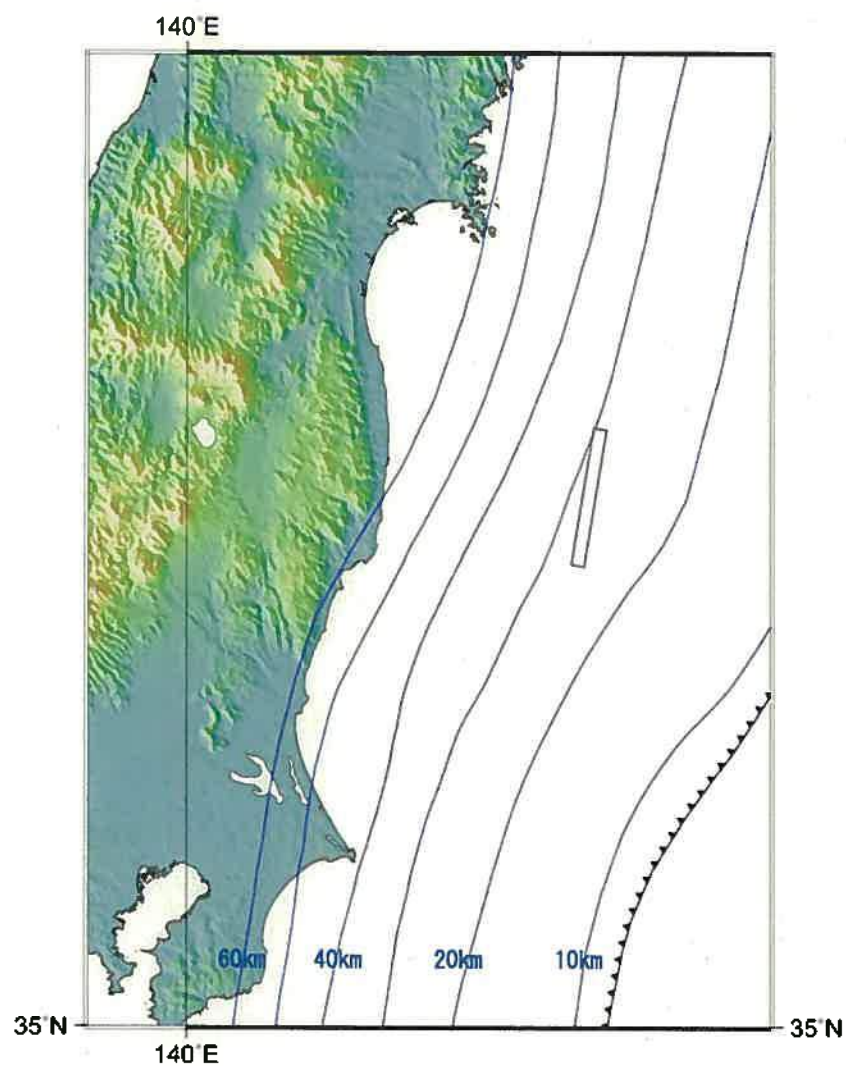


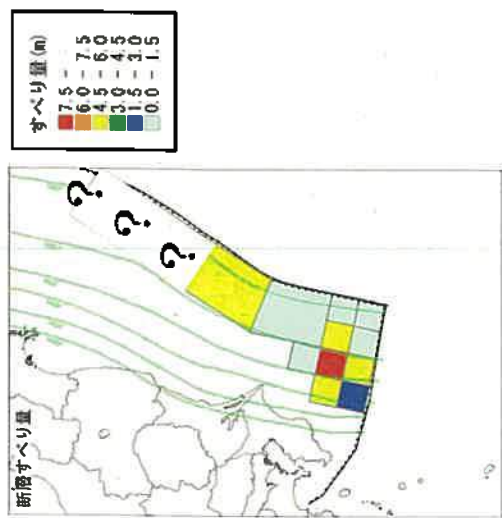
図 2.2-8 想定断層モデル(1938 年福島県沖のプレート内地震)

表 2.2-2 想定断層パラメータ(1938 年福島県沖のプレート内地震)

地震	M	N(° N)	E(° E)	d(km)	$\theta(^{\circ})$	$\delta(^{\circ})$	$\lambda(^{\circ})$	L(km)	W(km)	$\Delta \sigma$ (MPa)	D(m)
1938年福島県沖地震	(Mw7.4)	37.48	142.16	20	190	80	270	62.98	33.34	4.0	1.51

図3-3-14-2 海岸の津波高さ(平均潮位): 1938年福島県沖の地震





各セグメントのすべり量分布(m)												
Mw=8.5												
深度	走向方向											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	???				4.9				1.0		1.0	1.0
2					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	8.5	4.9
3					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	1.0
4					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.7	2.9

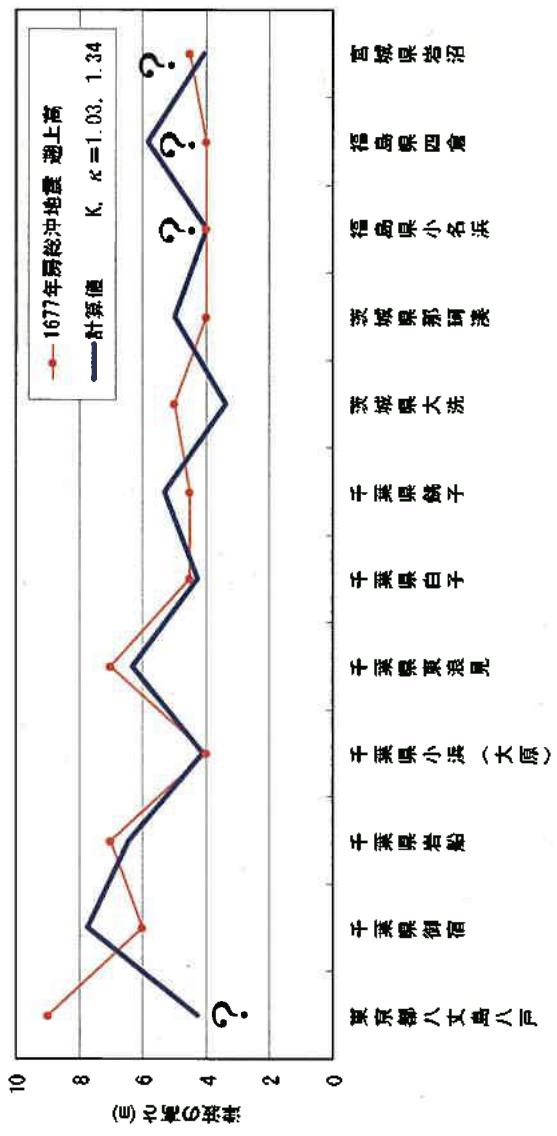
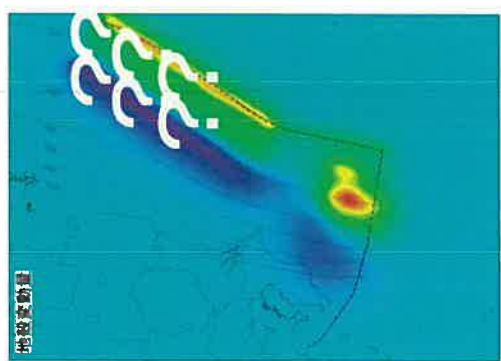
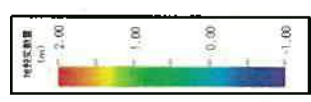


図 2.2-11 1677 年年延宝房総沖の地震インバージョン：断層モデルおよび遡上高(平均潮位)

(2) 地震調査研究推進本部地震調査委員会

「全国を概観した地震動予測地図」報告書 分冊1 確率論的地震動予測地図の説明

(平成17年3月23日 平成18年9月25日改訂)

この委員会による宮城県沖地震(地震調査委員会, 2000)および三陸沖から房総沖にかけての地震(地震調査委員会, 2002)の評価対象領域を図2.2-12に示す。

三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震, 図2.2-12のウ)のマグニチュードについては, 1896年の明治三陸地震の宇佐美(1996, 新編日本被害地震総覧)によるマグニチュードを参照してMw6.8としている。

この三陸沖北部から房総沖に対して, 海溝寄りプレート間大地震(津波地震)とプレート内大地震(正断層型)の2ケースを設定している。

(a) 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震)

地震活動モデルの諸元を表2.2-3に示す。マグニチュードについては1896年の明治三陸地震の宇佐美(1996)によるマグニチュードを参照してMw6.8としている。

震源域の位置について, 「領域内でどこでも発生する可能性がある」とされているが, ここでは領域内にプレート境界に沿って長さ200km, 幅50kmの矩形の断層面を南北7列×東西2列並べて, そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定している。その位置を図2.2-13に示す。

(b) 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型)

地震活動モデルの諸元を表2.2-4に示す。震源域の位置について, 「領域内でどこでも発生する可能性がある」とされているが, ここでは領域内に長さ200km, 幅100km, 傾斜角 45° , 上端深さ0kmの矩形の断層面を南北に7列並べて, そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定している。その位置を図2.2-14に示す。

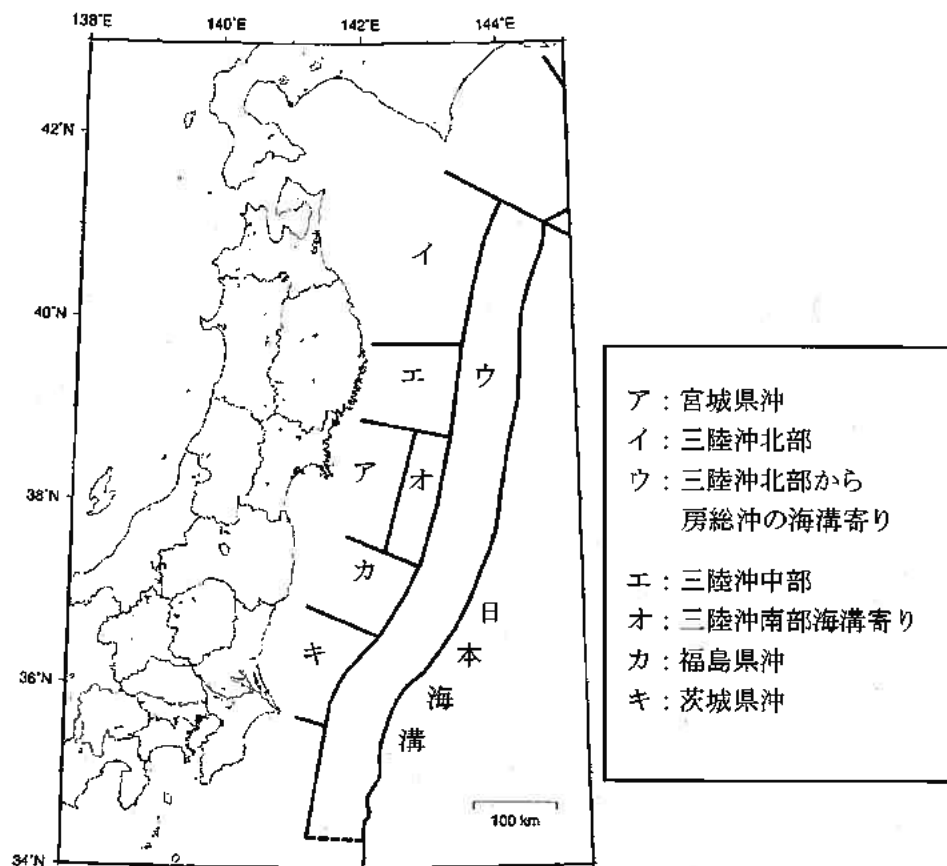


図 2.2-12 宮城県沖地震及び三陸沖から房総沖にかけての地震の評価対象領域

表 2.2-3 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震)の緒元

	長期評価	設定モデル
30 年発生確率	20%程度	20%
50 年発生確率	30%程度	31%
マグニチュード	$Mf8.2$ 前後	$Mw6.8$
震源域	図 2.2.2-3 のウの領域内、具体的な地域は特定できない 長さ 200km 程度 幅 50km 程度	領域内にプレート境界に沿って長さ 200km、幅 50km の矩形の断層面を南北 7 列 × 東西 2 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定 (断層数 14)

(注) 設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=133.3 年のポアソン過程を仮定した。また $Mw=Mj=6.8$ と仮定した。

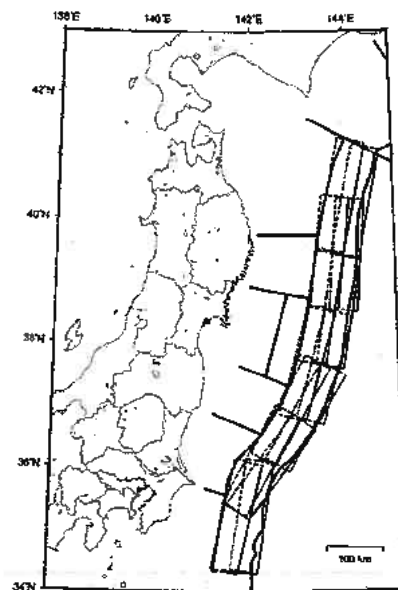


図 2.2-13 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震(津波地震)の断層面

表 2.2-4 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型)の緒元

	長期評価	設定モデル
30 年発生確率	4~7%	5.1%
50 年発生確率	6~10%	8.3%
マグニチュード	$Mj8.2$ 前後	$Mw8.2$
震源域	図 2.2.2-3 のウの領域内、具体的な地域は特定できない 長さ 200km 程度 幅 100km 程度	領域内に長さ 200km、幅 100km、傾斜角 45° 、上端深さ 0km の矩形の断層面を南北に 7 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定 (断層数 7)

(注) 設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=575 年 (400~750 年の中央値) のポアソン過程を仮定した。また $Mw=Mj$ と仮定した。

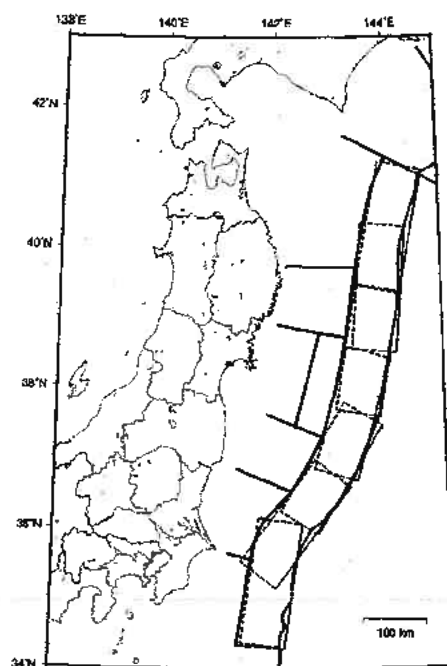


図 2.2-14 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震(正断層型)の断層面

(3) 茨城県

「茨城沿岸津波浸水想定区域調査 報告書 平成 19 年 3 月 茨城県」

茨城県は、この報告書で将来発生が予想される津波について、茨城沿岸全域(北茨城市～神栖市)を対象とした津波シミュレーションを行うとともに、その結果を利用して津波浸水想定や被害想定を実施している。

(a) 想定地震の設定

想定津波の設定には、以下に示す資料を参考にしている。

- ・内閣府他による津波・高潮ハザードマニュアル(H16.4)
- ・地震調査研究推進本部の海溝型地震の長期評価(2005 年 1 月 1 日算定値, 平成 17 年 4 月 13 日現在)による地震領域ごとの地震発生確率と規模
- ・中央防災会議の日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会による「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」

ここでは、中央防災会議で検討結果から、表 2.2-5 に示すように、想定津波を設定しその位置づけを示している。この想定津波の波源位置を図 2.2-15 に示す。

1677 年延宝房総沖地震については、中央防災会議試算の波源のすべり量を 1.2 倍したもので、防災対策上は、県の防災対策(ソフト対策)のための目標と位置づけている。

この断層モデルの設定の詳細については、2.1 文献調査の竹内ら(2007)に記載している。

また、1897 年明治三陸地震については、中央防災会議が採用したモデルをそのまま用い、防災対策上は、当面のハード対策のための目標地震と位置づけている。

(b) 解析モデル

津波シミュレーションに用いる格子分割を図 2.2-16 に示す。沖合い領域 2592m 格子間隔から次第に小さくし、沿岸域や陸域では 12m 格子感覚とし、さらに詳細な検討領域では 6m 格子間隔としている。

(c) 解析結果(津波高さ)

東海サイトの津波高さ評価を図 2.2-17 及び図 2.2-18 に示す。1677 延宝房総沖地震津波では、東海サイトの新川河口で津波高さは朔望平均満潮位時で T.P.+6.6m となっている。

表 2.2-5 想定地震一覧(茨城県)

項目	想定地震	延宝房総沖地震	明治三陸タイプ地震
参考とした過去の地震		1677 年延宝房総沖地震	1897 年明治三陸地震
中央防災会議の結果 (茨城沿岸での津波の高さ)		2～7m	1～2m
想定断層モデル		中央防災会議試算の波源の すべり量を 1.2 倍した茨城 県独自のモデル	中央防災会議が採用したモ デル
モーメントマグニチュード (Mw)		8.29	8.6
津波・高潮ハザードマップマ ニュアルでの外カレベル		外カレベル 2～3	外カレベル 1～2
防災対策上の位置づけ		県の防災対策(ソフト対策) のための目標地震と位置づ ける	当面のハード対策のための 目標地震と位置づける



図 2.2-15 想定地震の波源位置(茨城県)

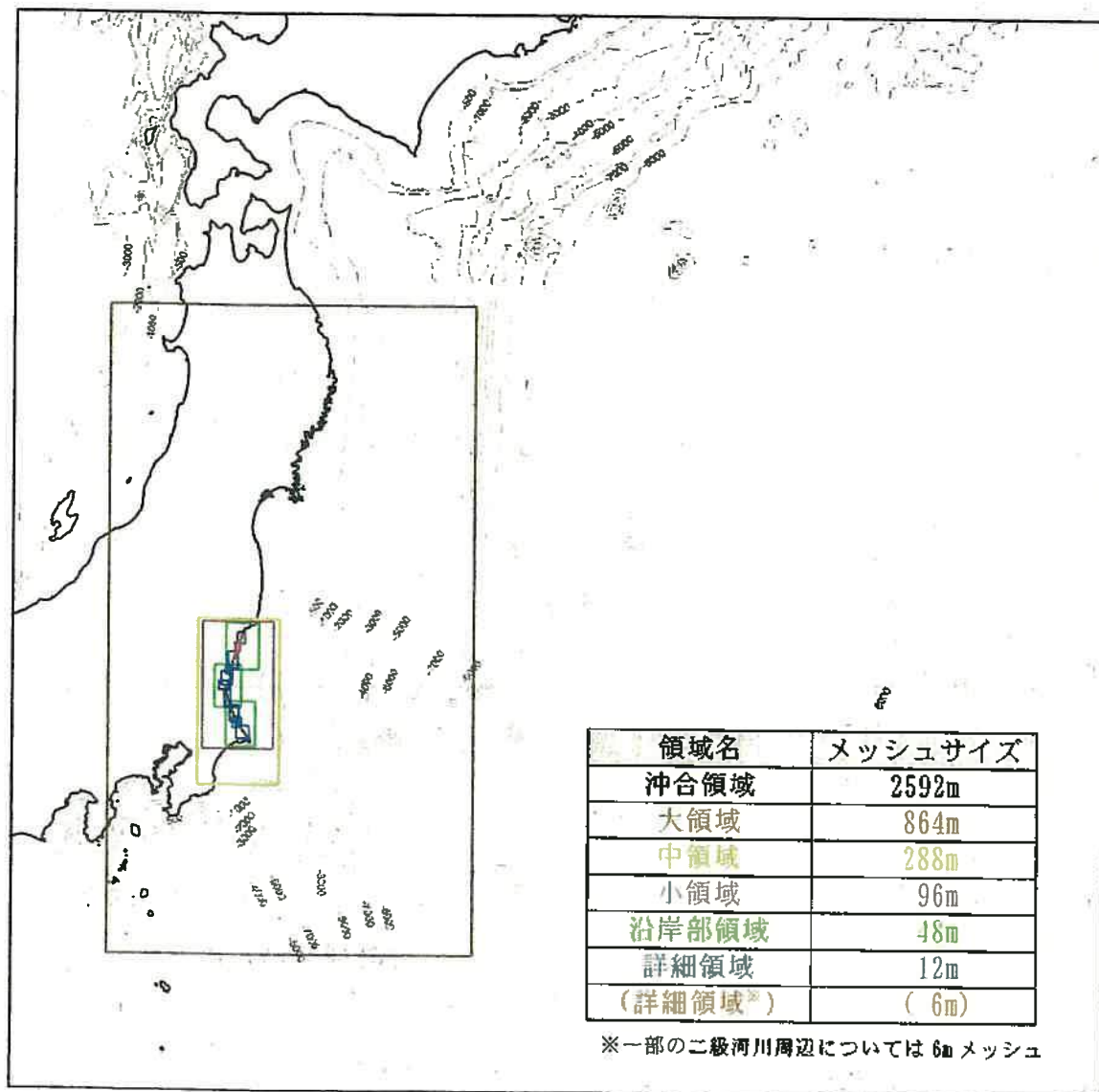


図 2.2-16(1) 津波シミュレーション解析用格子分割：全体領域(茨城県)

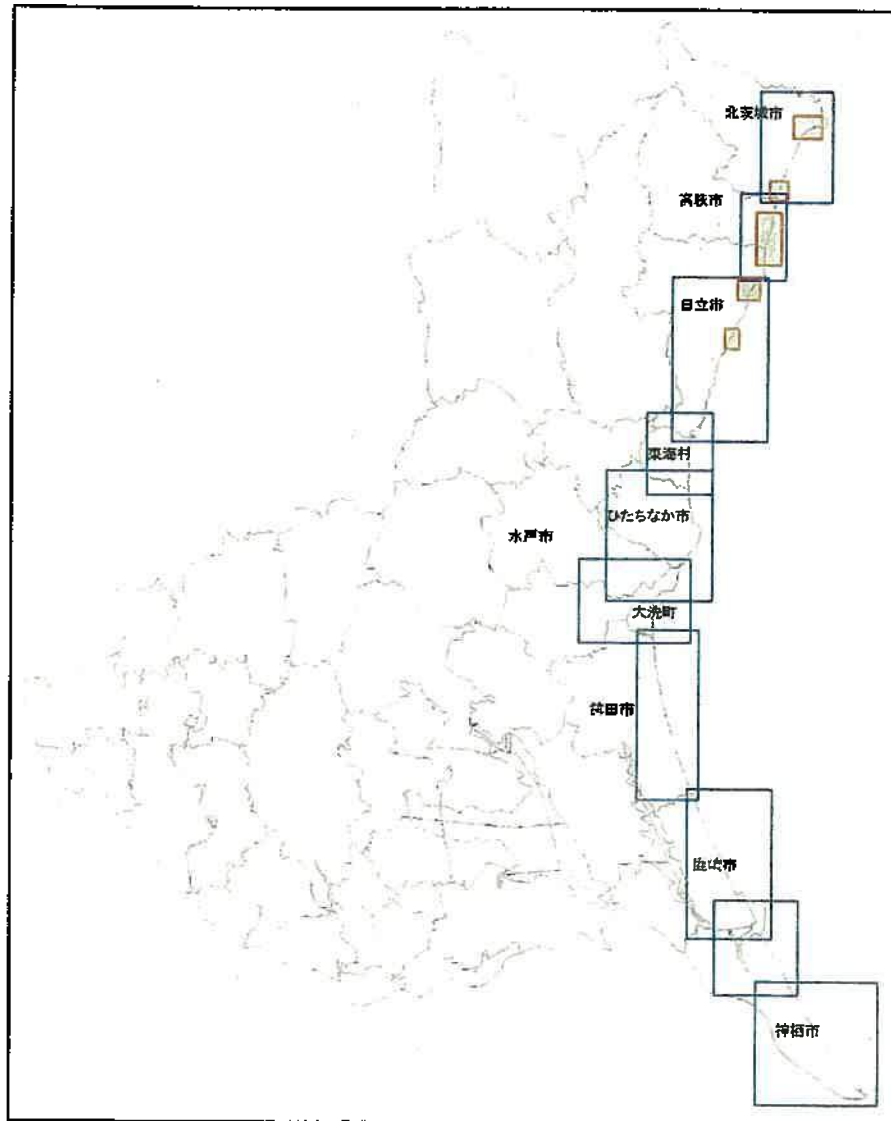


図 2.2-16(2) 津波シミュレーション解析用格子分割：沿岸域及び陸域(茨城県)

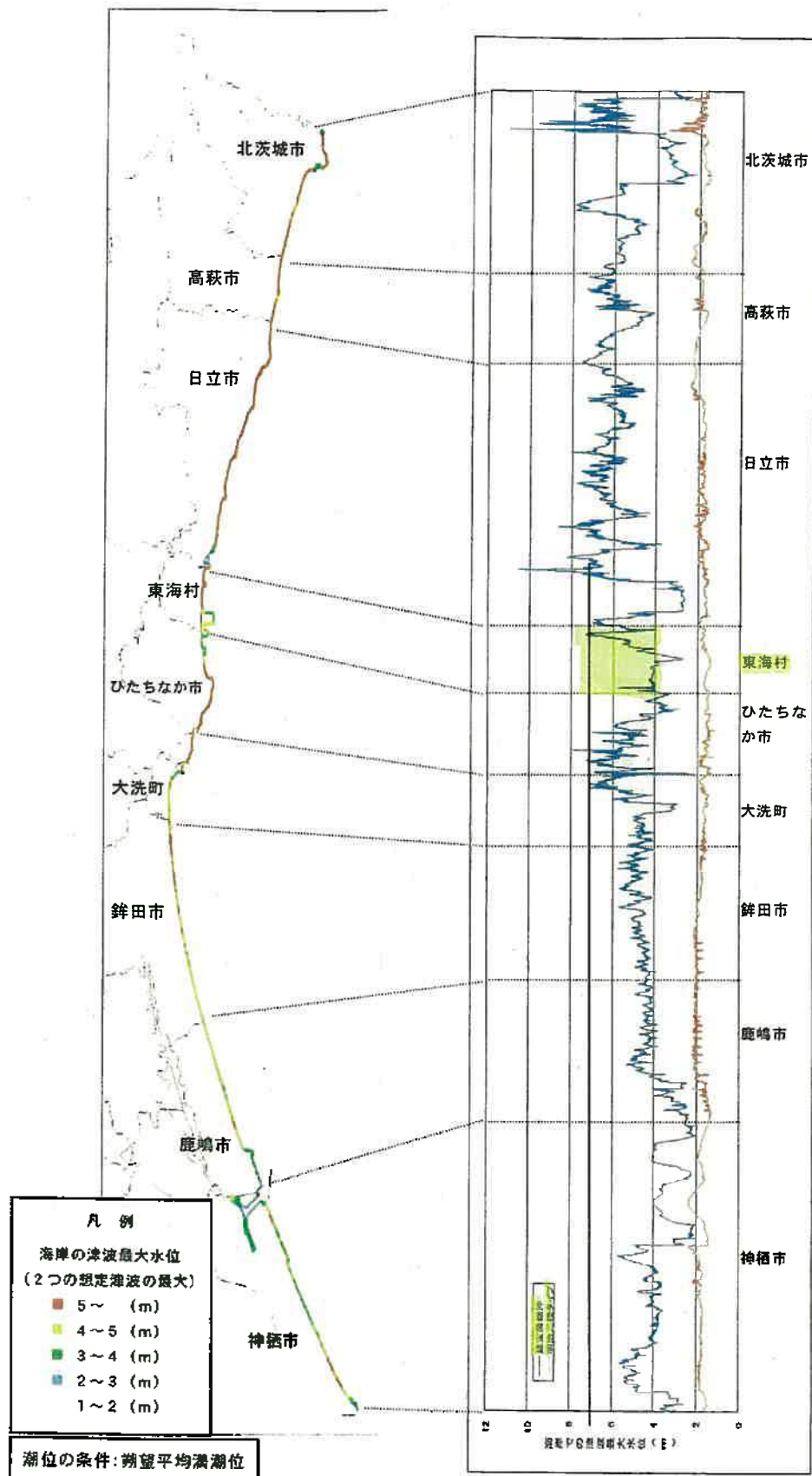


図 2.2-17 各想定地震による津波の海岸における最大水位の予測結果(茨城県)

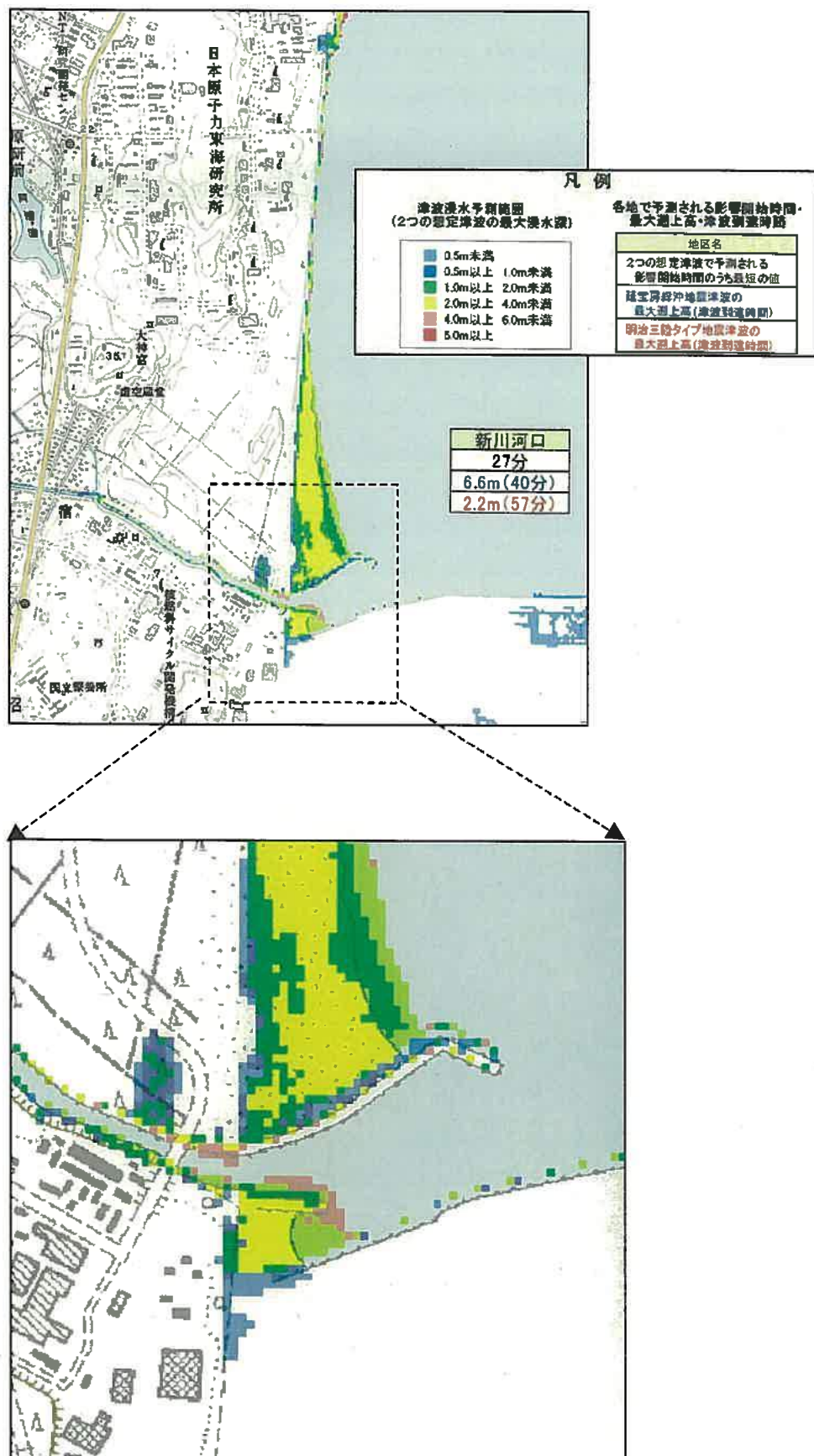


図 2.2-18 津波浸水想定区域図(茨城県)

2.3 現地調査

東海サイトの津波解析モデル（地形データ）を作成する際に必要となる、地図及び図面に記載されている標高の確認、対象施設、護岸高さ及び河川形状の把握を目的に現地調査を行った。

調査日時：平成 19 年 11 月 14 日（水） 14 時～17 時

場 所：（独）日本原子力研究開発機構

訪 問 先：日本原子力研究開発機構

調 査 者：日本原子力研究開発機構 建設部施設技術科 ■■■■■ ■■■■■ ■■■■■（敬称略）
東電設計株式会社 土木本部耐震技術部 ■■■■■ ■■■■■

現地調査の内容及びその順序：

【原科研側】（図 2.3-1 参照）

J R R-3 棟→燃料サイクル安全工学実験棟→海岸（南側）→海岸（第二排水溝付近）
→海岸（第一排水溝付近）

【核サ研側】（図 2.3-2 参照）

特高変電所→十二町川→中間開閉所・第 2 中間開閉所→真砂橋周辺



図 2.3-1 原科研側の現地調査箇所（番号は写真番号に対応）

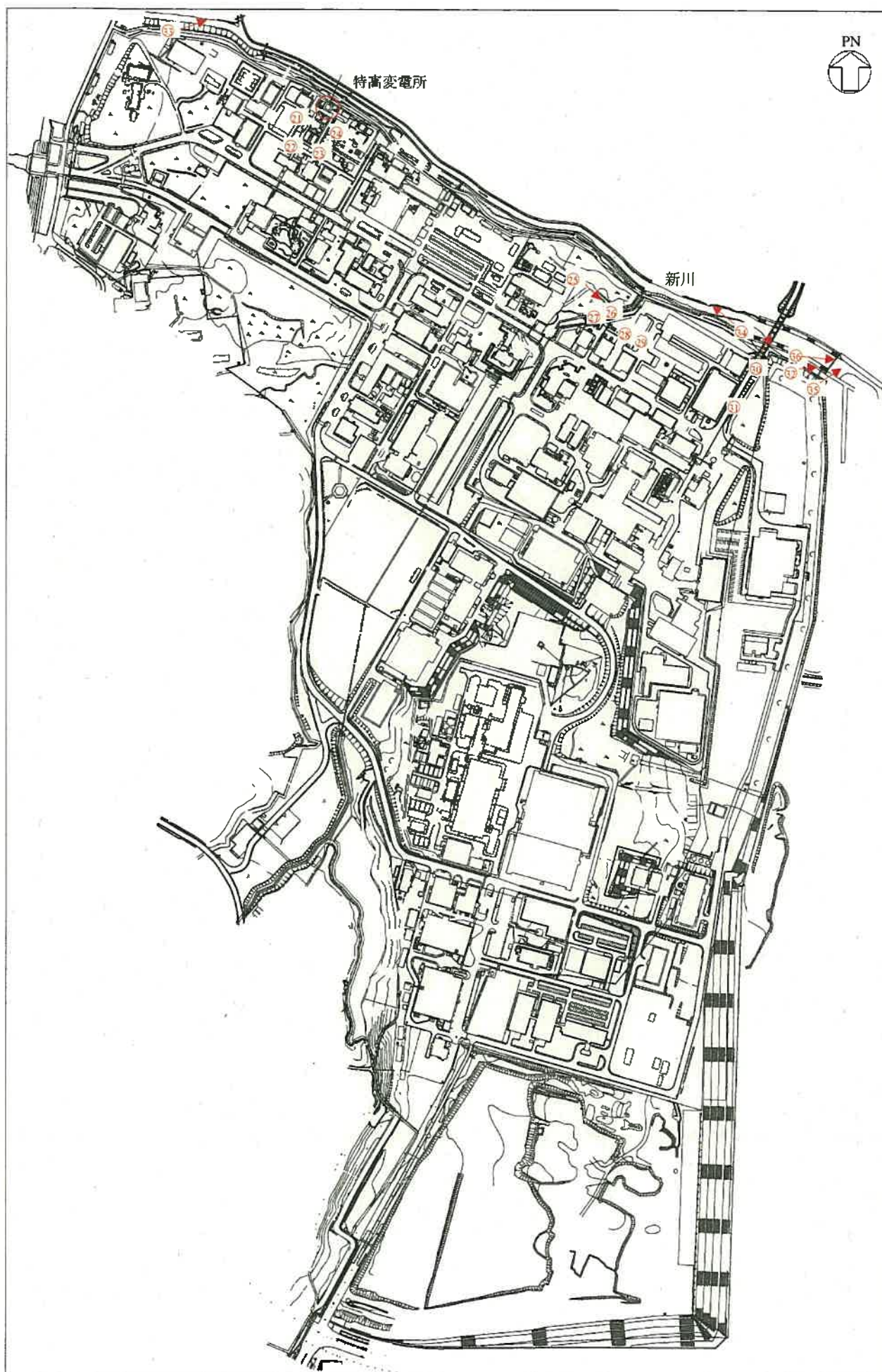


図 2.3-2 核サ研側の現地調査箇所（番号は写真番号に対応）



写真1 JRR-3棟



写真2 JRR-3棟の前面道路



写真3 燃料サイクル安全工学実験棟



写真4 燃料サイクル安全工学実験棟



写真5 燃料サイクル安全工学実験棟
の前面道路



写真6 海岸（南側）



写真7 海岸（南側）



写真8 海岸（南側）



写真9 海岸（南側）から北側の様子



写真10 海岸（南側）から北側の様子



写真11 海岸（南側）から北側の様子



写真12 海岸（南側）から北側の様子



写真 13 海岸（南側）入り口付近



写真 14 海岸（南側）入り口付近



写真 15 海岸（第二排水溝付近）入り口付近



写真 16 海岸（第二排水溝付近）



写真 17 海岸（第二排水溝付近）



写真 18 海岸（第二排水溝付近）



写真 19 海岸（第二排水溝付近）の護岸



写真 20 海岸（第一排水溝付近）



写真 21 特高変電所



写真 22 特高変電所



写真 23 特高変電所



写真 24 特高変電所



写真 25 十二町川



写真 26 十二町川



写真 27 十二町川



写真 28 中間開閉所・第2 中間開閉所



写真 29 中間開閉所・第2 中間開閉所



写真 30 真砂橋



写真 31 真砂橋へのスロープ

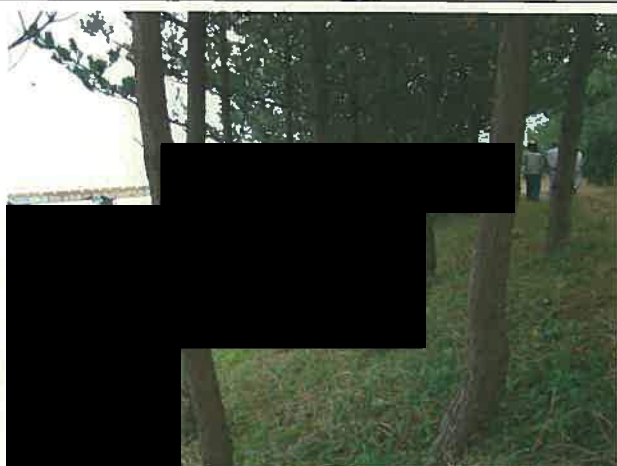


写真 32 真砂橋ヨコ



写真 33 新川



写真 34 新川

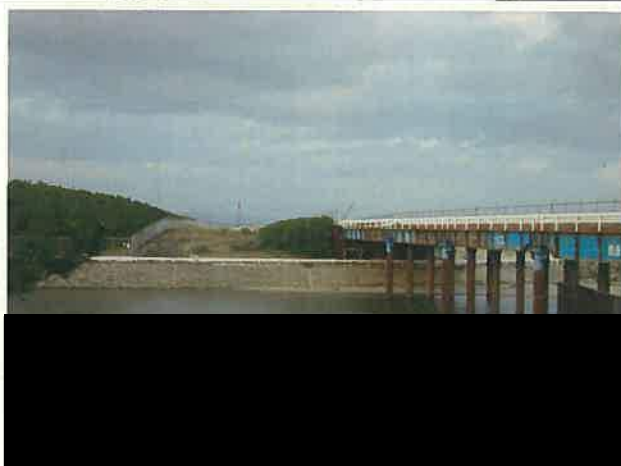


写真 35 新川河口



写真 36 新川河口

3. 東海サイトのモデル化

3.1 常陸那珂港のモデル化

津波数値シミュレーションを行うに当たり、その前提となる海底地形、陸上地形、河川形状等を考慮したの詳細な津波遡上計算用格子分割モデルを作成する。

計算格子としては、想定される津波の周期に基づき、波長の 1/20 以下を確保するように分割する。なお、想定される津波の周期は、既往の計算結果等に基づき設定するものとする。

計算領域の全体の格子分割を図 3.1-1 に示す。日本海溝全域を含む南北 1317.6km (4.32km×305)、東西 820.8km (4.32km×190) の長方形の領域を計算領域とした。

岩手県から千葉県までの太平洋沿岸は少なくとも 240m までは細分化するとし、240m 格子の領域より沖合には 720m (3 倍)、2160m (3 倍)、4320m (2 倍) の順で格子を大きくした。

格子を接続する水深(目安)は、想定される津波の周期に基づき設定する必要がある、想定される津波の周期は想定される津波の断層面の幅と水深から概算することが可能である。三陸沖の津波地震は断層幅が比較的小さく水深も深いことから、周期が最も短くなると考えられる。

断層幅が 50km の場合、波長(λ)はほぼその 2 倍の 100km 程度と推定される。海溝付近の水深 (5000m~7000m) から波速 (C) は 220m/s~260m/s と推定され、 $T=\lambda/C$ の関係より、津波の周期(T)は 7 分程度と考えられる。

周期 7 分の津波に対して波長の 1/20 以下の格子を確保するように、格子分割を設定した。 α を 1 波長あたりの格子数とすると、格子間隔(Δs)と水深(h)は、

$$\Delta s < \frac{T\sqrt{gh}}{\alpha}$$

を満足する必要がある。ここで g は重力加速度である。これを格子間隔に対する最小水深 $h_{\min}$ を求める式に変換すると、

$$h_{\min} = \frac{1}{g} \left(\frac{\Delta s \cdot \alpha}{T} \right)^2$$

となる。各格子間隔に対する最小水深を表 3.1-1 に示す。

表 3.1-1 は、4320m 格子が適用できるのは水深が約 4320m より深い範囲であること、2160m 格子が適用できるのは水深が約 1080m より深い範囲であること、720m 格子が適用できるのは水深が約 120m より深い範囲であることを示している。

地形データの作成に用いたデータは次の通りである。

沖合 4320m 及び 2160m 格子のデータについては、(財)日本水路協会「JTOPO30-日本近海 30 秒グリッド水深データ」を用い、沿岸域の 720m 及び 240m は、(財)日本水路協会「沿岸の海の基本図デジタルデータ」を用いて作成した。

表 3.1-1 格子間隔に対する最小水深

格子間隔 $\Delta s(\text{m})$	1 波長あたり の格子数 α	津波の周期 $T(\text{min})$	格子間隔に対する 最小水深 ^{*1} $h_{\min}(\text{m})$
4320	20.0	7.0	4318.2
2160	20.0	7.0	1079.6
720	20.0	7.0	120.0
240	20.0	7.0	13.3
80	20.0	7.0	1.48
40	20.0	7.0	0.37
20	20.0	7.0	0.093
10	20.0	7.0	0.023

注記 1 : $h_{\min} = \frac{1}{g} \left(\frac{\Delta s \cdot \alpha}{T} \right)^2$

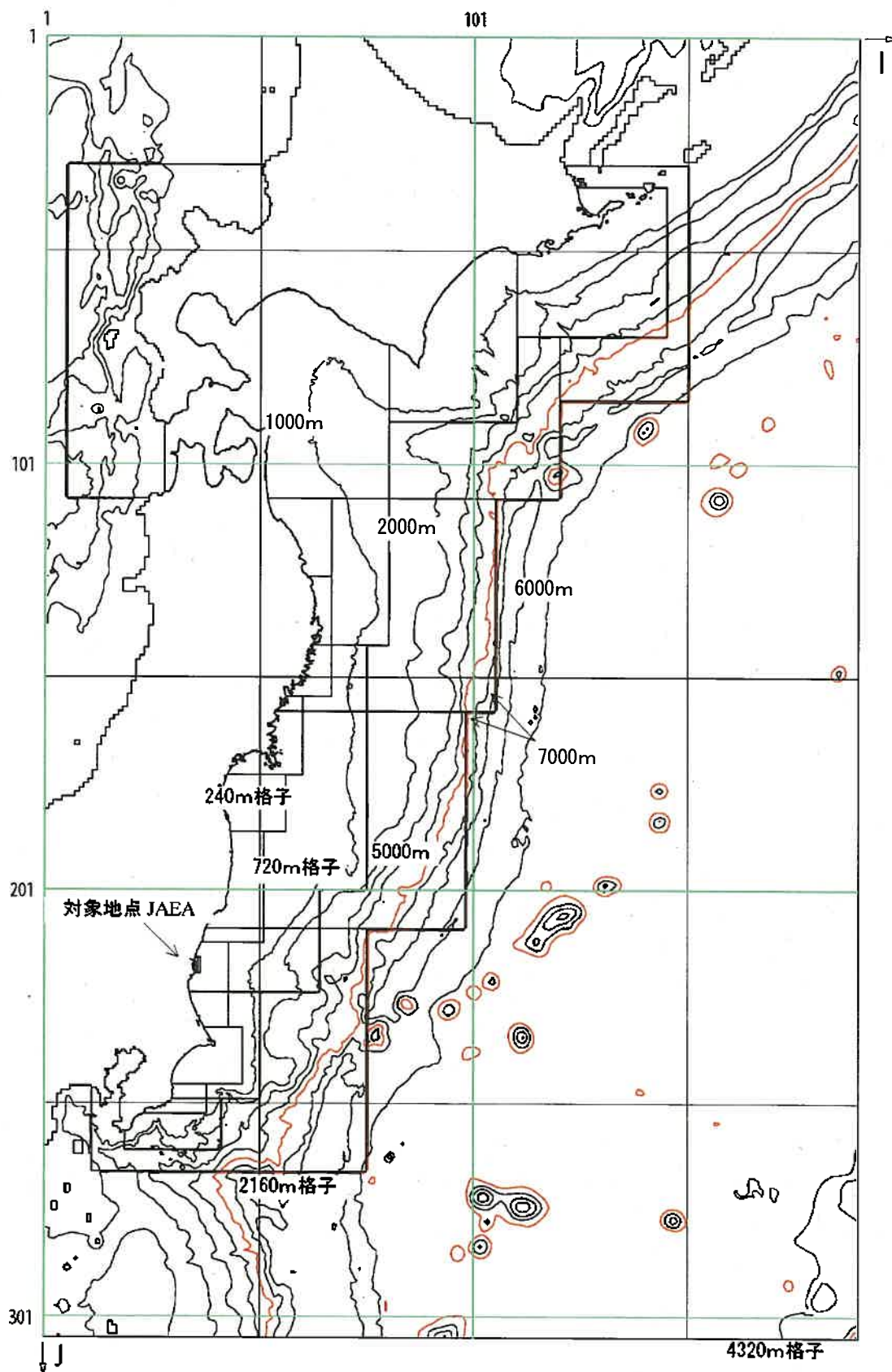


図 3.1-1 格子分割モデルの全体図 (4320m, 2160m, 720m 及び 240m 格子)

3.2 河川(新川)遡上及び敷地遡上のための細分化及びモデル化

対象地点についてはさらに 80m→ 40m→ 20m→ 10m の順に細分化する。(遡上計算領域)

敷地周辺の水深については、日本原子力発電(株)による「東海水深図(第 77 次)平成 19 年 8 月」を用いて水深データを作成した。(図 3.2-1 参照)

標高データについては、図 3.2-2 に示す茨城県による地形データ(12m メッシュ)を参考にして作成し、敷地については、日本原子力研究開発機構殿より提供された敷地平面図(CAD 図面)を元に作成した。

以上のデータを基に作成した対象地点周辺の 40m, 20m 及び 10m 格子の接続状況を図 3.2-3 に、敷地周辺のモデル図(10m 格子)を図 3.2-4 に、鳥瞰図(3D イメージ)を図 3.2-5 に示す。

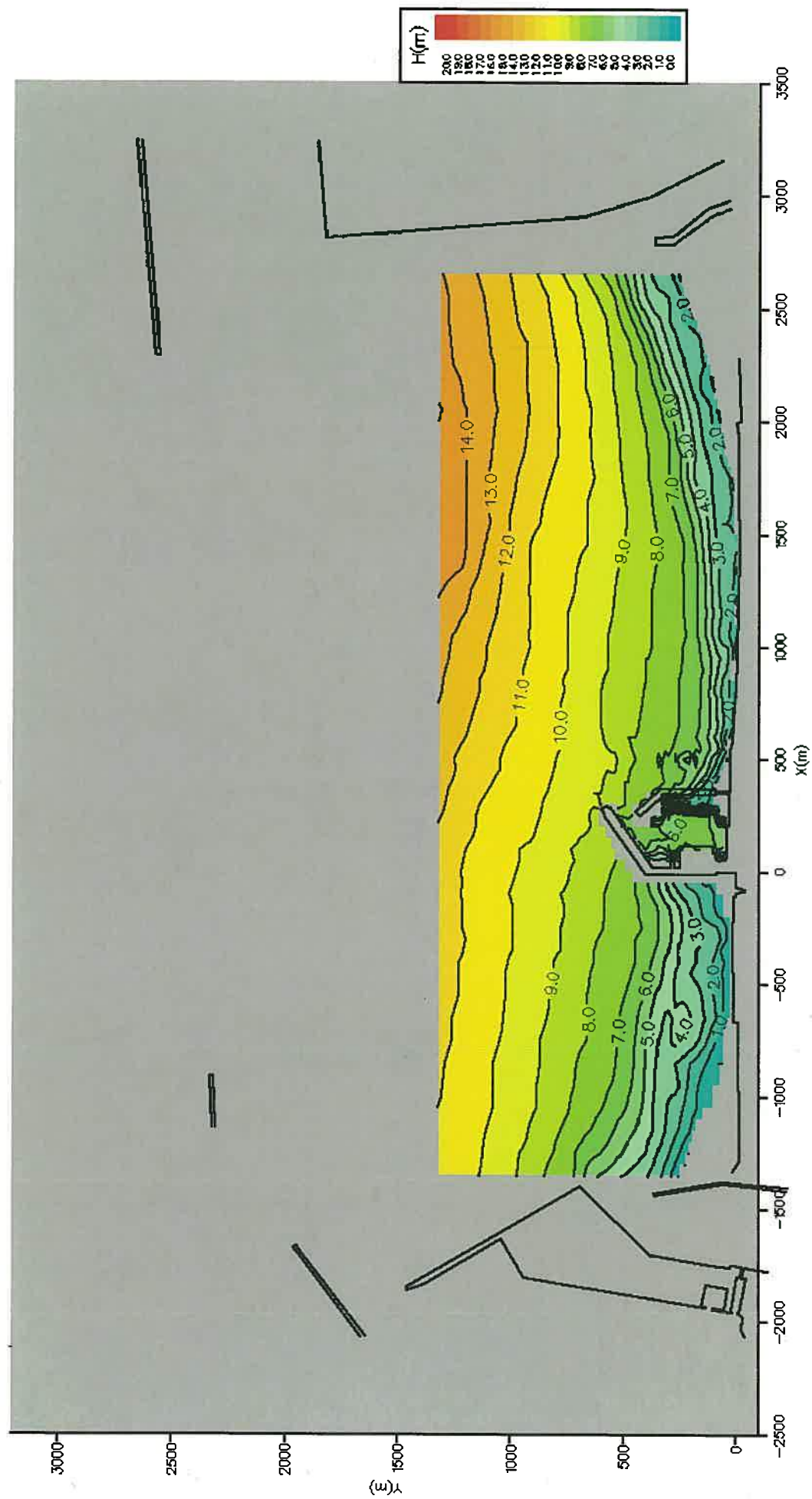


図 3.2-1 東海水深図(第 77 次)：平成 19 年 8 月，日本原子力発電 (株) より 注：値は HP 表示

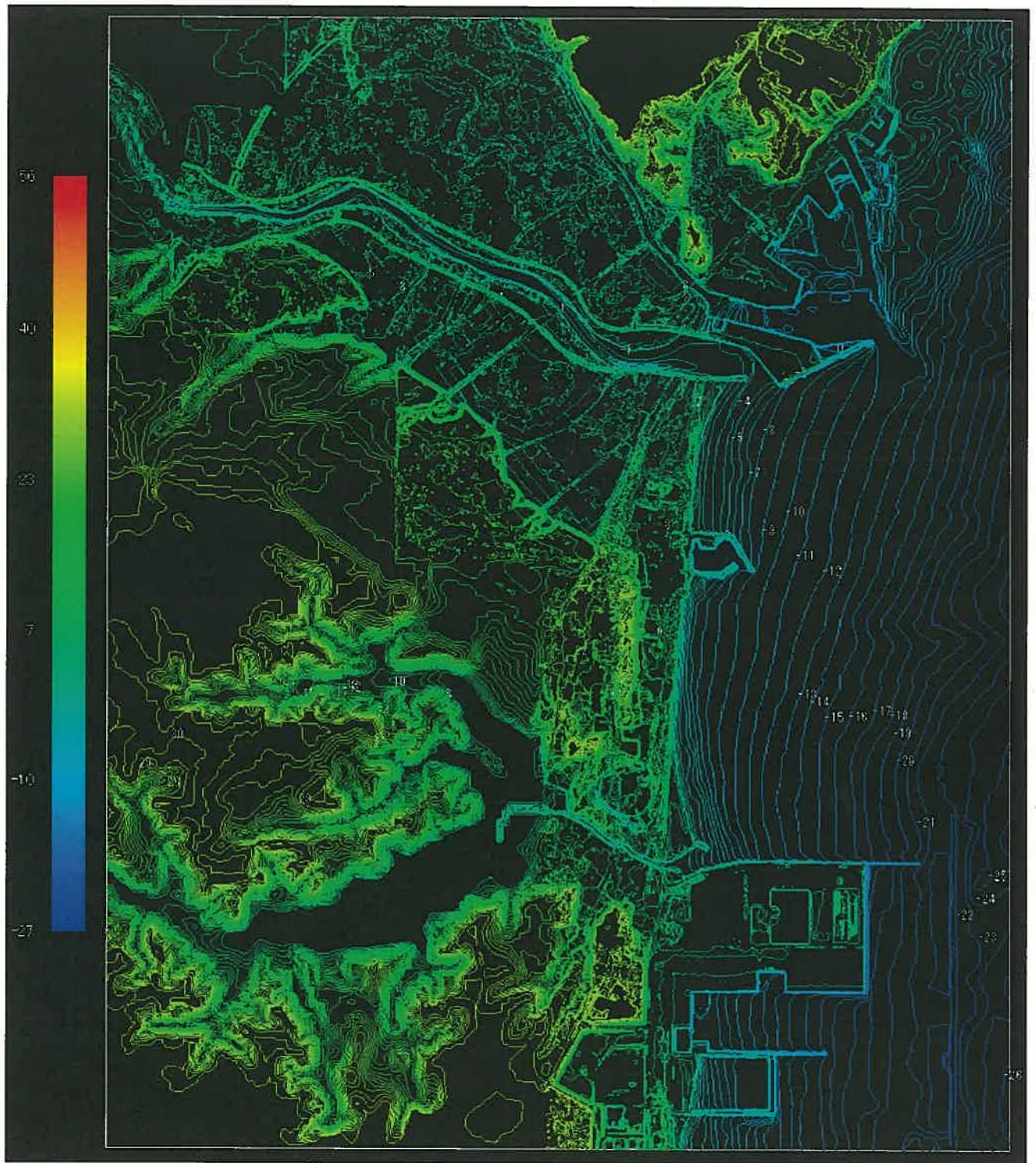


図 3.2-2 茨城県による常陸那珂港の津波解析用地形データのコンター図(平成 19 年 3 月)

注：値は TP 表示，12.5m 格子データより作成

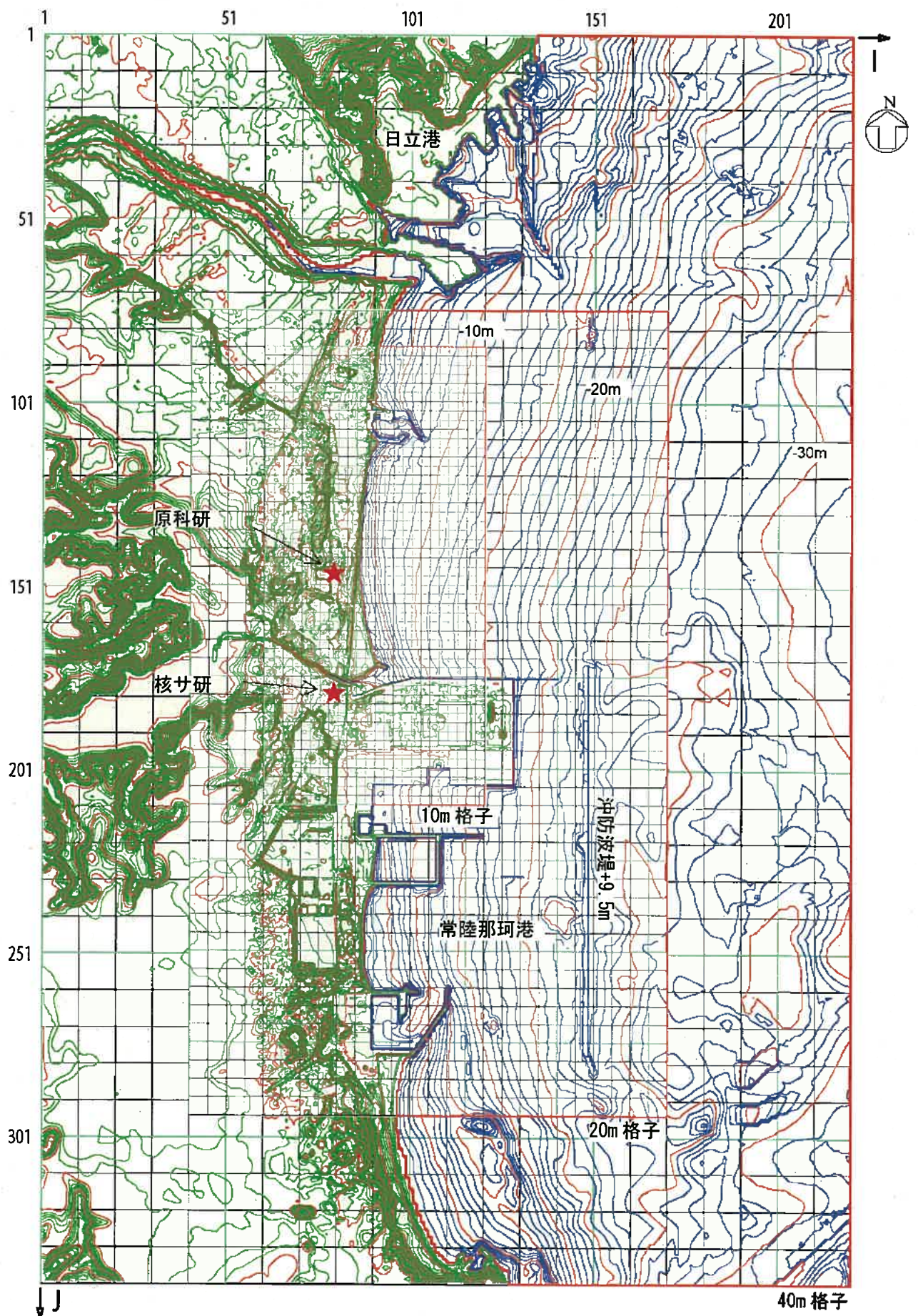


図 3.2-3 詳細分割格子 (格子サイズ 40m, 20m, 10m)

注 1) 図中の数字は TP(m) で表示
 注 2) 等高線及び水深線は 1m ピッチ表示
 注 3) 格子の線は 10 格子ごとに表示



図 3.2-4 敷地周辺のモデル化 (10m 格子)
津波解析用地形データによるコンター図とCAD図面の重ね書き

- 注 1) 図中の数字は TP (m) で表示
 注 2) 等高線及び水深線は 1m ビッチ表示
 注 3) 格子の線は 10 格子ごとに表示

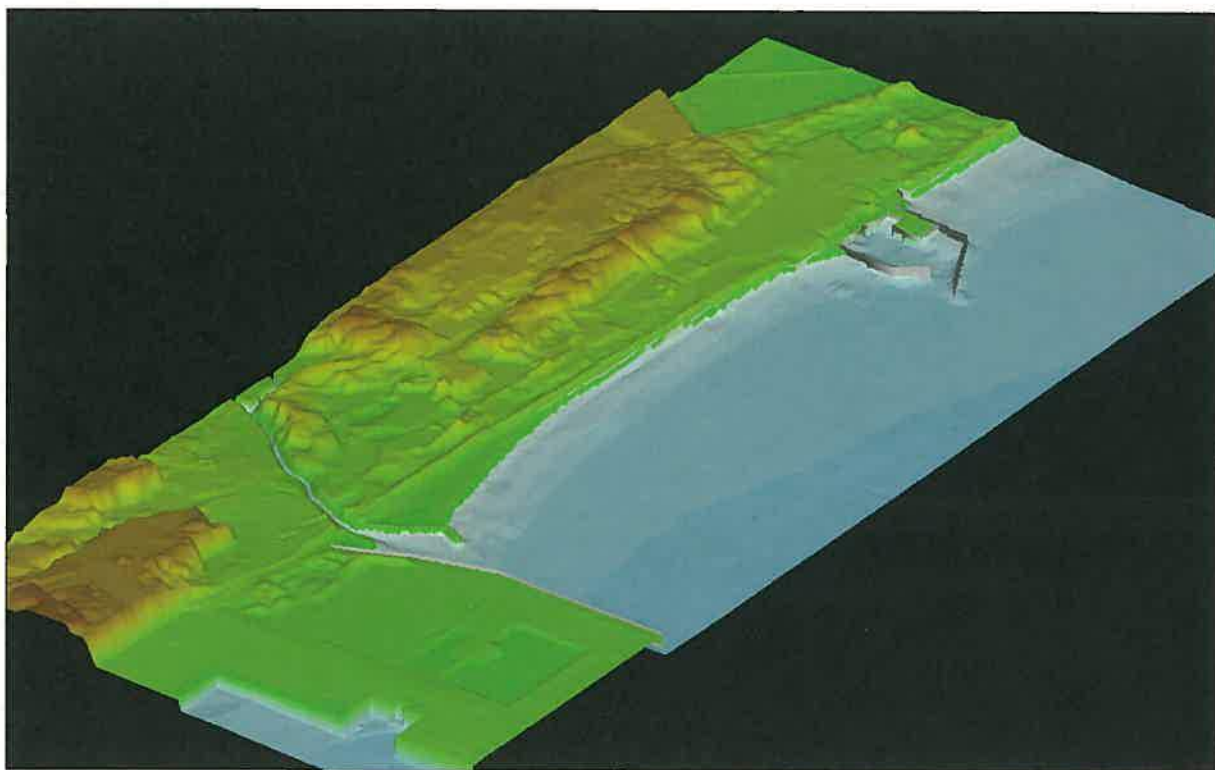


図 3.2-5 敷地周辺の 3Dイメージ (10m 格子)

4. 既往津波に関する検討

4.1 既往津波の断層モデルの設定

東海サイトに影響が大きいとされる既往津波は、近地津波としては1677年延宝房総沖地震津波、遠地津波としてはチリ沖地震津波が挙げられる。

(1) 1677年延宝房総沖地震津波

1677年延宝房総沖地震津波の断層モデルとしては、以下の2つがある。

- ①土木学会「原子力発電所の津波評価技術（平成14年2月）」（土木学会モデル）
- ②茨城県「茨城沿岸津波浸水想定区域調査（平成19年3月）」（茨城県モデル）

断層モデルの諸元を表4.1-1に示し、茨城県モデルと土木学会モデルの断層位置を図4.1-1に重ね合わせて示す。

表 4.1-1 断層モデルの諸元

1677年房総沖	Mw	長さ L (km)	幅 W (km)	上縁深さ d(km)	すべり量 D (m)	傾斜角 δ (°)	すべり角 λ (°)
土木学会モデル	8.17	200.0	50.0	1.0	6.50	20	95
茨城県モデル	8.29	要素断層数 972 の不均質モデル（アスペリティモデル）					

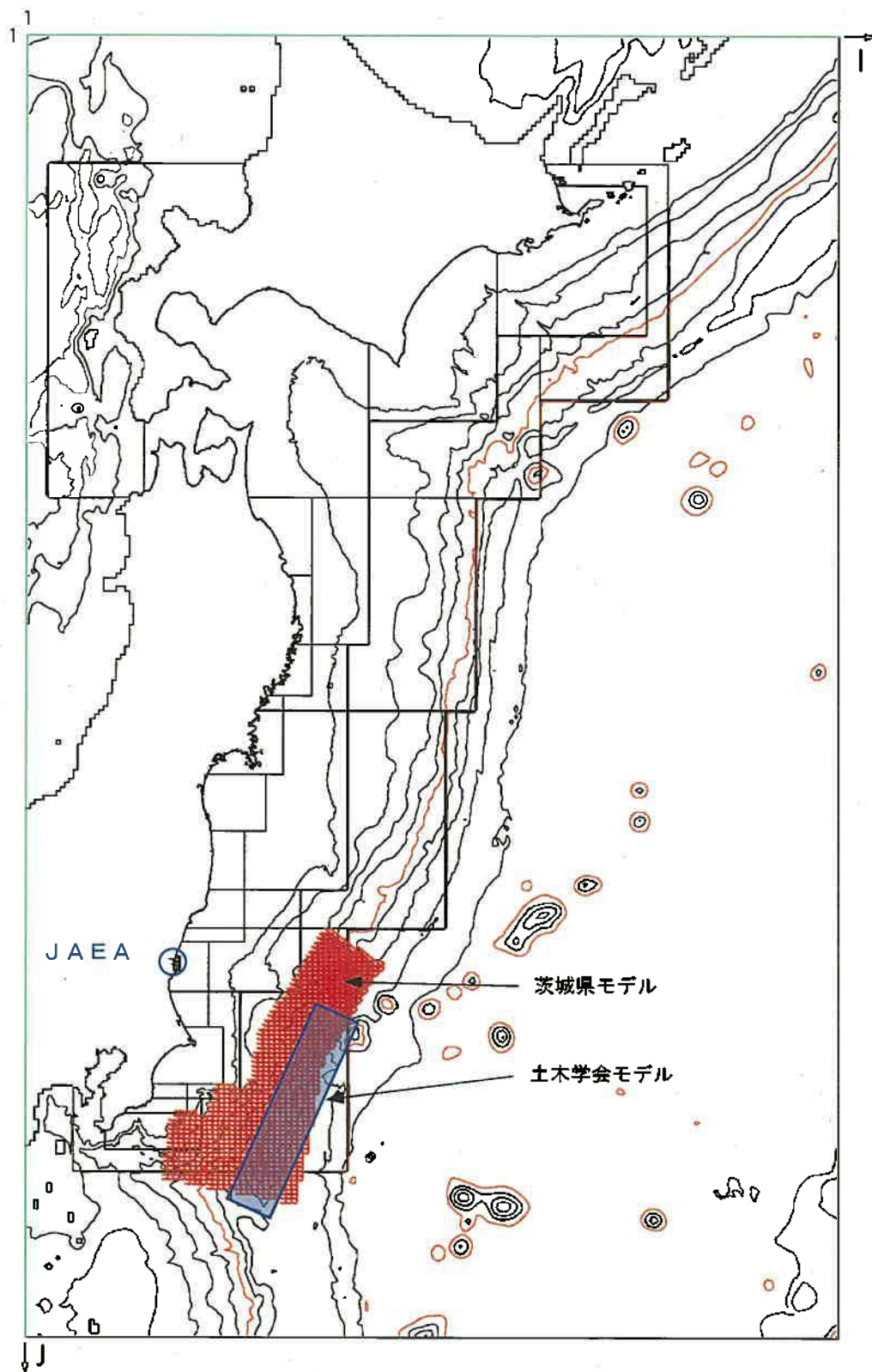


図 4.1-1 1677 年延宝房総沖地震津波の断層モデルの位置
(土木学会モデル及び茨城県モデル)

(2) 1960 年チリ沖地震津波

チリ沖地震津波の断層モデルの諸元を表 4.1-2 に、断層モデル位置を図 4.1-2 に示す。

表 4.1-2 チリ津波の断層モデルの諸元

Mw	長さ L (km)	幅 W (km)	上縁深さ d(m)	すべり量 D(m)	傾斜角 $\delta(^{\circ})$	すべり角 $\lambda(^{\circ})$	走向 $\theta(^{\circ})$
9.3	850	180	1.0	12.75	20	105	N7° E

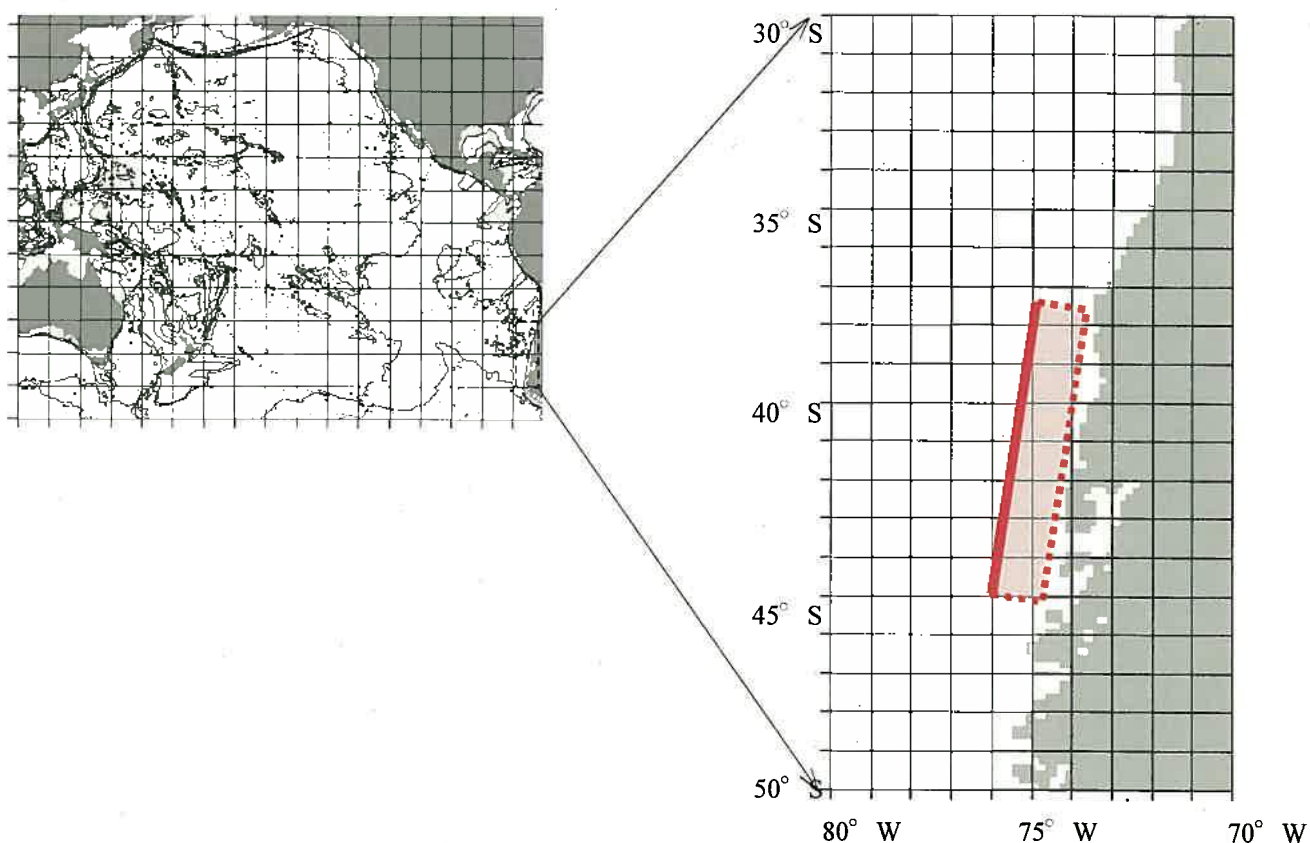


図 4.1-2 1960 年チリ沖地震津波における断層モデル位置

4.2 モデル化手法及び数値計算手法の妥当性の検討

(1) モデル化手法および数値計算手法

(a) 近地計算の場合

a) 基本方程式と計算スキーム

数値計算の基礎方程式及び計算スキームとして非線形長波理論（浅水理論）に基づく後藤の方法（後藤・小川(1982)）を用いた。基礎方程式は次の通りである。

① 連続式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0$$

② 運動方程式

$$\begin{aligned} \frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} - K_h \left(\frac{\partial^2 M}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M}{\partial y^2} \right) + \gamma_b^2 \frac{M \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} &= 0 \\ \frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} - K_h \left(\frac{\partial^2 N}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial y^2} \right) + \gamma_b^2 \frac{N \sqrt{M^2 + N^2}}{D^2} &= 0 \end{aligned}$$

ここに、 t ：時間、 x, y ：平面座標、 η ：静水面から鉛直上方にとった水位変動量、 M ： x 方向の線流量、 N ： y 方向の線流量、 h ：静水深、 D ：全水深（ $D = h + \eta$ ）、 g ：重力加速度、 K_h ：水平渦動粘性係数、 γ_b^2 ：摩擦係数（ $= gn^2 / D^{1/3}$ 、 n ：マンニングの粗度係数）である。ただし、水平渦動粘性係数はゼロとした。

計算スキームの概要は次の通りである。

- ・時間積分スキームは主にリープフロッグ法による。
- ・変数の配置はスタッガードシステムによる。
- ・保存型移流項に一次風上差分法を用いる。
- ・摩擦項は不安定にならないように陰的に近似する。

b) 初期条件

数値計算の初期条件設定に必要となる海底面の鉛直変位分布については、地震発生地盤が等方で均質な弾性体であるとの仮定のもとで地震断層運動に伴う変位分布を計算する Mansinha and Smylie(1971)の方法を用いて計算した。

変位の継続時間はゼロとし、瞬時に海底変位が生じるとして計算した。

c) 境界条件

沖側境界条件については、特性曲線法をもとに誘導される自由透過の条件（後藤・小川(1982)）を用いた。

陸側境界条件については、陸上部への遡上を考慮しない場合は、汀線を鉛直無限壁と考えて汀線に直角な方向の線流量をゼロ（完全反射）とした。陸上斜部への遡上を考慮する

場合や浅い海域の引き波の際には、津波先端部での地形を格子間隔幅の段階上に近似し、計算過程で時刻ステップ毎に段階上に水があるか否かを判別した。先端条件の扱いは、岩崎・真野（1979）の方法を基本に、小谷ら（1998）の方法も取りいれて設定した。

防波堤や護岸等の構造物を越流する際の境界条件については、防波堤等を格子間の境界条件で表現し、次のように本間公式（本間（1940））および相田公式（相田（1977））を用いて流量を評価した。

①本間公式（本間（1940））

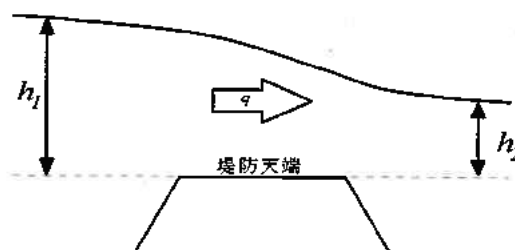
計算領域内に防波堤・防潮堤が存在し、水位がその天端高を越えた場合（図 4.2-1 参照）、天端高を基準とした堤前後の水深を h_1 、 h_2 （ $h_1 > h_2$ ）とすると、越流状態に応じて堤単位長さ当たり越流量 q を以下のように求めることができる（岩崎ら（1981）、後藤・小川（1982））。

（完全および不完全越流）

$$q = \mu h_1 \sqrt{2gh_1} \quad h_2 \leq \frac{2}{3}h_1$$

（潜り越流）

$$q = \mu' h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad h_2 \geq \frac{2}{3}h_1$$



ここに、 $\mu=0.35$ 、 $\mu'=2.6\mu$ 、重力加速度 g 図 4.2-1 本間公式の説明図

なお、越流しない防波堤・防潮堤では、それを無限鉛直壁とする完全反射条件を与え、堤に直角方向の線流量をゼロとする。

②相田公式（相田（1977））

汀線に護岸が存在する場合（図 4.2-2 参照）には、潜堤の場合のように流量係数 C_l を用い、護岸内側への堤単位長さ当たりの越流量 q を以下のように求めることができる。

$$q = C_l H_l \sqrt{g\Delta H}$$

ここに、 H_l ：護岸上面からの水位

ΔH ：不連続箇所での水位差

$$C_l = 0.6$$

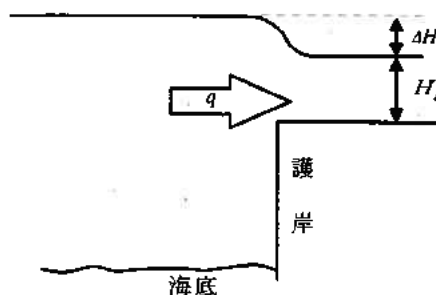


図 4.2-2 相田公式の説明図

(b) 遠地計算の場合

遠地津波の数値解析は、太平洋全域を解析領域とした外洋伝播解析と、近地津波解析を組み合わせで行った。近地津波解析は、沖側境界に入射波を与える方法で行い、入射波は遠地津波解析の計算結果から、沖側境界位置で入射波成分を抽出することにより設定した。

a) 外洋伝播解析

・基礎方程式

基礎方程式は、今村・他(1989)と同様に、コリオリ力の影響を考慮した下式に示す線形分散波理論式を極座標系にて表したものをを用いた。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \lambda} \left[\frac{\partial (M \cos \lambda)}{\partial \lambda} + \frac{\partial N}{\partial \phi} \right] = 0$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{gh}{R} \frac{\partial \eta}{\partial \lambda} + fN - \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial \lambda} \left[\frac{h^3}{3} F_3 \right] = 0$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{1}{R \cos \lambda} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} - fM - \frac{1}{R \cos \lambda} \frac{\partial}{\partial \phi} \left[\frac{h^3}{3} F_3 \right] = 0$$

$$F_3 = \frac{1}{R \cos \lambda} \left[\frac{\partial^2}{\partial t \partial \lambda} (u \cos \lambda) + \frac{\partial^2 v}{\partial t \partial \phi} \right]$$

ここで、 R ：地球の半径、 λ ：緯度座標、 ϕ ：経度座標、 M ：緯度方向の線流量、 N ：経度方向の線流量、 η ：水位、 u ：緯度方向の流速、 v ：経度方向の流速、 f ：コリオリ因子、 h ：水深、 g ：重力加速度である。

なお、海底摩擦力は考慮していない。

・計算スキーム

計算点の配置は、スタaggerドシステムとし、時間積分スキームは陰解法を用いた。

・初期条件

近地津波における解析と同様に、地震断層モデルを基にした Mansinha and Smylie(1971)の方法によって、海底面の鉛直変位を直接海面に与えて計算を行った。

・境界条件

沖側の境界は自由透過とし、陸側の境界は遡上波等を考慮せず、完全反射として計算を行った。

・計算領域および地形データ

計算領域は、図 4.2-3 に示すように、北緯 63° から南緯 60° 、東経 120° から西経 70° の範囲を極座標系で表したものを用了。

地形データは、NOAA/NGDC(1994)による 5 分格子間隔のデータから作成した。今回用いた地形データの計算格子間隔は、緯度、経度方向共に 10 分（赤道付近でおよそ 18.5km）である。また、計算時に海底の露出がないように、最低水深は 100m とした。

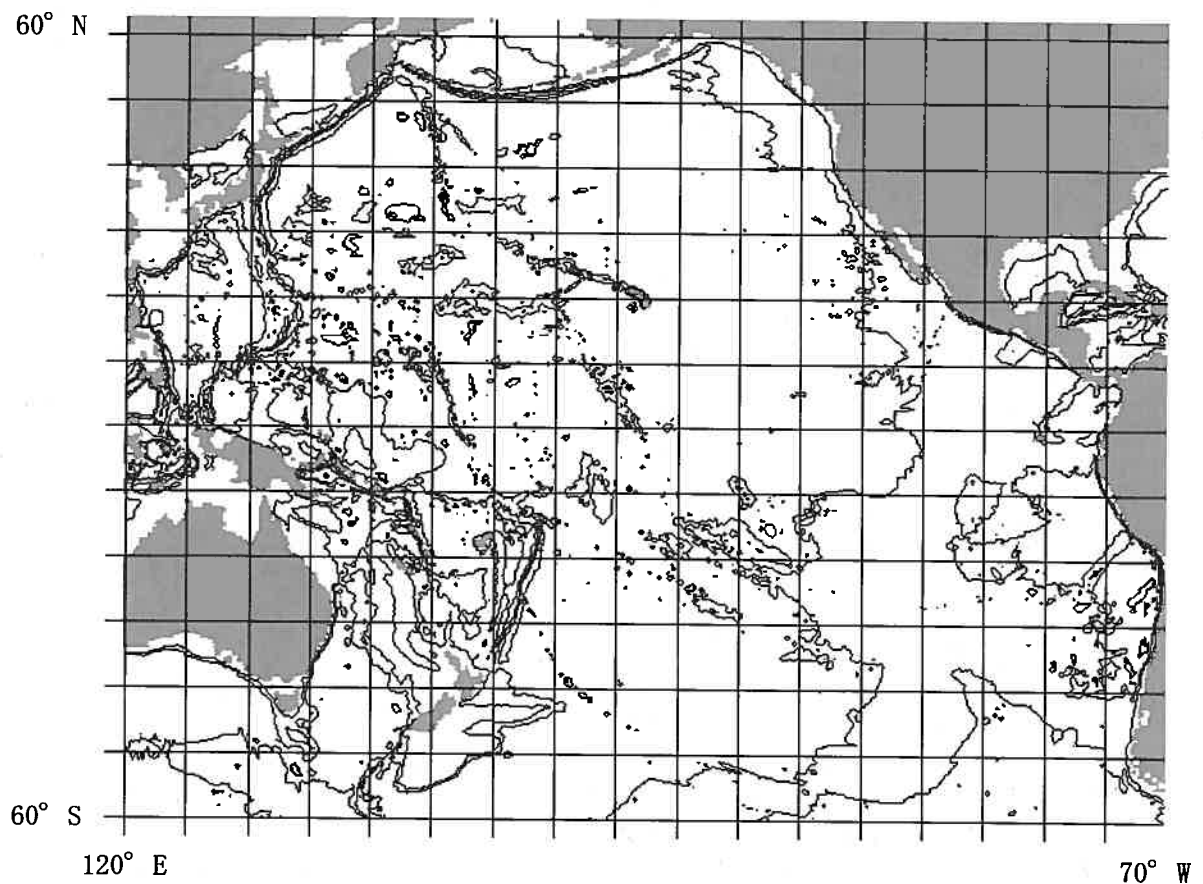


図 4.2-3 計算に用いた領域（外洋伝播計算）

b) 近地津波解析

・基礎方程式

近地津波解析は、近地津波評価の数値解析モデルと同様に、非線形長波方程式を支配方程式とした計算を行った。

・沖側入射波形

外洋伝播解析の計算格子と、近地津波解析の沖側境界位置の関係を図 4.2-4 に示す。沖側境界位置で外洋伝播解析による計算波形を抽出し、後藤・小川(1982)と同様の特性曲線法により、入射波と反射波の分離を行った。計算波形には、日本列島や大陸からの反射波が含まれているため、入射波と反射波を分離する必要がある。分離した入射波成分を近地津波解析の沖側境界に入力した。

特性曲線法による入射波成分の計算は、下記のように行った。

水平床の線形長波を考えたとき、線形長波式は、一次元伝播の場合に、

$$\begin{aligned}\frac{\partial u}{\partial t} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial \eta}{\partial t} + h \frac{\partial u}{\partial x} &= 0\end{aligned}$$

両式の和および差をとると、

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial t} \pm \sqrt{gh} \frac{\partial}{\partial x} \right\} \left(u \pm \sqrt{\frac{g}{h}} \eta \right) = 0$$

(式 4.1-7) は、 $\frac{dx}{dt} = \pm \sqrt{gh}$ という特性線上で $u \pm \sqrt{\frac{g}{h}} \eta$ という特性量をもつということであるので、 $\frac{dx}{dt} = \pm \sqrt{gh}$ に沿って $u \pm \sqrt{\frac{g}{h}} \eta = \text{一定}$ という関係が導かれる。

今回の計算における水位 η は、下式により計算した。

$$\begin{aligned}Z &= \left(1 - \frac{\sqrt{gh}\Delta t}{\Delta x} \right) \times \eta_i + \frac{\sqrt{gh}\Delta t}{\Delta x} \times \eta_{i+1} \\ V &= \left(0.5 + \frac{\sqrt{gh}\Delta t}{\Delta x} \right) \times u_i + \left(0.5 - \frac{\sqrt{gh}\Delta t}{\Delta x} \right) \times u_{i-1} \\ \eta &= \frac{1}{2} \left(Z - \frac{h}{\sqrt{gh}} V \right)\end{aligned}$$

ここで、 Δx : 格子間隔、 Δt : 時間間隔、 u : 流速、 ij : 位置に関する離散化量である。

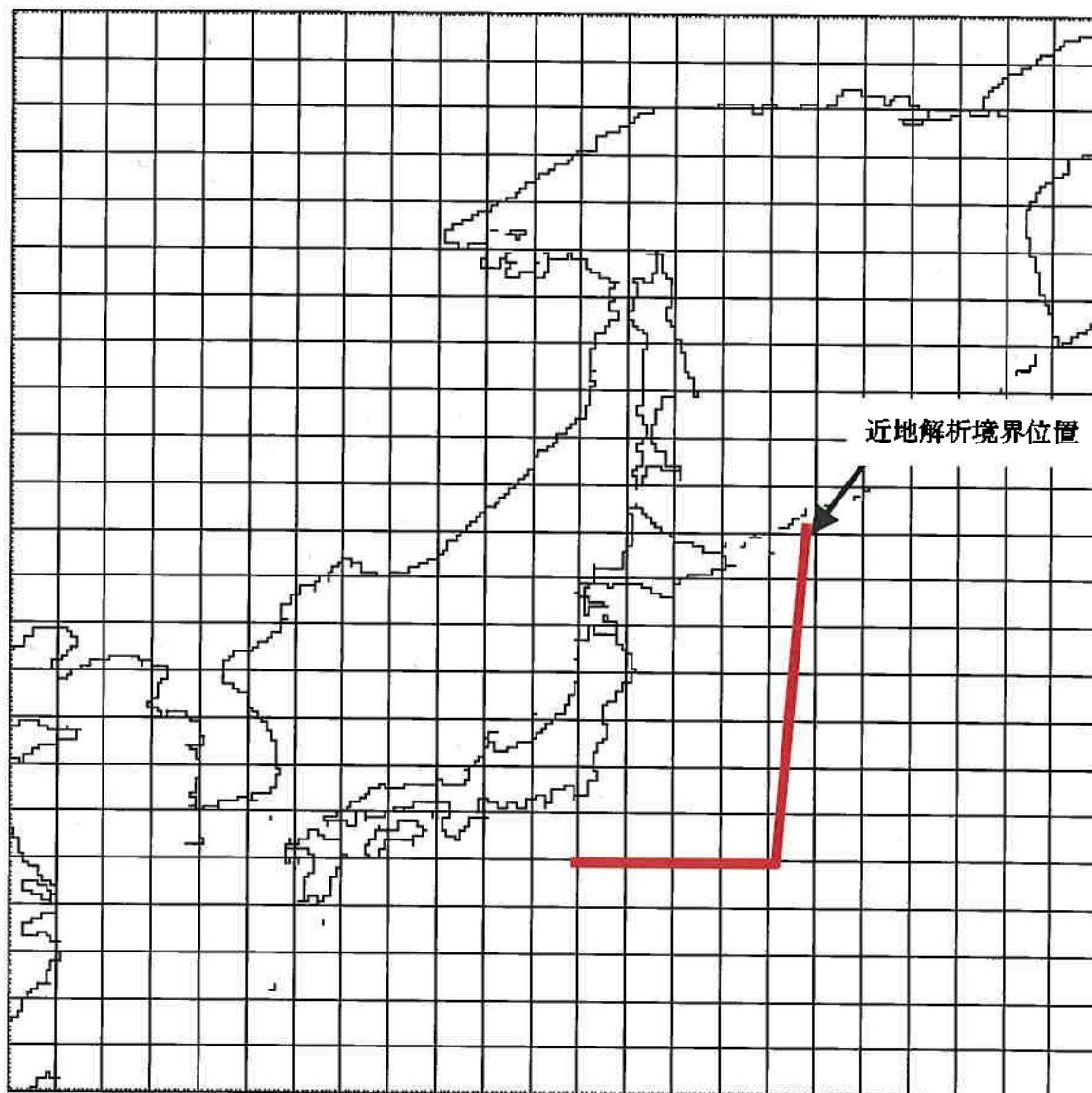


図 4.2-4 近地津波解析の境界位置

(3) モデル化および解析手法の妥当性

本検討の近地および遠地計算において、モデル化および解析手法について、土木学会原子力土木委員会(2002)の手法と比較したものを表 4.2-1 に示し、本検討の津波解析手法の妥当性を確認している。

表 4.2-1 数値シミュレーション手法及び条件の比較

項 目	津波評価技術の手法・条件：土木学会(2002)	本検討の手法・条件	
基礎方程式と 数値計算スキーム	・近海伝播を対象とした場合、非線形長波理論に基づく後藤の方法又は田中の方法を推奨している。水深が深い場合は、線形長波理論を用いても良い。 ・遠方海域からの伝播を対象とした場合、球座標系に基づく線形分散波理論を適用する。	・近地津波及び遠地津波における近海伝播計算には、後藤の方法を用いている。 ・遠地津波における遠方海域伝播計算には、球座標系に基づく線形分散波を用いている。	・標準的な手法を適用した。
初期条件	・断層モデルにより計算した鉛直変位分布をその直上の海面に与える。鉛直変位分布の計算は Mansinha and Smylie の方法が一般的である。 ・海底変位継続時間を考慮しても良い。	・Mansinha and Smylie の方法で計算した鉛直変位分布をその直上の海面に与えている。 ・海底変位継続時間は考慮していない。	・標準的な手法を適用した。
境界条件	・沖側境界条件：後藤・小川の自由透過の条件を標準とする。 ・陸側境界条件：完全反射条件又は岩崎・真野または小谷ら(1998)の陸上遡上境界条件を用いる。 ・越流境界条件：格子の地盤高による表現又は越流を本間公式や相田公式で考慮する。	・沖側境界条件：後藤・小川の自由透過の条件を用いている。 ・陸側境界条件：空間格子間隔により完全反射条件又は小谷らの陸上遡上境界条件を使い分けている。 ・越流境界条件：越流を本間公式や相田公式で考慮している。	・標準的な条件を満たした。
計算領域及び空間格子間隔の設定	・空間格子間隔：波源域・伝播過程では、津波空間波形の1波長の1/20以下を格子間隔とし、地形に応じて更に細分化する。評価地点では25m程度の格子で、港口幅の1/5程度にすることを目安とする。 ・領域の結合：空間格子間隔の異なる領域を1/3あるいは1/2等の割合で減少させて結合する。	・空間格子間隔：波源域・伝播過程では、津波空間波形の1波長の1/20以下の格子間隔としている。評価地点では10mの格子間隔を用いている。 ・領域の結合：空間格子間隔の異なる領域を1/3あるいは1/2の割合で減少させて結合している。	・標準的な条件を満たした。
時間格子間隔	・C.F.L.条件を満たすように設定する。	・C.F.L.条件を満たすように設定している。	・標準的な条件を適用した。
地形データ	・最新の海底地形図、陸上地形図等をもとに作成する。	・最新の海底地形図、陸上地形図等をもとに作成している。	・標準的な条件を適用した。
諸係数	・摩擦項：マンニングの粗度係数（標準値 $n=0.03$）又は摩擦係数により評価する。 ・渦動粘性係数：考慮する場合には $10\text{m}^2/\text{s}$ 以下を目安とする。	・摩擦項：マンニングの粗度係数（$n=0.03$）を用いている。 ・渦動粘性係数：考慮していない。	・標準的な条件・値を適用した。
再現時間	・最大水位上昇量及び最大水位下降量を捉えるように十分な時間を設定する。	・最大水位上昇量及び最大水位下降量の出現に十分な時間を設定している。	・標準的な考え方を満足した。

【参考文献】

- (1) 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, 52p.
- (2) Mansinha, L., and D. E. Smylie : 1971, The displacement fields of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, vol.61, No.5, pp.1433-1440.
- (3) 岩崎敏夫・真野明(1979): オイラー座標による二次元津波遡上の数値計算, 第 26 回海岸工学講演会論文集, pp.70-74.
- (4) 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, 第 45 回海岸工学講演会論文集, pp.356-360.
- (5) 本間仁(1940): 低溢流堰堤の流量係数, 土木学会誌, 第 26 巻, 第 6 号, pp.635-645., 第 9 号, pp.849-862.
- (6) 相田勇(1977): 陸上に溢れる津波の数値実験—高知県須崎および宇佐の場合—, 東京大学地震研究所彙報, Vol.52, pp.441-460.
- (7) 今村文彦・後藤智明・首藤伸夫(1989): 1960 年チリ津波の再現計算—遠地津波に対する数値予報の可能性—, 東北大学工学部津波防災実験所研究報告, 第 6 号, pp.79-111.
- (8) 土木学会 原子力土木委員会(2002): 原子力発電所の津波評価技術, 平成 14 年 2 月

(2) 1677 年延宝房総沖地震津波の検証

モデル化手法および計算手法の妥当性を検討するために、1677 年延宝房総沖地震津波の検証計算を行う。

(a) 1677 年延宝房総沖地震津波の痕跡高

1677 年延宝房総沖地震津波の痕跡高について、以下に示す論文がある。ここで、③茨城県(2007)は茨城県(平城 19 年 3 月)が評価した痕跡高である。各論文による各地の津波高さを図 4.2-5 に示す。②羽鳥(2003)から地名と推定津波高の数字を読取って整理したもの表 4.2-2 に示す。その結果から太平洋沿岸の痕跡高を整理したものを表 4.2-3 及び図 4.2-6 に示す。銚子以南の痕跡高については、各論文とも違いは見られないが、茨城県(2007)で銚子以北の痕跡高が他の論文より約 2 m 程度高く評価されている。

また、茨城県(2007)の論文に対して、本検討で設定した各地点の計算格子状の評価位置図 4.2-7 に示す。ここでは、参考として現在の海岸線及び防波堤の形状も示している。

①羽鳥(1975)：房総沖による津波の波源 —延宝(1677 年)・元禄(1703 年)・1953 年房総沖津波の規模と波源域の推定—, 地震研究所彙報, vol.50(1975),pp.83-91

②羽鳥(2003)：1677 年延宝房総沖津波の波高偏差, 歴史地震, 第 19 号(2003), pp.1-7

③茨城県(2007)：延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での痕跡高調査, 歴史地震, 第 22 号(2007)pp.53-59

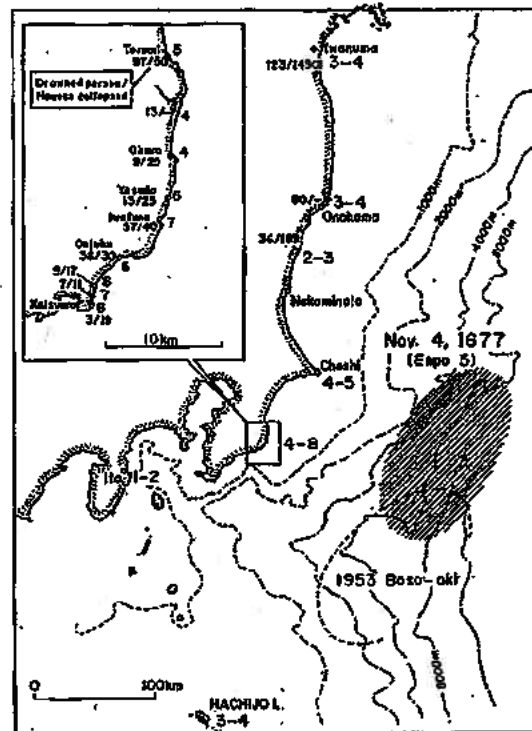


図 4.2-5(1) 各地の津波高さ：羽鳥(1975)

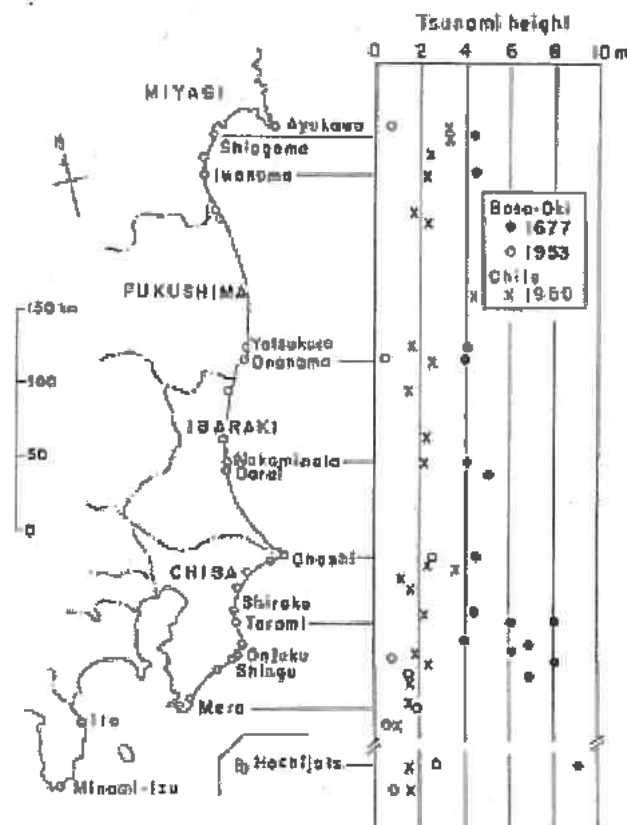


図 4.2-5(2) 各地の津波高さ：羽鳥(2003)

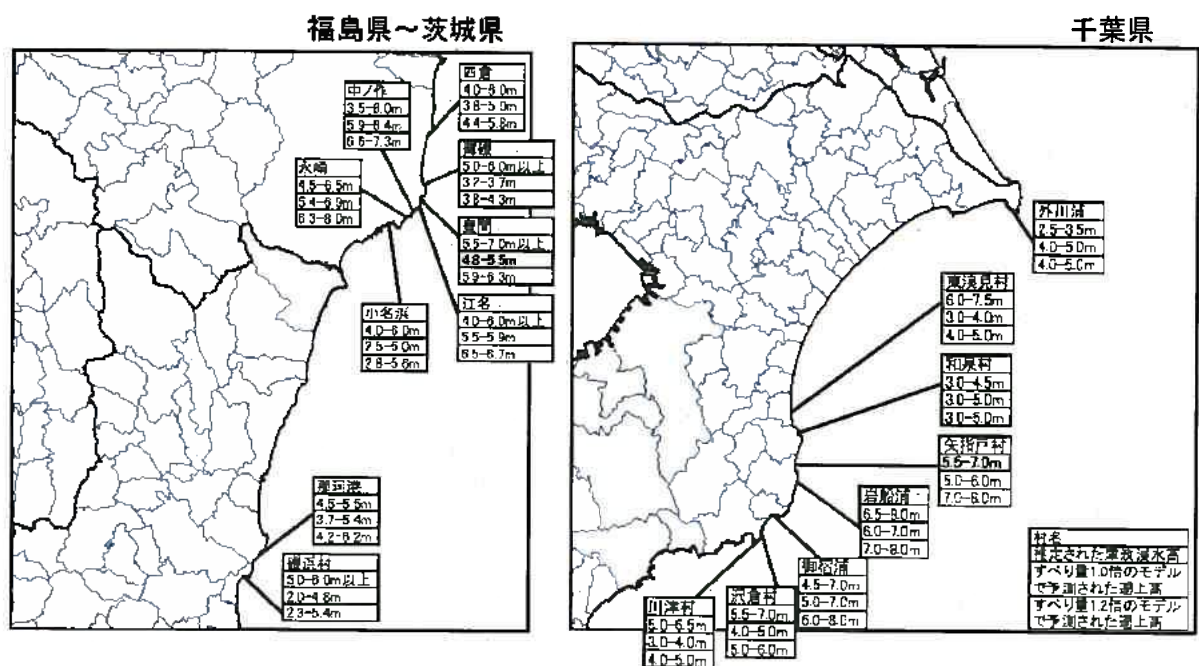


図 4.2-5(3) 各地の津波高さ：茨城県(2007)

表 4.2-2 延宝 5 年津波(1677 年 11 月 4 日)における各地の津波の高さ(羽鳥(2003))

地 名	推定津波高さ(m)
塩 釜	4 ～ 5
岩 沼	4 ～ 5
小名浜～四倉	4
那 珂 湊	4
大 洗	5
銚 子	4 ～ 5
白子・小母佐	4 ～ 5
東浪見(一宮)	6 ～ 8
小浜(大原)	4
岩 舟	7
御 宿	6
新宮(勝浦)	8

表 4.2-3 各文献の痕跡高の比較

地点		推定津波高さ(m)								
		羽鳥(1975)			羽鳥(2003)			茨城県(2007)		
		最小	中央	最大	最小	中央	最大	最小	中央	最大
宮城県	塩釜				4.0	4.5	5.0			
	岩沼海岸	3.0	3.5	4.0	4.0	4.5	5.0			
福島県	四倉				4.0	4.0	4.0	4.0	5.00	6.0
	薄磯							4.5	5.25	6.0
	豊間							5.5	6.25	7.0
	江名							4.0	5.00	6.0
	中ノ作							3.5	4.75	6.0
	永崎	3.0	3.5	4.0				4.5	5.25	6.0
	神白	3.0	3.5	4.0						
茨城県	小名浜	3.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.00	6.0
	那珂港				4.0	4.0	4.0	4.5	5.00	5.5
	大洗				5.0	5.0	5.0			
	茨城海岸磯浜村	2.0	2.5	3.0				5.0	5.50	6.0
千葉県	銚子				4.0	4.5	5.0			
	外川	4.0	4.5	5.0				2.5	3.00	3.5
	白子				4.0	4.5	5.0			
	東浪見	5.0	5.0	5.0	6.0	7.0	8.0	6.0	6.75	7.5
	和泉浦	4.0	4.0	4.0				3.0	3.75	4.5
	小浜	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.5	6.25	7.0
	矢差戸	6.0	6.0	6.0				6.5	7.25	8.0
	岩船	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0			
	御宿	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.0	6.00	7.0
	新宮	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0			
	沢倉	7.0	7.0	7.0				5.5	6.25	7.0
	川津	6.0	6.0	6.0				5.0	5.75	6.5

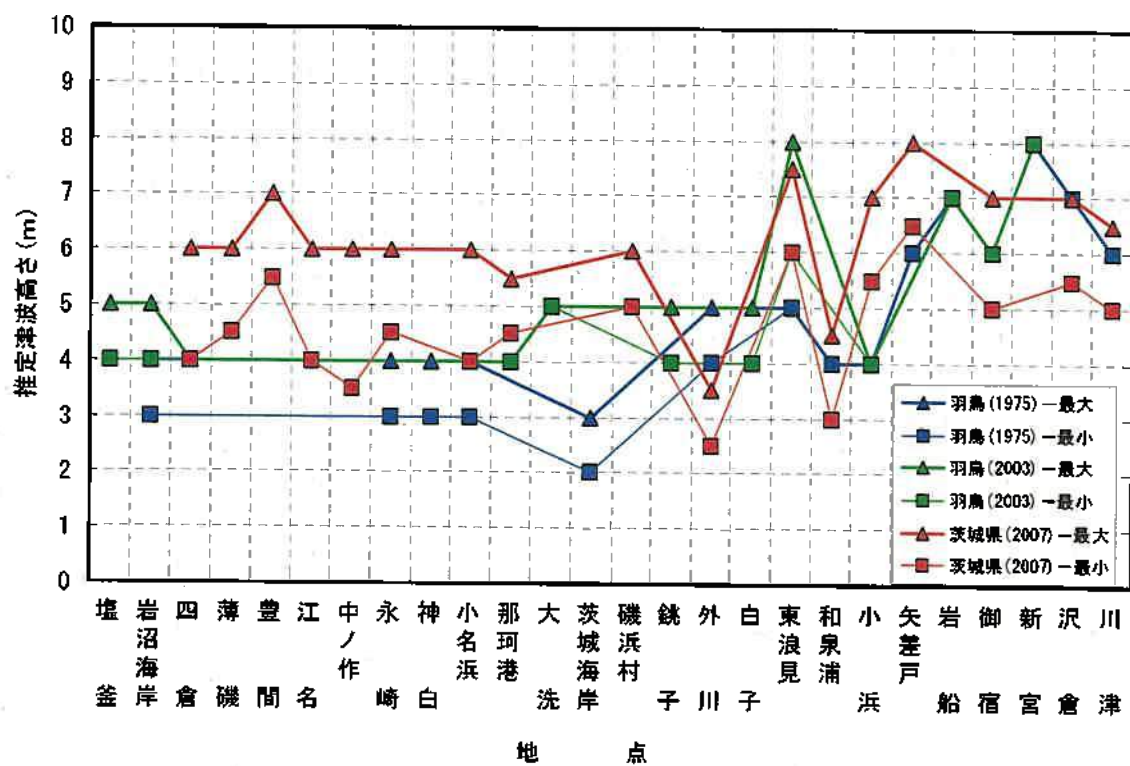


図 4.2-6(1) 痕跡高の比較(最小及び最大)

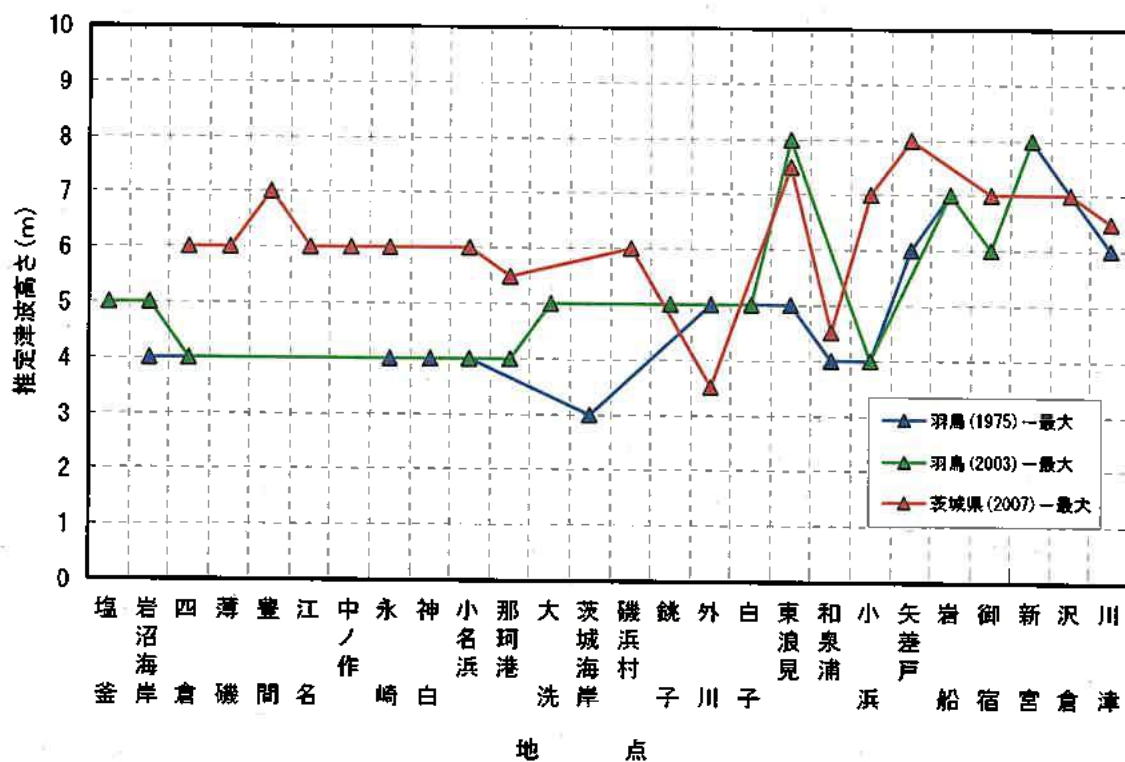


図 4.2-6(2) 痕跡高の比較(最大)

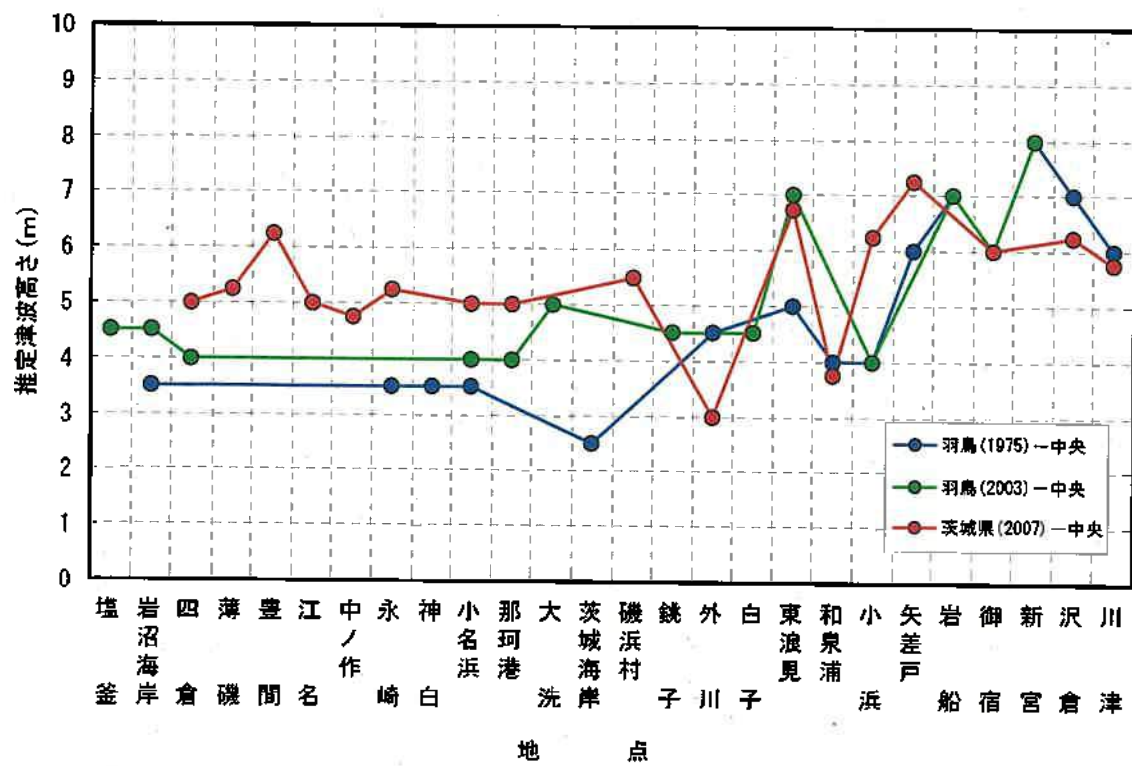


図 4.2-6(3) 痕跡高の比較(中央)

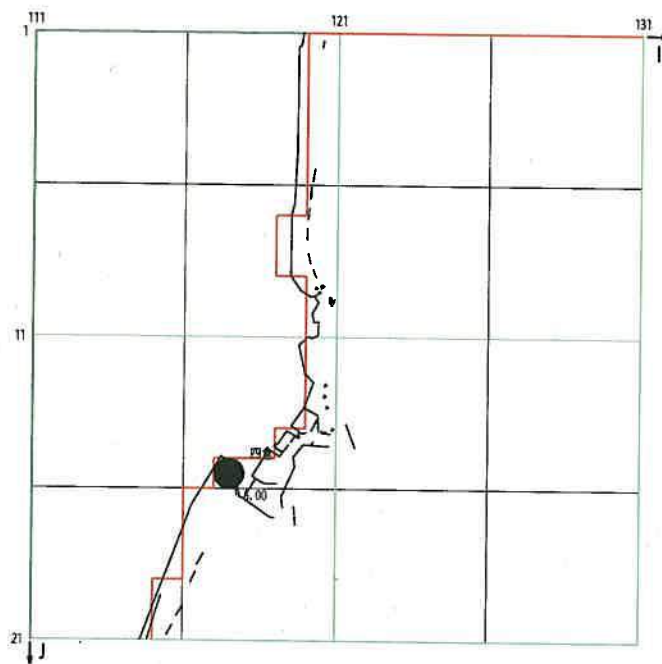


図 4.2-7(1) 痕跡高の評価位置(四倉)

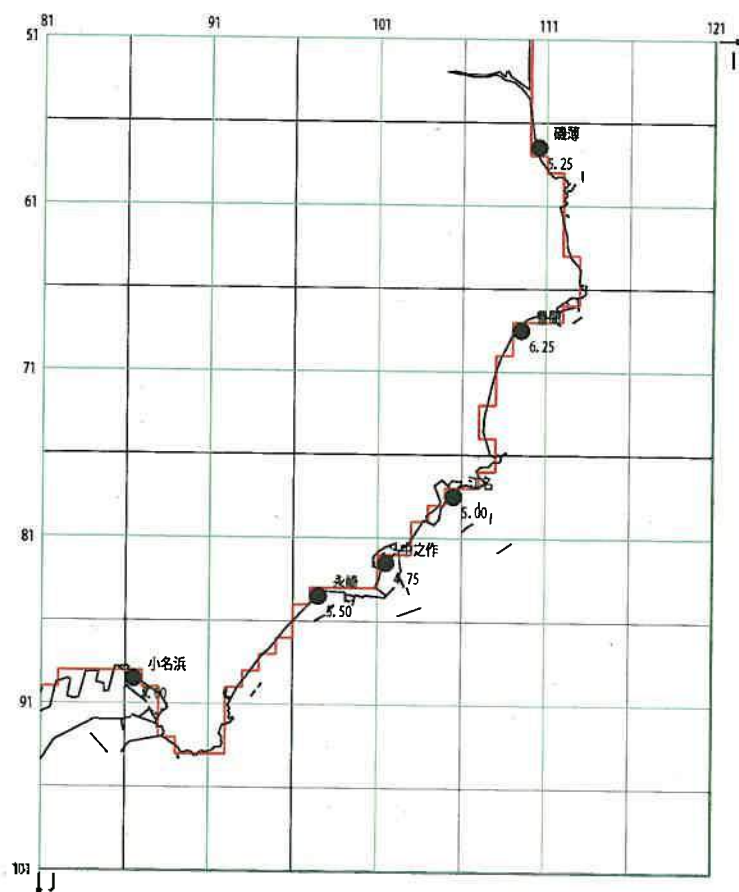


図 4.2-7(2) 痕跡高の評価位置(磯崎, 豊間, 江名, 中之作, 永崎, 小名浜)

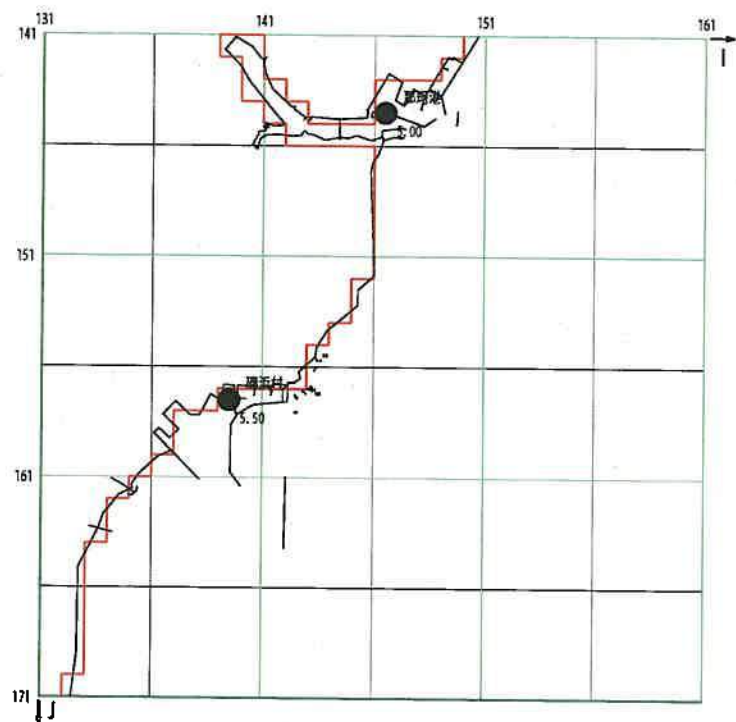


図 4.2-7(3) 痕跡高の評価位置(那珂湊, 磯浜村)

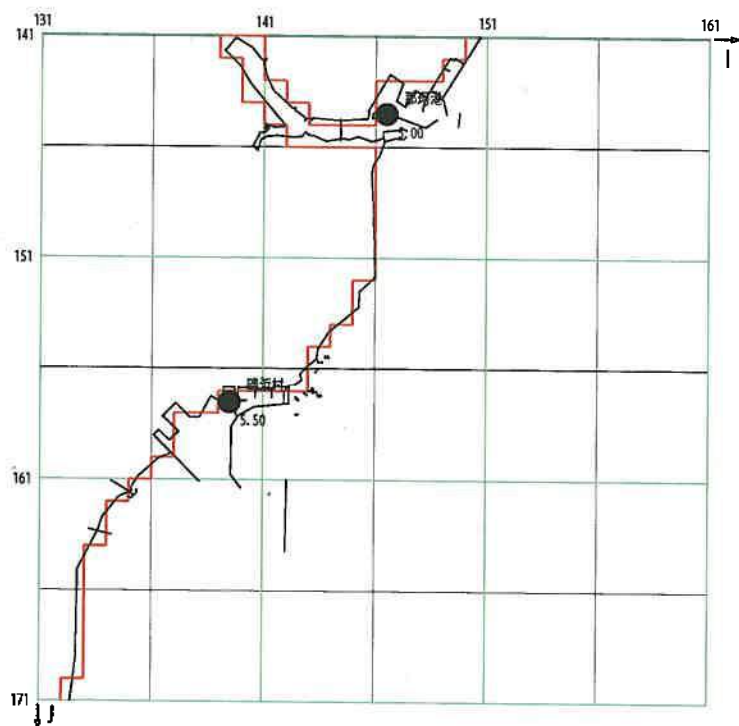


図 4.2-7(4) 痕跡高の評価位置(那珂湊, 磯浜村)

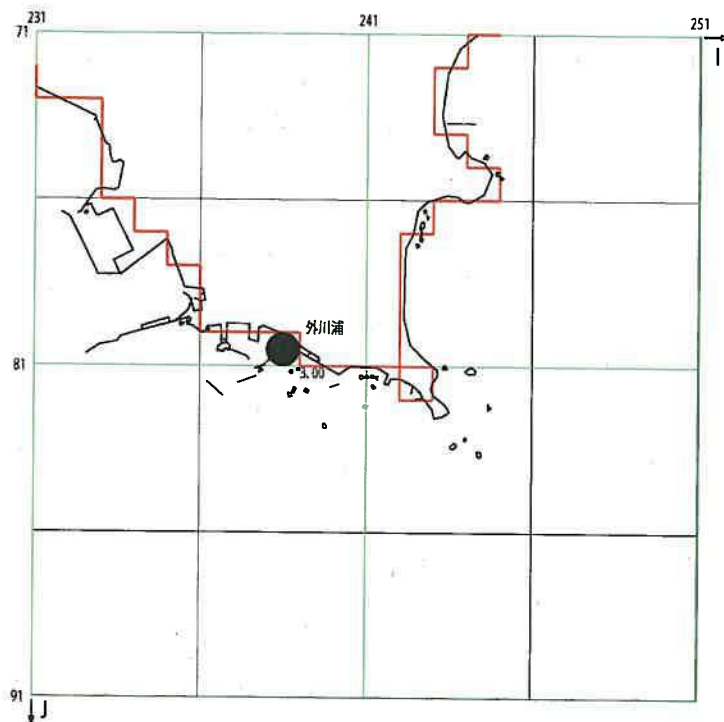


図 4.2-7(5) 痕跡高の評価位置(外川浦)

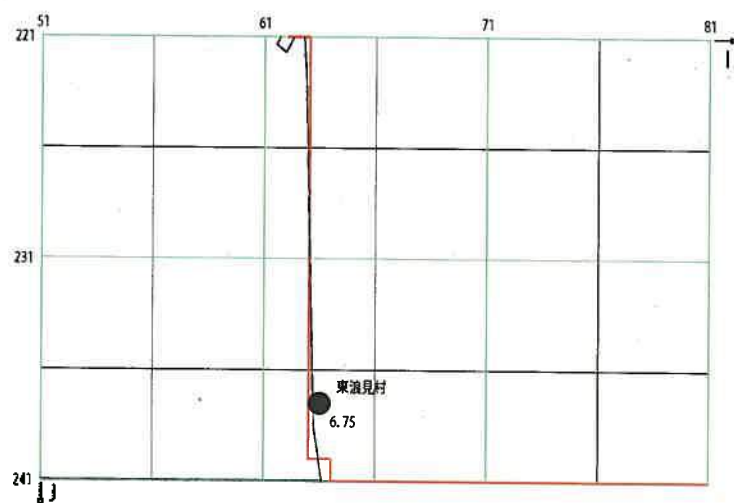


図 4.2-7(6) 痕跡高の評価位置(東浪見村)

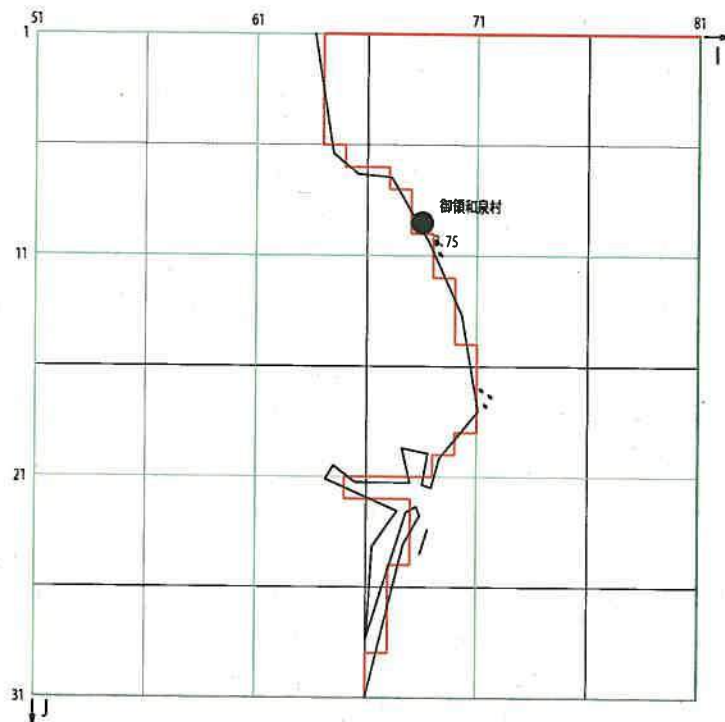


図 4.2-7(7) 痕跡高の評価位置(和泉村)

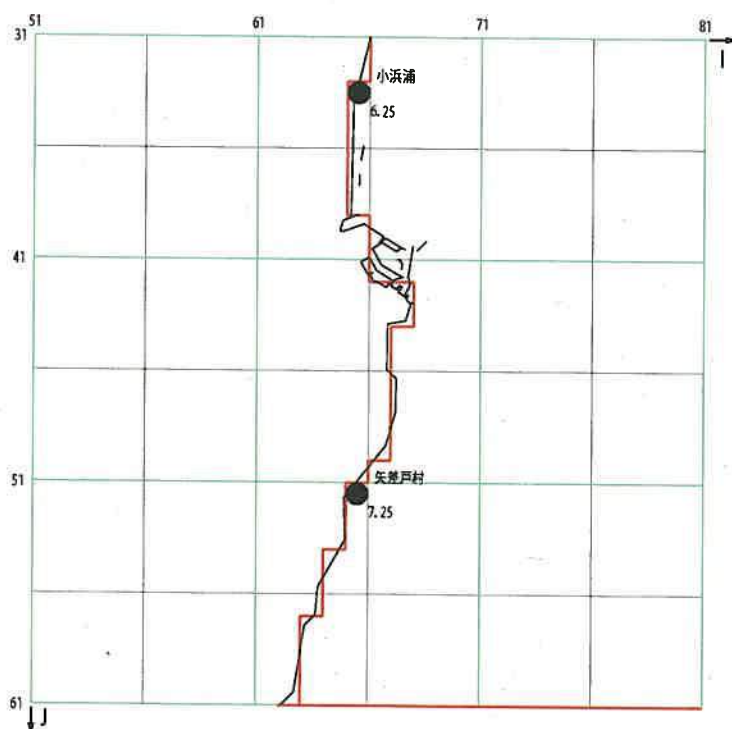


図 4.2-7(8) 痕跡高の評価位置(矢差戸村)

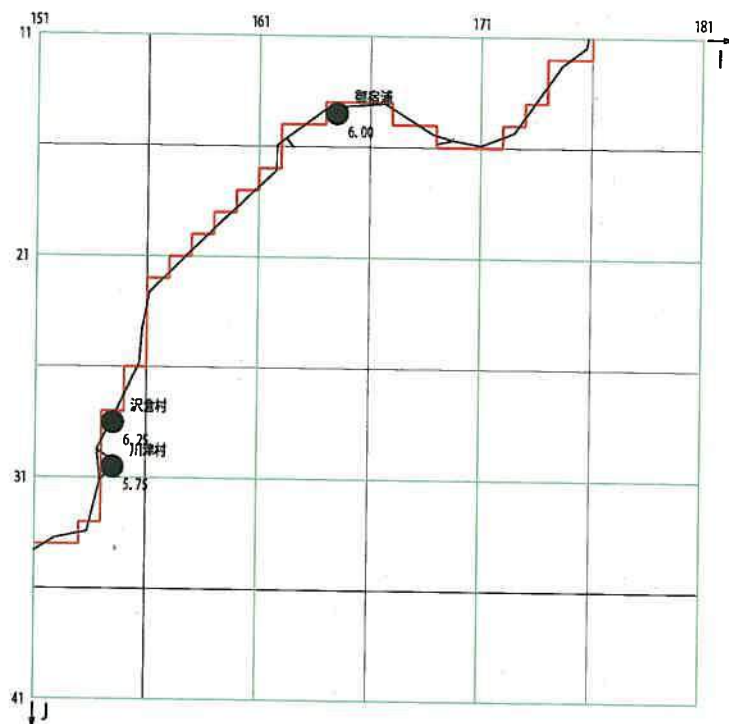


図 4.2-7(9) 痕跡高の評価位置(御宿浦, 沢倉村, 川津村)

(b) 断層モデルの設定

1677年延宝房総沖地震津波に対して、表4.2-4に示す断層モデルについて検証計算を行った。この断層モデルを図4.2-8に示し、断層モデルによる初期水位上昇量分布を図4.2-9に示す。また、計算値(最大水位上昇量)と痕跡高との比較を図4.2-10に示し、図4.2-11に海岸線沿いの計算値(最大水位上昇量)分布と痕跡高の分布の比較を示す。

表 4.2-4 検討用断層モデル及び検証計算結果

検討ケース	断層モデル	検証結果		痕跡高 (茨城県)
		K	κ	
ケース 1	土木学会モデル	1.287	1.407	中央値
ケース 2	土木学会延長モデル (長さを北へ+80km延長)	0.987	1.311	中央値
ケース 3	茨城県モデル (すべり量×1.2倍)	0.911	1.276	中央値
		1.050 (1.006)	1.260 (1.221)	最大値

(): 茨城県による検証結果

ここで、津波痕跡高と計算値の空間的な適合度を表す指標として、従来相田(1977)による幾何平均 K および幾何標準偏差 κ が適用されてきた。 K および κ の定義式は次のとおりである。

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

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

n : 地点数

$$K_i = R_i / H_i$$

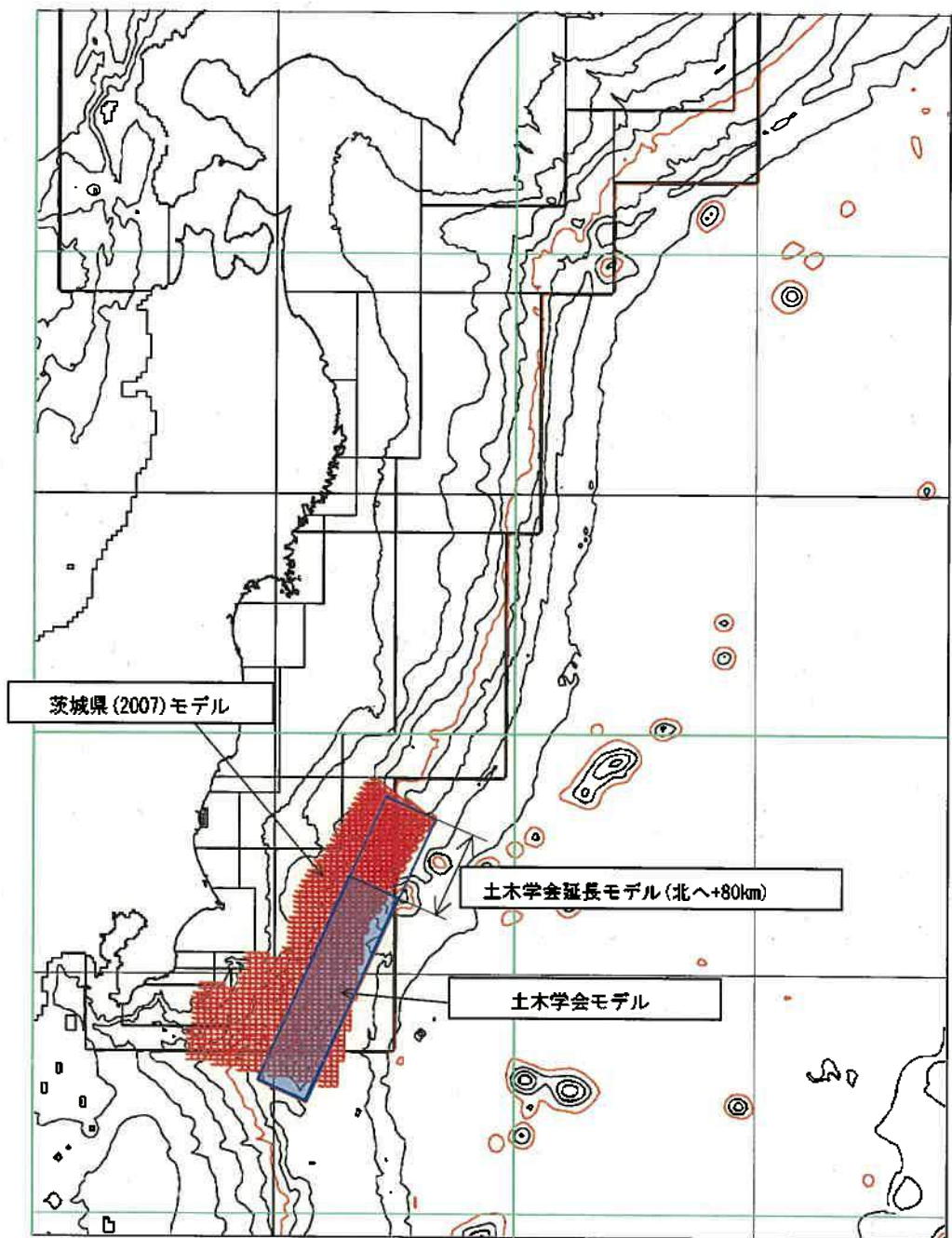
R_i : i 番目の地点での痕跡高

H_i : i 番目の地点での計算値

具体的には、広域の K および κ に関して下記条件を満たすことを目安とする。

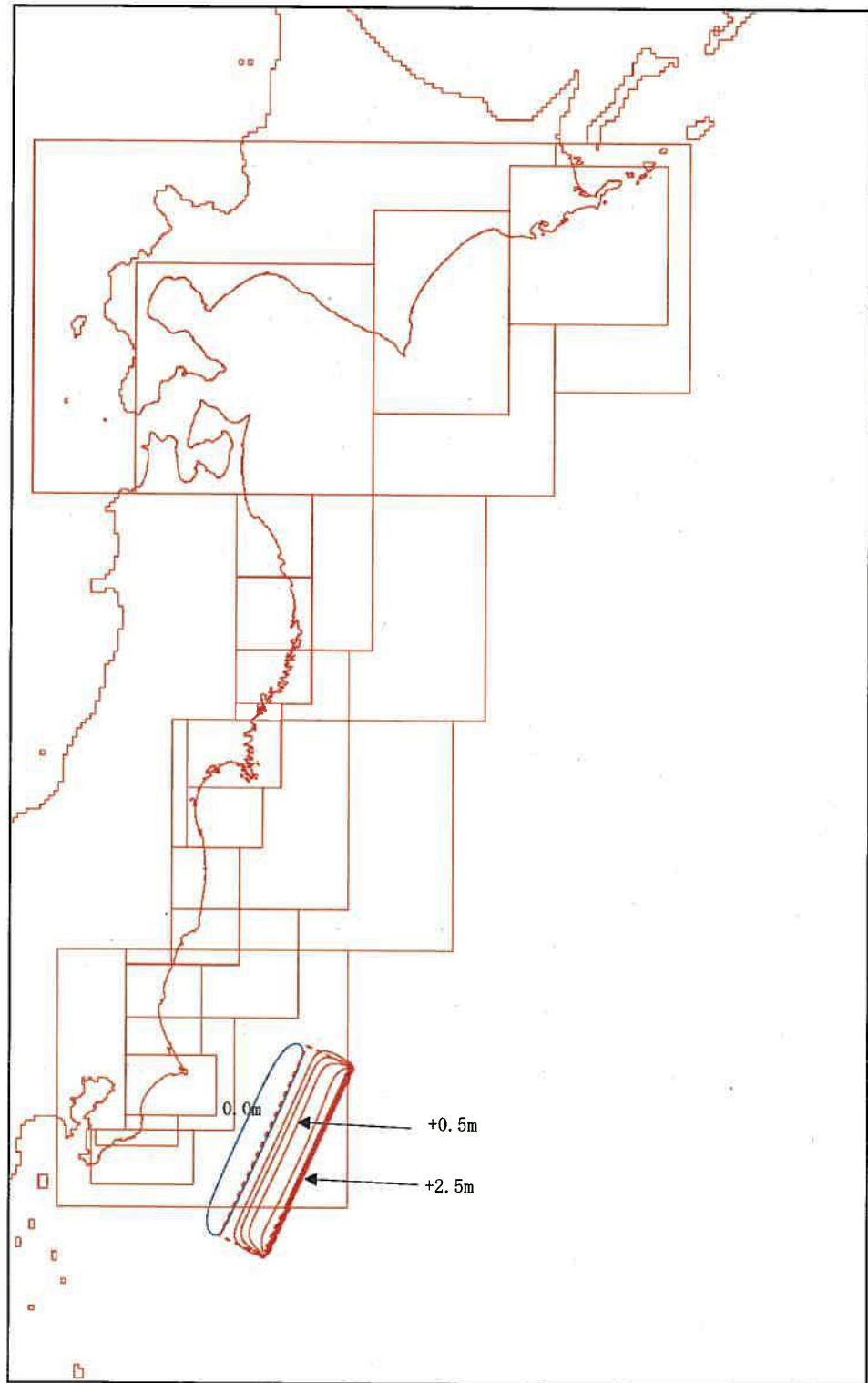
$$0.95 < K < 1.05 \quad \text{かつ} \quad \kappa < 1.45$$

ケース 2 の土木学会モデルを北に 80km 延長した断層モデルによる検証結果は、上記の条件を満足しており、再現性は十分であり、この断層モデルを 1677 年延宝房総沖地震津波の均質 1 枚モデルとする。



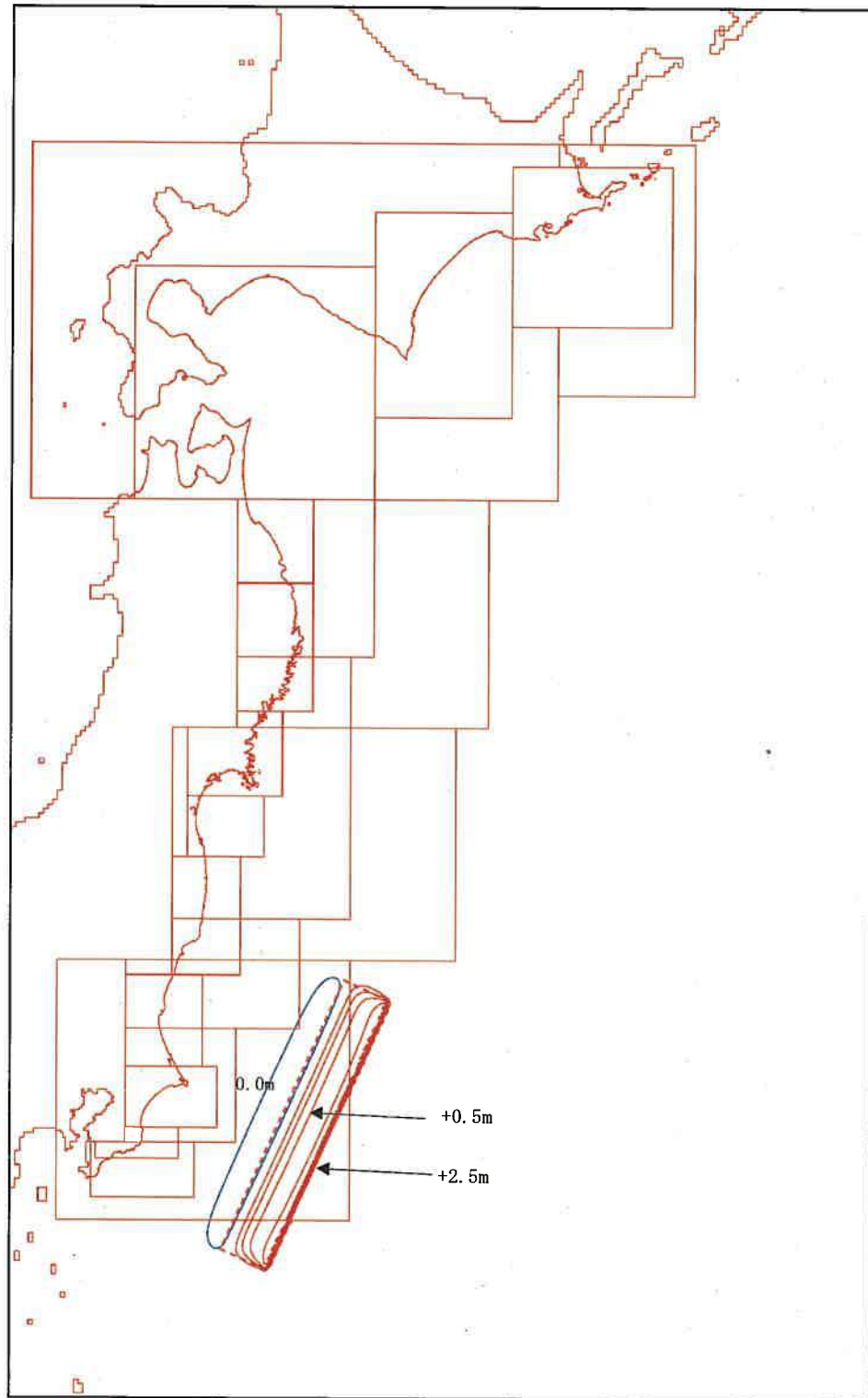
断層モデル	Mw	長さ L (km)	幅 W(km)	上縁 深さ d (km)	走向 $\theta (^{\circ})$	傾斜角 $\delta (^{\circ})$	すべり角 $\lambda (^{\circ})$	すべり量 D(m)
土木学会 モデル	8.2	200	50	1	205	20	95	6.5

図 4.2-8 検討用断層モデル



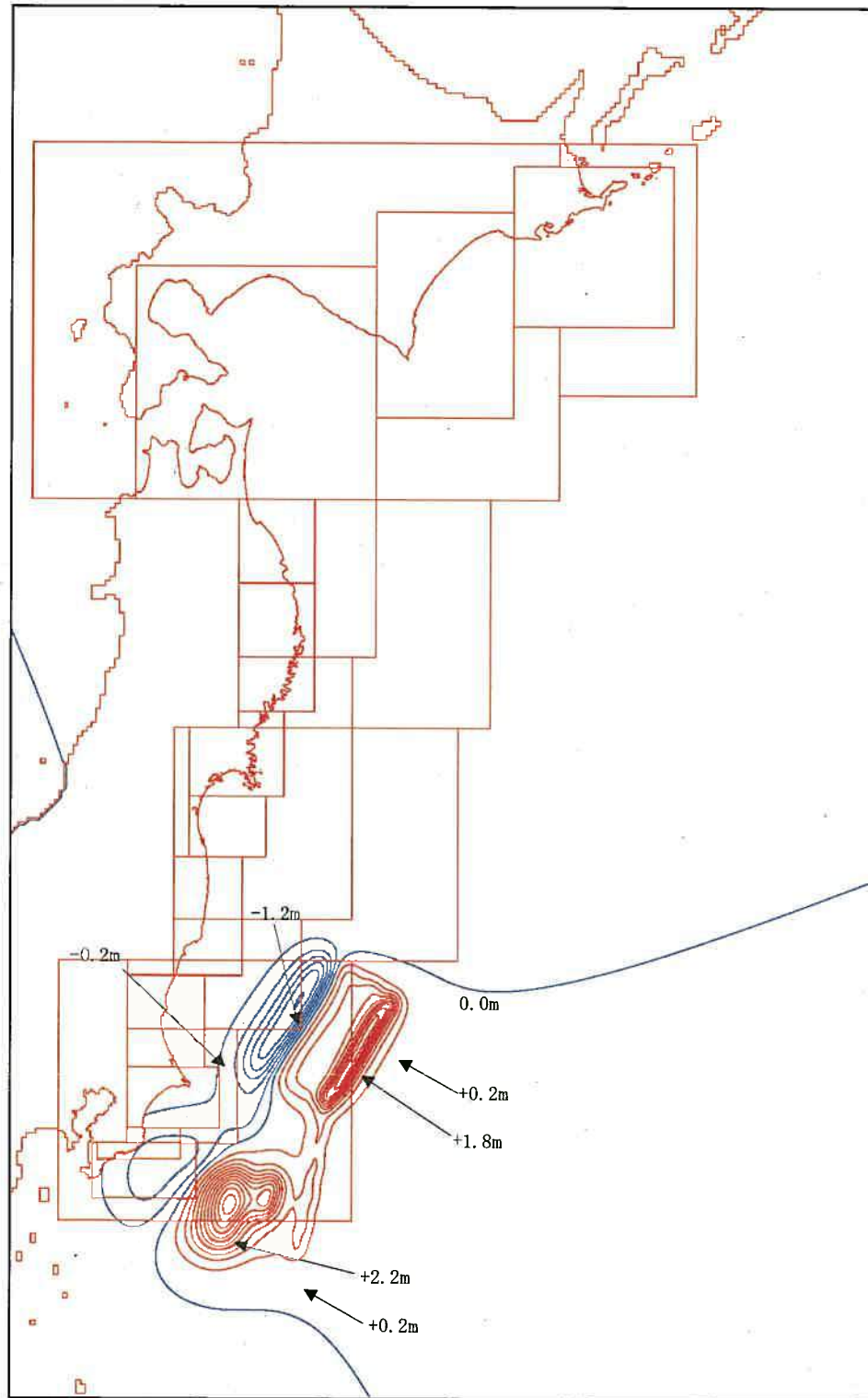
※0.5m刻みで表示

図 4.2-9(1) 断層モデルによる初期水位上昇量分布：ケース 1 (土木学会モデル)



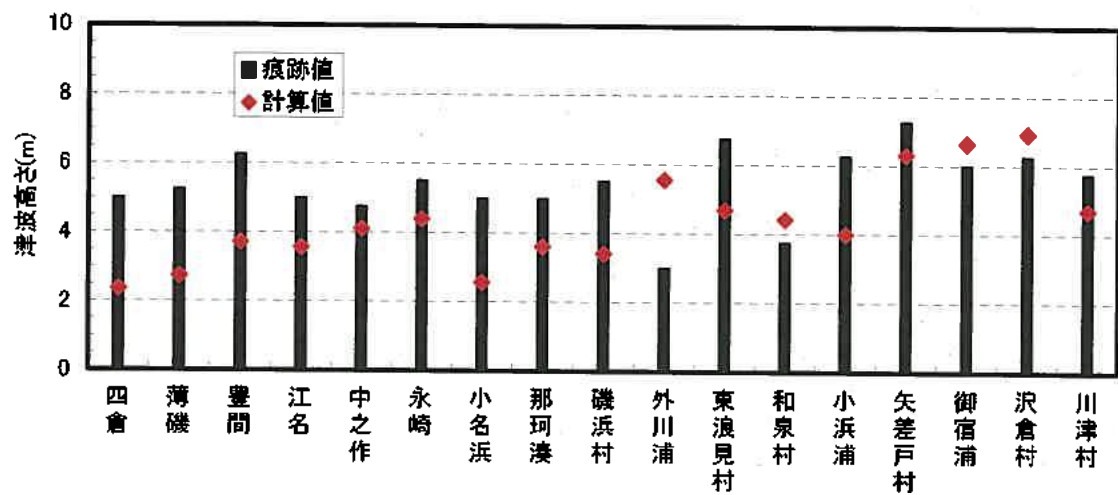
※0.5m刻みで表示

図 4.2-9(2) 断層モデルによる初期水位上昇量分布：ケース 2(土木学会延長モデル)



※0.2m刻みで表示

図 4.2-9(3) 断層モデルによる初期水位上昇量分布：ケース 3 (茨城県(2007)モデル)



$K=1.287$ $\kappa=1.407$ $n=17$

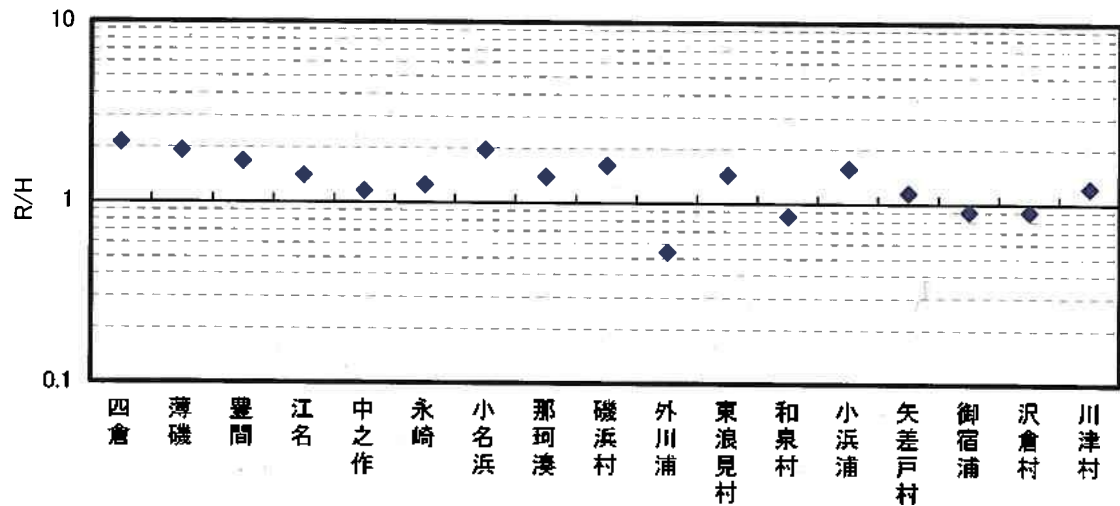
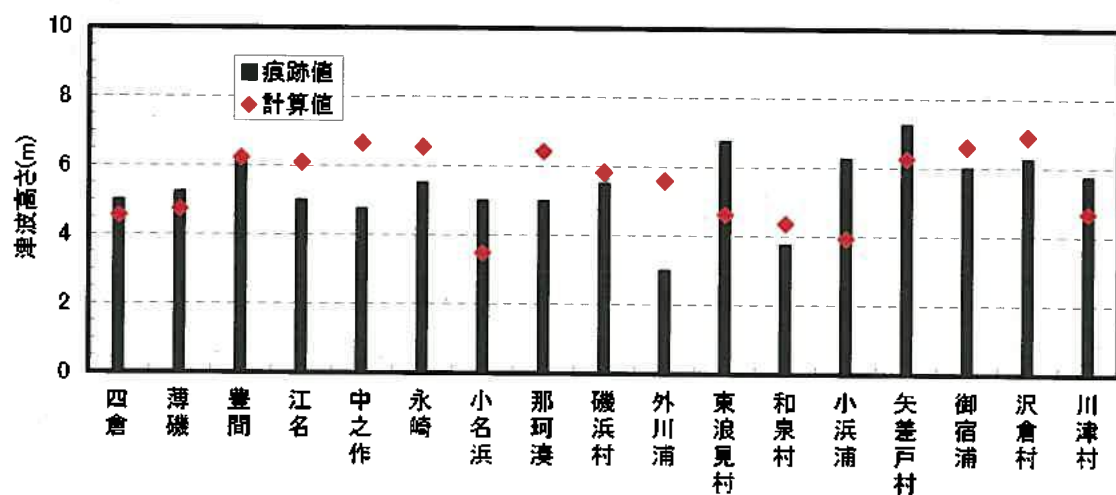


図 4.2-10(1) 痕跡高と計算値との比較
(ケース 1 : 土木学会モデル, 痕跡高 : 中央値)



$K = 0.987$ $\kappa = 1.311$ $n = 17$

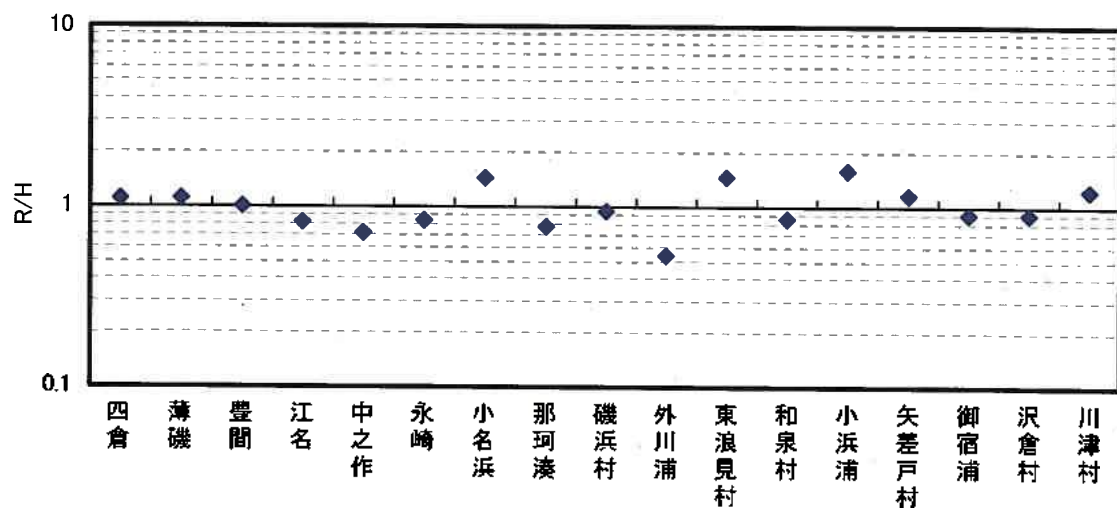
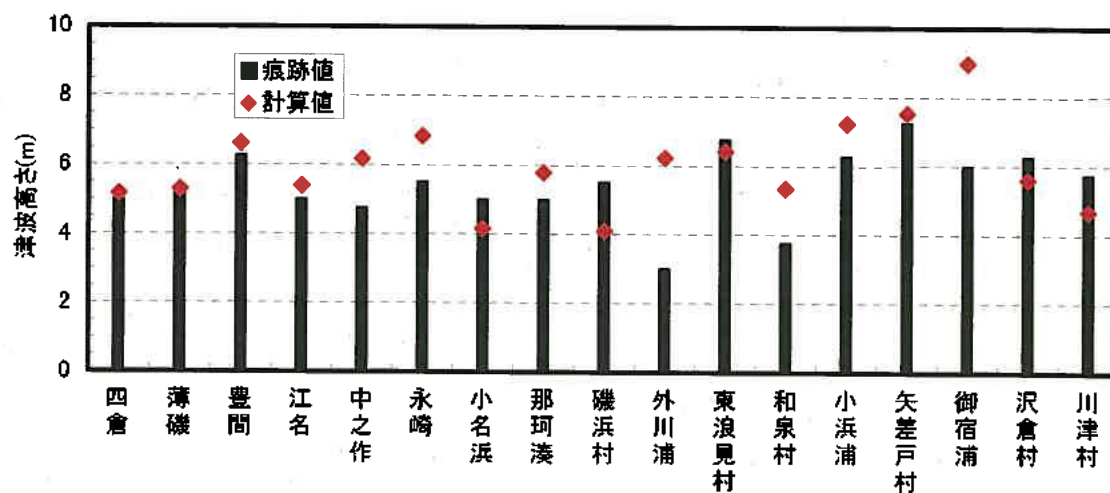


図 4.2-10(2) 痕跡高と計算値との比較
(ケース 2 : 土木学会延長モデル, 痕跡高 : 中央値)



$K = 0.911$ $\kappa = 1.276$ $n = 17$

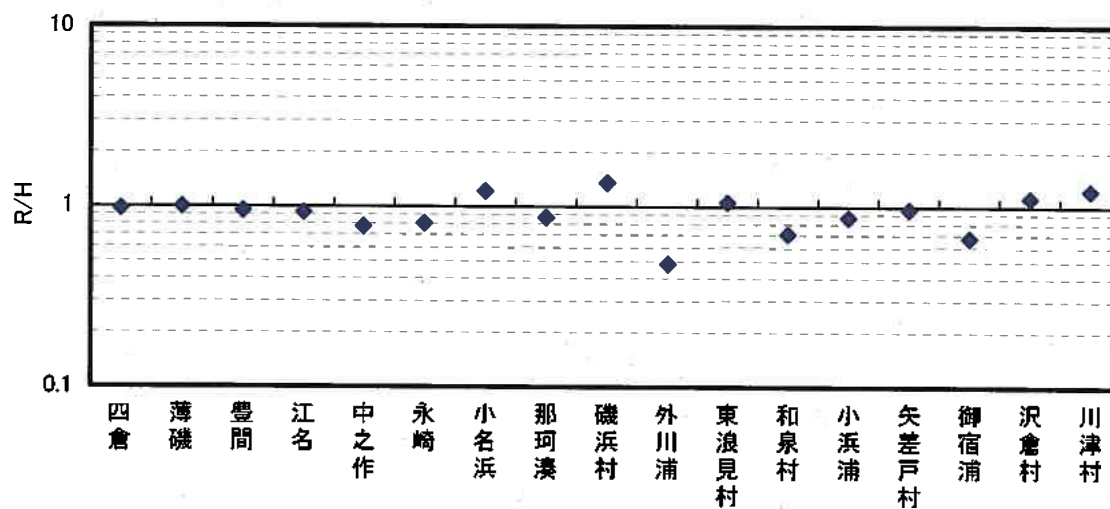
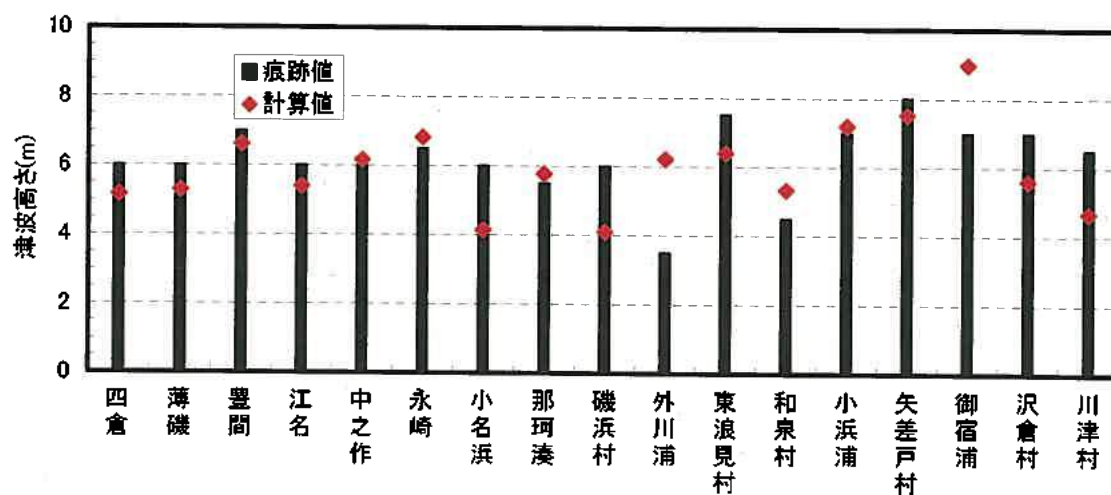


図 4.2-10(3) 痕跡高と計算値との比較
(ケース 3 : 茨城県(2007)モデル, 痕跡高 : 中央値)



K= 1.050 κ = 1.260 n= 17

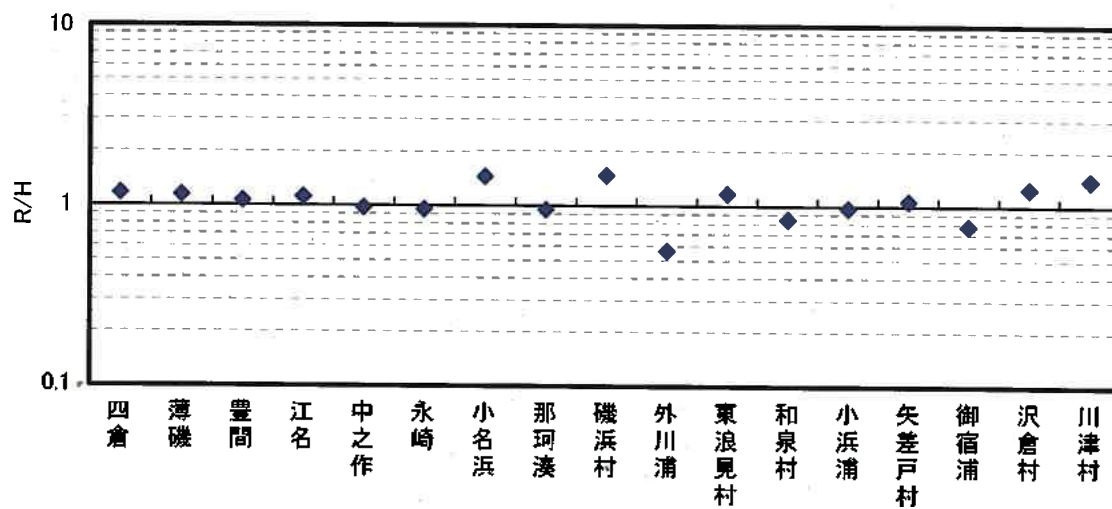


図 4.2-10(4) 痕跡高と計算値との比較
(ケース 3 : 茨城県(2007)モデル, 痕跡高 : 最大値)

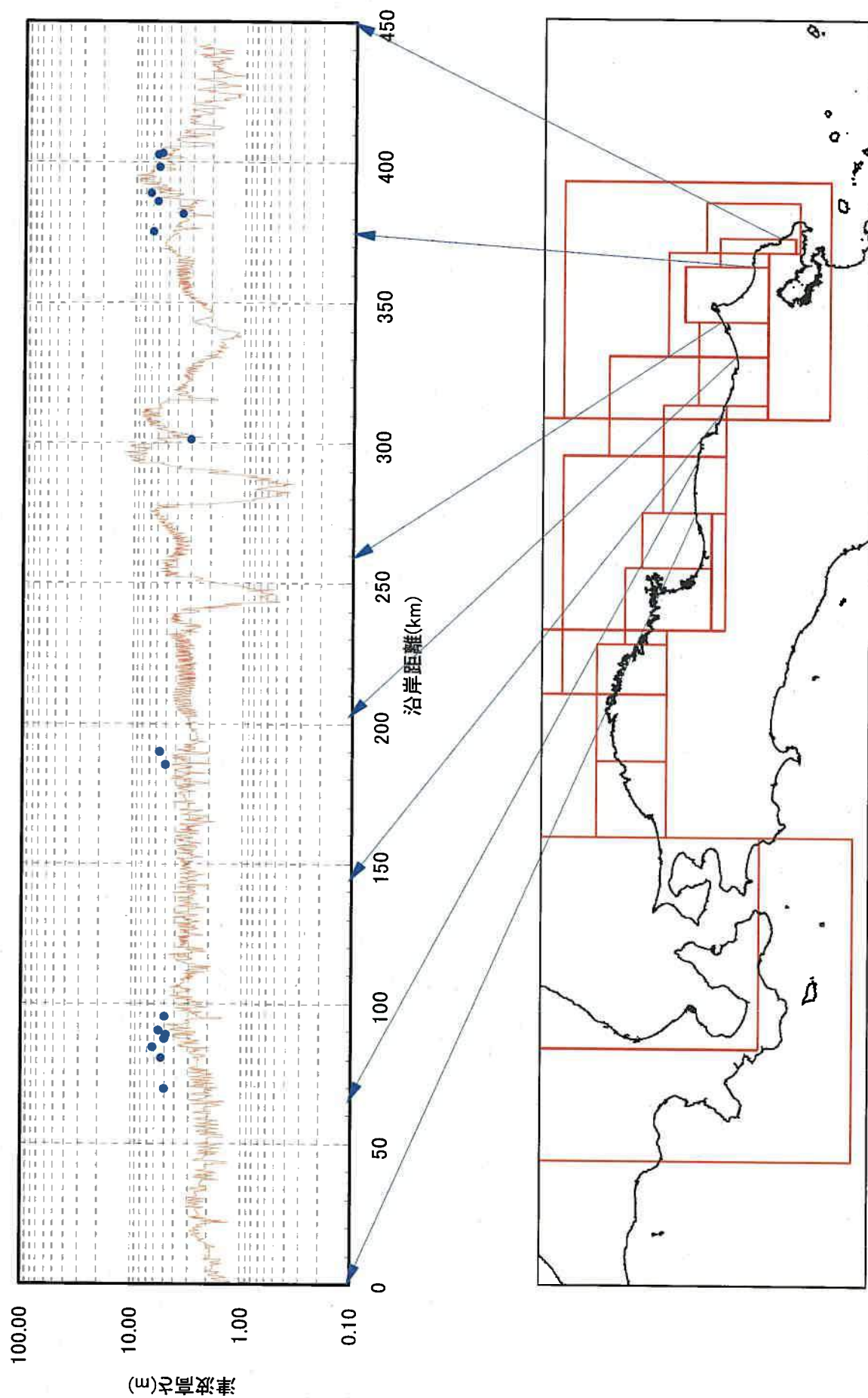


図 4.2-11(I) 海岸線沿いの計算波形の最大水位上昇量分布(—)と痕跡高分布(●)の比較：ケース 1 (土木学会モデル)

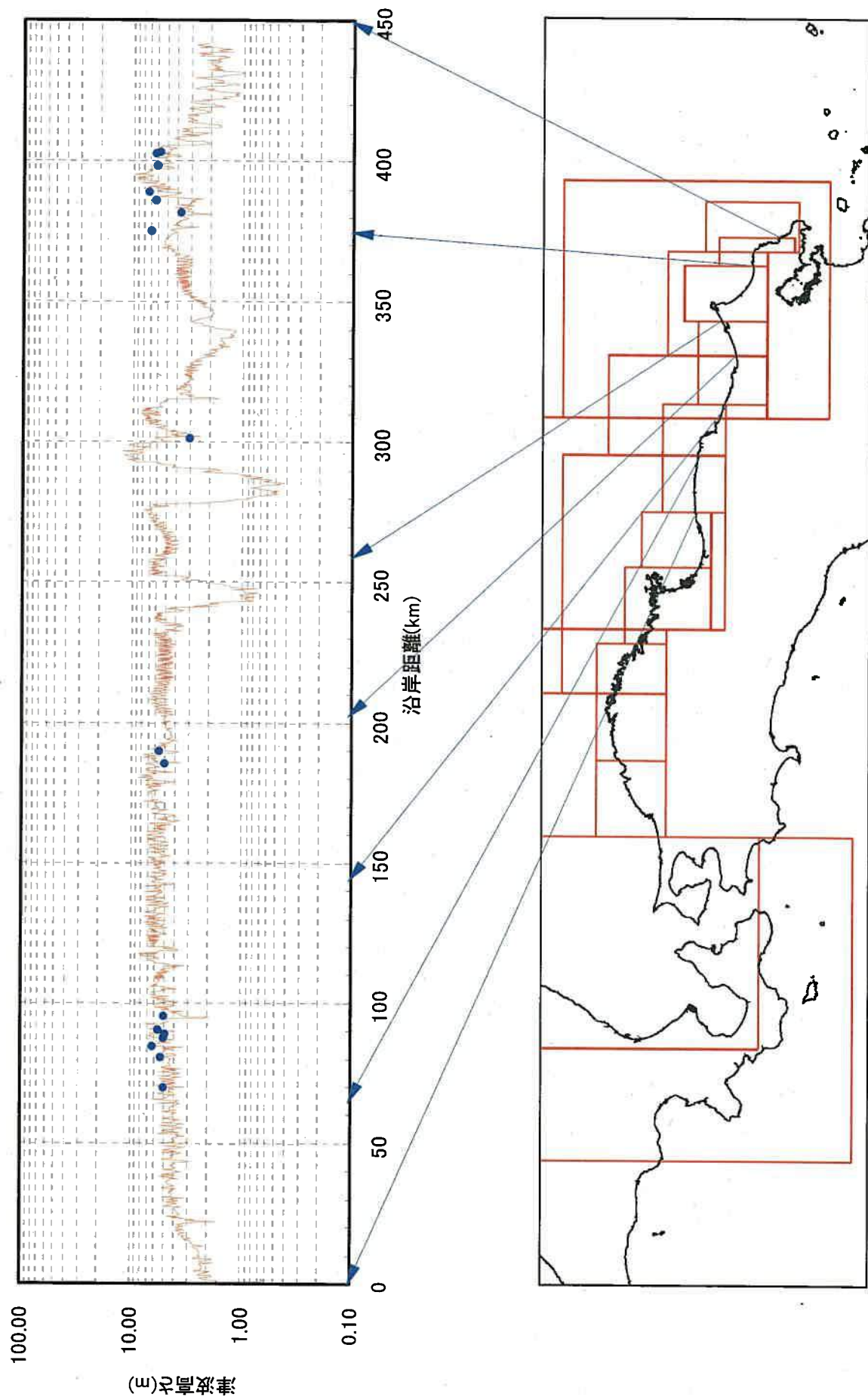


図 4.2-11(2) 海岸線沿いの計算波形の最大水位上昇量分布(——)と痕跡高分布(●)の比較：ケース 2 (土木学会延長モデル)

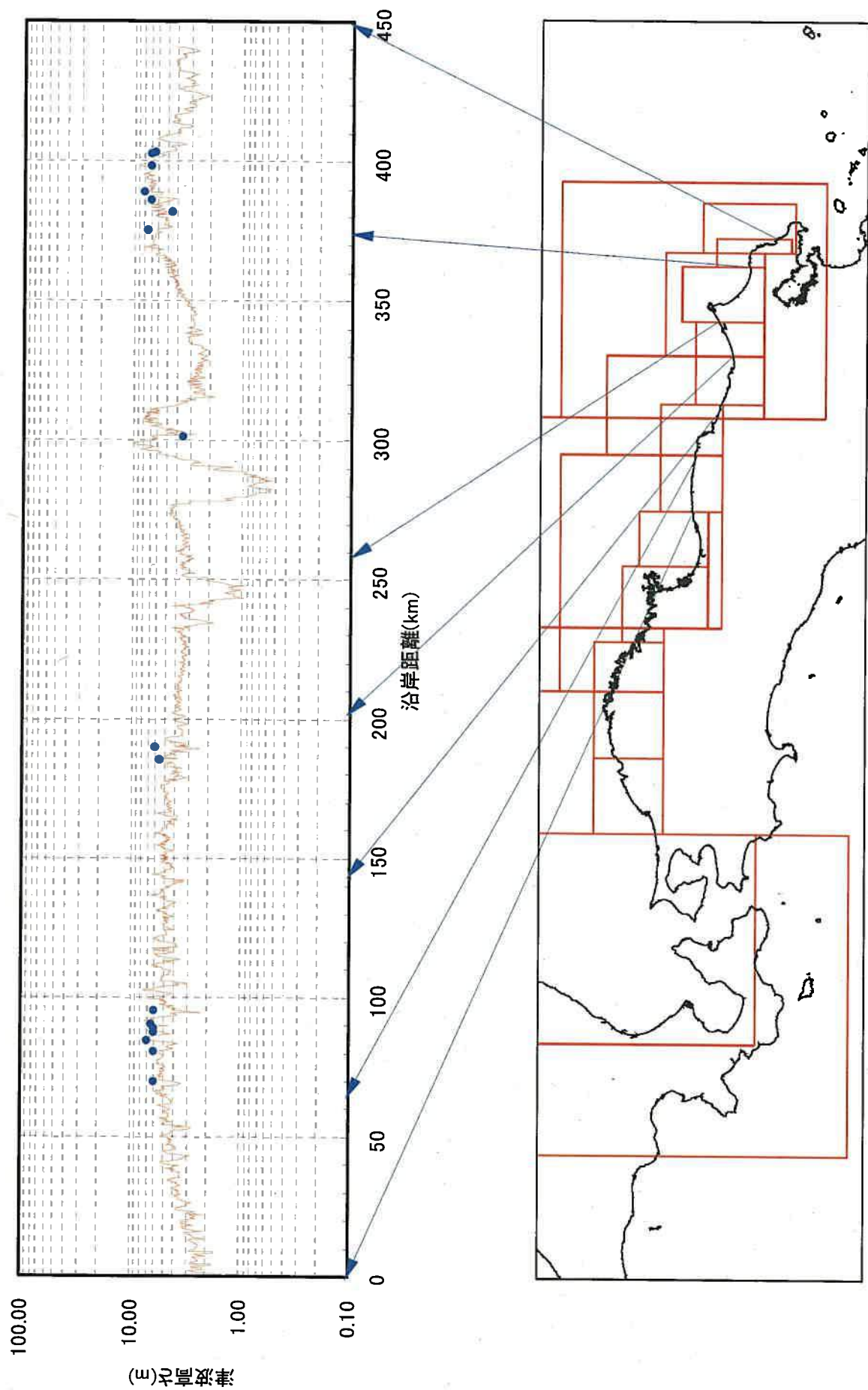


図 4.2-11(3) 海岸線沿いの計算波形の最大水位上昇量分布(——)と痕跡高分布(●)の比較：ケース 3 (茨城県(2007)モデル)

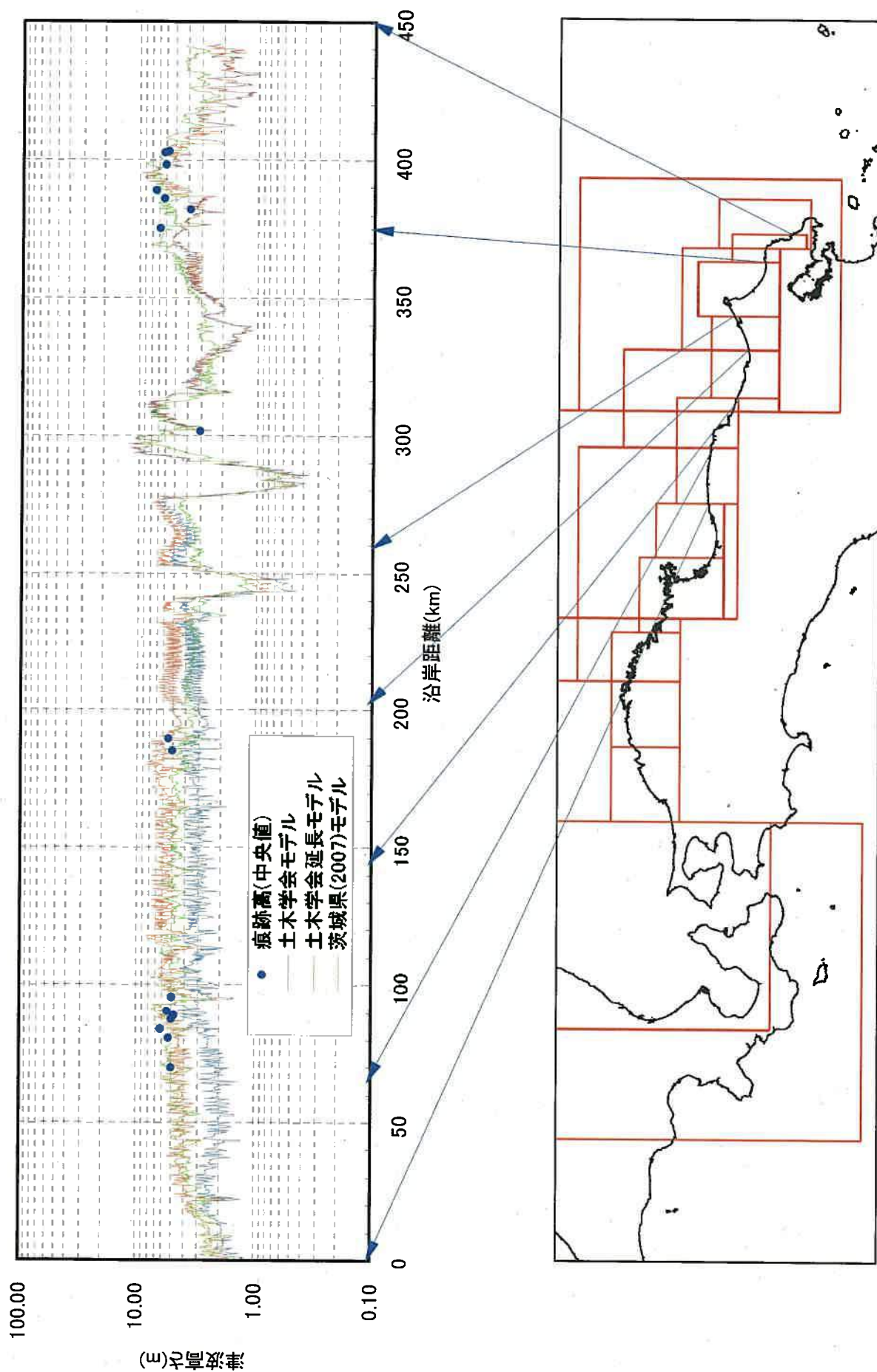


図 4.2-11(4) 海岸線沿いの計算波形の最大水位上昇量分布(——)と痕跡高分布(●)の比較：全ケース重ね書き

(c) 房総沖の想定津波のMw

「延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での痕跡高調査 歴史地震 第22号」で設定している痕跡高の中央値を用いて、均質一枚モデルの検討を行った結果の断層モデルの大きさを以下に示す。

- ・長さ(L): 280km(既往モデルを北へ80km延長)
- ・幅(W): 50km
- ・すべり量(D): 6.5m

以上のパラメータからMwを求めると、

$$M_0 = \mu LWD = 3.5 \times 10^{10} (\text{N/m}^2) \times (280 \times 10^3) \times (50 \times 10^3) \times 6.5 = 3.1850 \times 10^{21} (\text{N} \cdot \text{m})$$

$$Mw = (\log M_0 - 9.1) / 1.5 = (\log(3.1850 \times 10^{21}) - 9.1) / 1.5 = 8.2687$$

となり、このMwを8.2687から8.3と表記するため、Mwが8.3となるように、幅50kmは一定として長さとすべり量を拡張する。

$M_0 = 10^{(1.5Mw + 9.1)}$ より、Mwを8.2687から8.3に拡張するためには、

$$M_0 = 10^{(1.5 \times 8.3 + 9.1)} / 10^{(1.5 \times 8.2687 + 9.1)} = 10^{(0.04695)}$$

となり、長さとすべり量を拡張するため、 $10^{(0.04695/2)} = 10^{0.023475} = 1.0555$ をそれぞれに掛ける。

- ・長さ: $280 \times 1.0555 = 295.5\text{km}$
- ・すべり量: $6.5 \times 1.0555 = 6.86\text{m}$
- ・Mw : 8.3

これらの結果を表4.2-5に示す。

表 4.2-5 想定津波検討用断層モデル

断層モデル	Mw	長さ L(km)	幅 W(km)	上縁 深さ d(km)	走向 $\theta(^{\circ})$	傾斜角 $\delta(^{\circ})$	すべり角 $\lambda(^{\circ})$	すべり量 D(m)
1677年延宝 房総沖 地震	8.27	280	50	1	205	20	95	6.5
想定津波	8.3	295.5	50	1	205	20	95	6.86

参考として、茨城県の断層モデルによるMwを表4.2-6に示す。表4.2-6(1)では、すべり量を1.2倍したモデルでMw=8.29としているのに対して、表4.2-6(2)では、中防のモデル(オリジナルモデル)でMw=8.42としており、このモデルのすべり量を1.2倍するとさらにMwが大きくなると考えられる。

表 4.2-6(1) 茨城県による断層パラメータ
(「茨城沿岸津波浸水想定区域調査 報告書 (概要版) 平成 19 年 3 月 茨城県」)

断層パラメータ		想定地震	
		延宝房総沖地震※1	明治三陸タイプ地震※2
地震モーメント Mo(Nm)		3.51E+21	1.00E+22
モーメントマグニチュード Mw		8.29	8.6
要素断層数		972	913
断層面積 S(km ²)		26117.51	22903.36
平均すべり量 D(m)	深さ 0~10km	3.204	9.73
	深さ 10~16km	3.24	8.39
	深さ 16~32km	3.36	5.23
	深さ 32km~	3.96	-

※1: 専門調査会提供のデータより、下記を仮定して算出した(すべり量は1.2倍)

※2: 専門調査会提供のデータより記載

剛性率 $\mu: \mu = \rho V_p^2$ 平均すべり量 $D: D = Mo / \mu S$

V_p および ρ は、専門調査会資料を参考に、以下のように設定

深さ 0~10km $V_p = 3.4 \text{ km/s}$ $\rho = 2.67 \text{ g/cm}^3$

深さ 10~16km $V_p = 3.67 \text{ km/s}$ $\rho = 2.7 \text{ g/cm}^3$

深さ 16~32km $V_p = 3.9 \text{ km/s}$ $\rho = 2.8 \text{ g/cm}^3$

深さ 32km~ $V_p = 4.5 \text{ km/s}$ $\rho = 3.3 \text{ g/cm}^3$

表 4.2-6(2) 中央防災会議(2005)による断層パラメータ
(「延宝房総沖地震津波の千葉県沿岸～福島県沿岸での痕跡高調査 歴史地震 第22号」)

パラメータ		値
地震モーメント Mo(Nm)		5.29E+21
モーメントマグニチュード Mw		8.42
要素断層の数		972
断層面積 S(km ²)		26117.5
平均すべり量 D(m)	深さ 0~10km	4.17
	深さ 10~16km	4.51
	深さ 16~32km	5.87
	深さ 32km~	5.65

4.3 津波の数値シミュレーション

(1) 検討目的

4.1 及び 4.2 で設定した 1677 年延宝房総沖地震津波及びチリ沖地震津波に対して津波の数値シミュレーションを行い、東海サイト敷地内にある各施設への津波の影響を検討した。なお、1677 年延宝房総沖地震津波としては、以下の 3 つを対象とした。

- ①土木学会モデル
- ②土木学会モデル（北側へ 80km 延長）
- ③茨城県モデル

(2) 解析条件及び評価点

a. 解析条件

近地津波解析の条件を表 4.3-1 に示す。

表 4.3-1 津波解析の条件

解析領域	北海道から千葉房総付近までの太平洋
メッシュ構成	沖合 4,320m→2160m→720m→沿岸域 240m→日立港から常陸那珂港周辺 80m→40m→20m→敷地周辺 10m へ順次細分化
基礎方程式	非線形長波理論
計算スキーム	スタッガード格子，リープ・フロッグ法
初期変位量	Mansinha and Smylie の方法
境界条件	沖側：自由透過，陸側：完全反射（240m メッシュ以上）
越流条件	防波堤及び防潮堤：本間公式，護岸：相田公式
潮位条件	朔望平均満潮位 T. P. +0.603m
計算時間間隔	$\Delta t = 0.25$ 秒
計算時間	津波発生後 180 分

b. 解析時潮位条件

解析潮位については、図 4.3-1 に示す「(財) 日本気象協会 常陸那珂港 (日立港) 潮位表 (平成 20 年)」に従い、計算時の潮位は朔望平均満潮位 $TP+0.603m$ とした。

表 4.3-2 潮位換算

	日立港基準 H.P.	東京湾平均基準 T.P.
朔望平均満潮位	H.P.+1.493m	T.P.+0.603m
平均潮位	H.P.+0.906m	T.P.+0.016m
朔望平均干潮位	H.P.+0.079m	T.P.-0.811m

日立港基準面関係図
(昭和59年～平成18年)

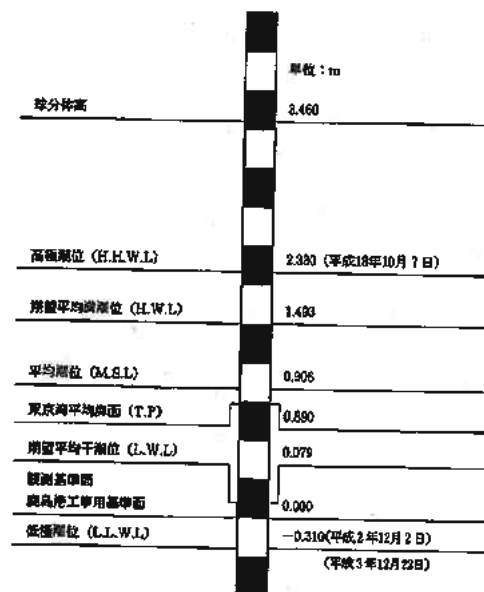


図 4.3-1 潮位の設定 ((財) 日本気象協会 常陸那珂港 (日立港) 潮位表平成 20 年より)

c. 評価範囲

評価範囲は図 4.3-2 に示ように、津波による遡上域を網羅するように原科研及び核サ研のエリアに分け、さらに着目点について個別に津波高さや浸水深等を評価する

○対象施設

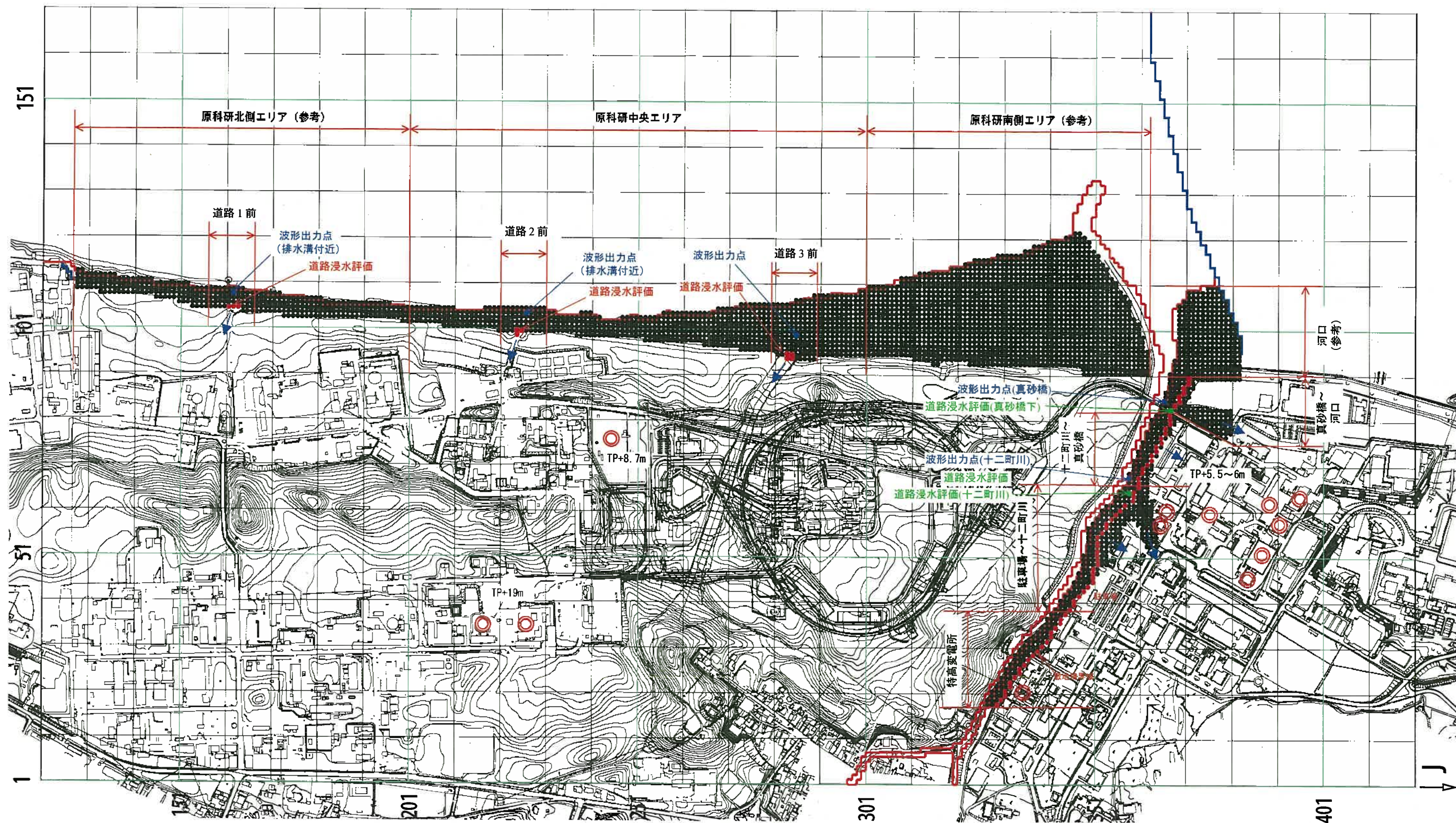


図 4.3-2 評価範囲の設定

(3) 検討結果

既往津波に対する東海サイトのシミュレーション結果を表 4.3-3 にまとめて示す。解析領域全体の最大津波高さ分布を図 4.3-3～図 4.3-6 に、東海サイト周辺の最大津波高さ分布を図 4.3-7～図 4.3-10 に、最大浸水深分布を図 4.3-11～図 4.3-14 にそれぞれ示す。

土木学会 80km 延長モデルでは、核サ研側の真砂橋付近の境界域で浸水深 1.994m となり、茨城県モデルでは 1.495m の浸水深となったが、いずれも対象建屋への浸水まで至っていない。なお、土木学会モデル及びチリ沖津波では、新川沿いの境界域においても浸水はなかった。

表 4.3-3 既往津波による検討結果

断層モデル (既往津波)	原子力科学研究所												核燃料サイクル工学研究所													
	北側エリア				中央エリア								南側エリア	特高発電所～駐車場		駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口
	エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下		
		(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m	TP+3m	波形出力点	(参考)	
	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	浸水深	浸水深	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	浸水深	津波高さ	津波高さ	
	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(m)	(m)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(m)	(TPm)	(TPm)	
房総沖(土木学会)	3.960	3.893	0.000	3.716	3.996	3.865	0.000	3.714	3.662	0.000	0.000	3.520	2.886	0.000	3.500	0.000	0.000	4.398	0.000	2.569	3.970	0.116	0.970	3.709	4.126	
房総沖(土木学会 80km 延長)	7.772	7.129	0.000	7.050	7.336	6.473	0.000	6.337	7.336	0.000	7.070	7.247	4.649	0.000	6.083	1.383	1.593	6.518	1.669	4.771	5.927	1.994	2.162	5.213	6.091	
茨城県モデル(アスベリティモデル)	6.954	5.747	0.000	5.550	6.624	5.130	0.000	5.122	6.624	0.000	6.458	6.068	4.459	0.000	5.368	0.695	0.763	5.567	0.864	4.288	5.345	1.495	1.962	4.678	5.773	
遠地チリ津波	2.827	2.816	0.000	2.811	2.762	2.754	0.000	2.749	2.697	0.000	0.000	2.673	2.675	0.000	2.814	0.000	0.000	2.820	0.000	2.568	2.762	0.000	0.000	2.683	2.839	

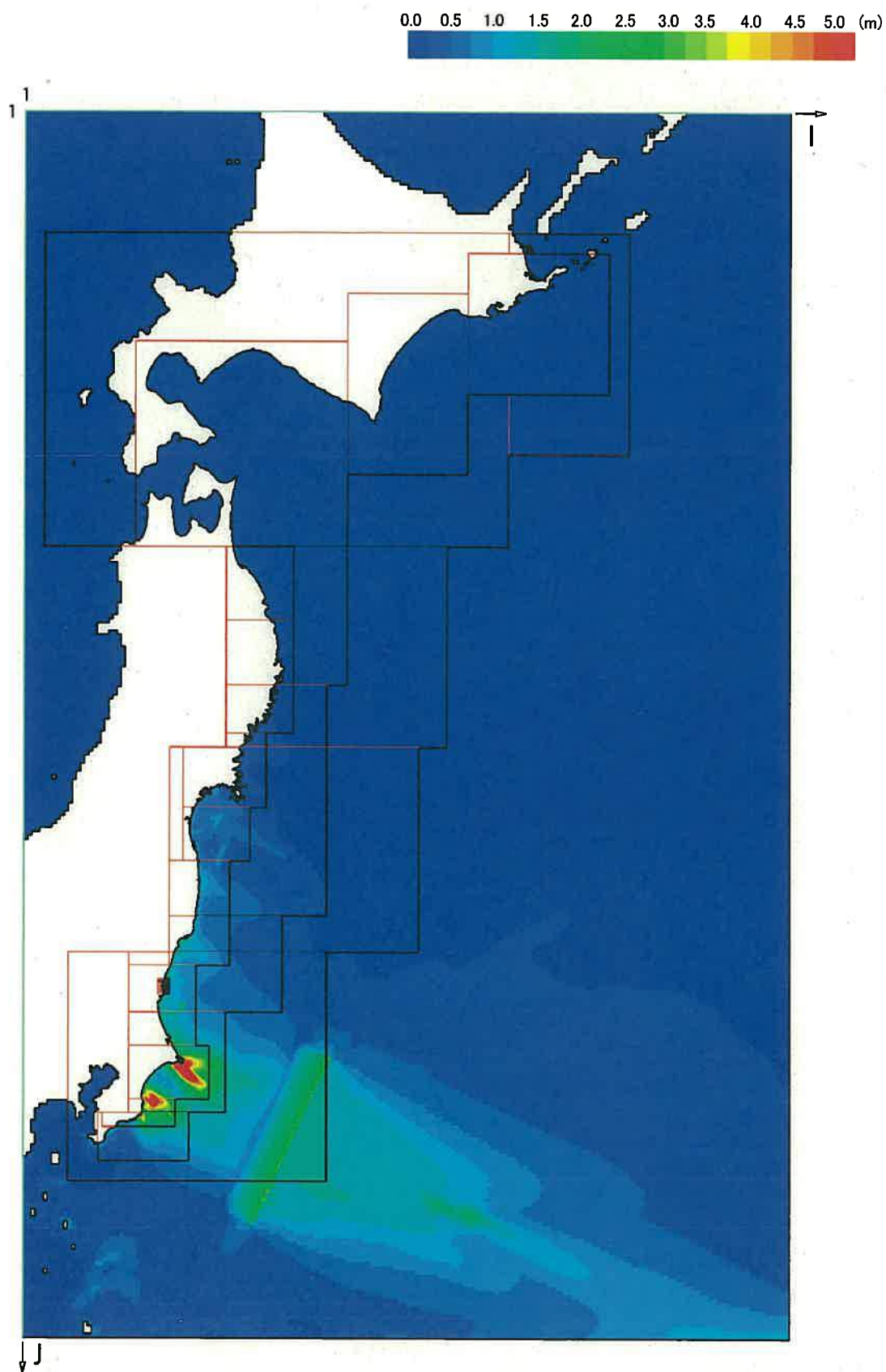


図 4.3-3 最大津波高さ分布（1677 年延宝房総沖地震津波，①土木学会モデル）

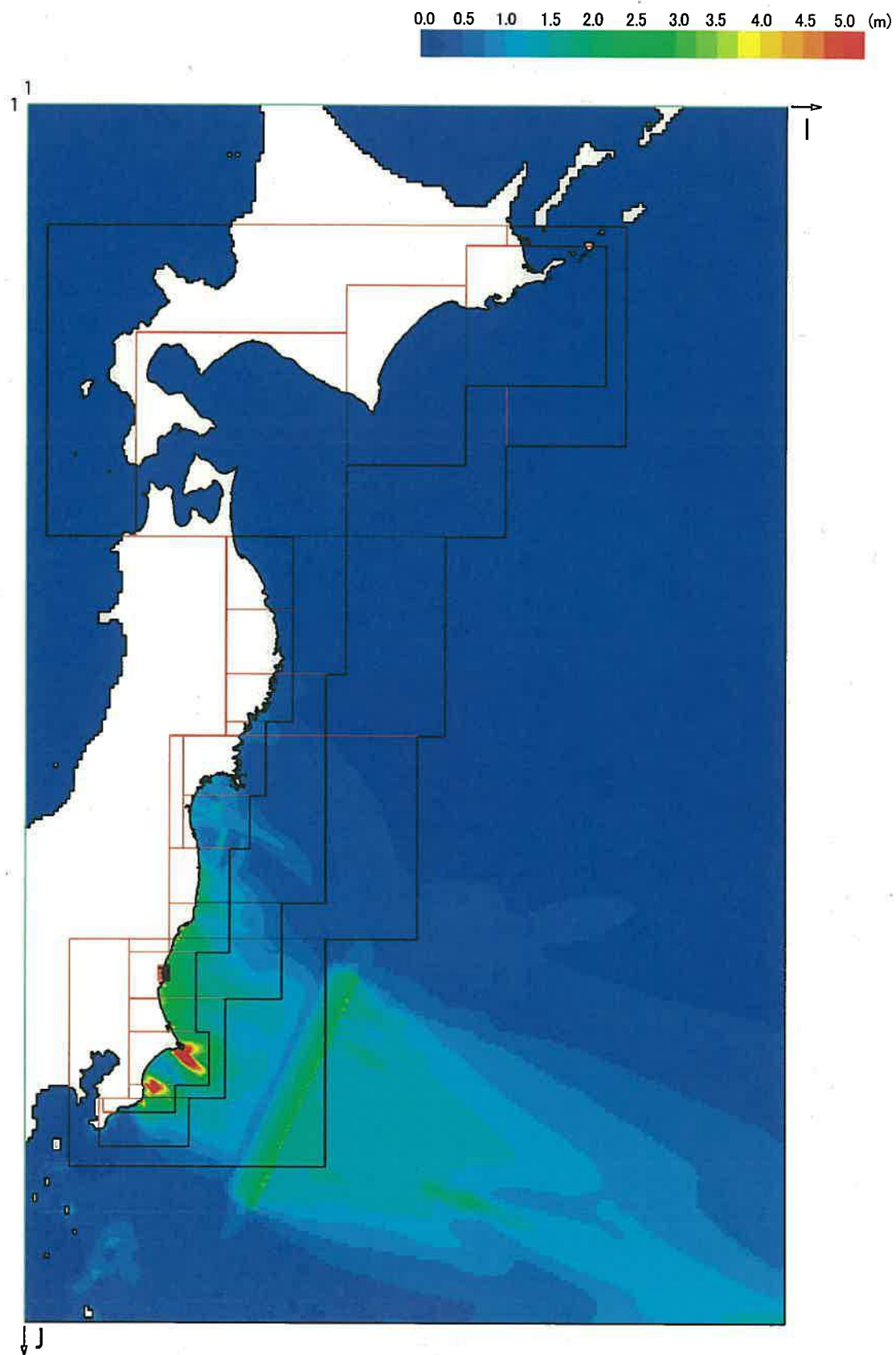


図 4.3-4 最大津波高さ分布（1677 年延宝房総沖地震津波，②土木学会モデル 80km 延長）

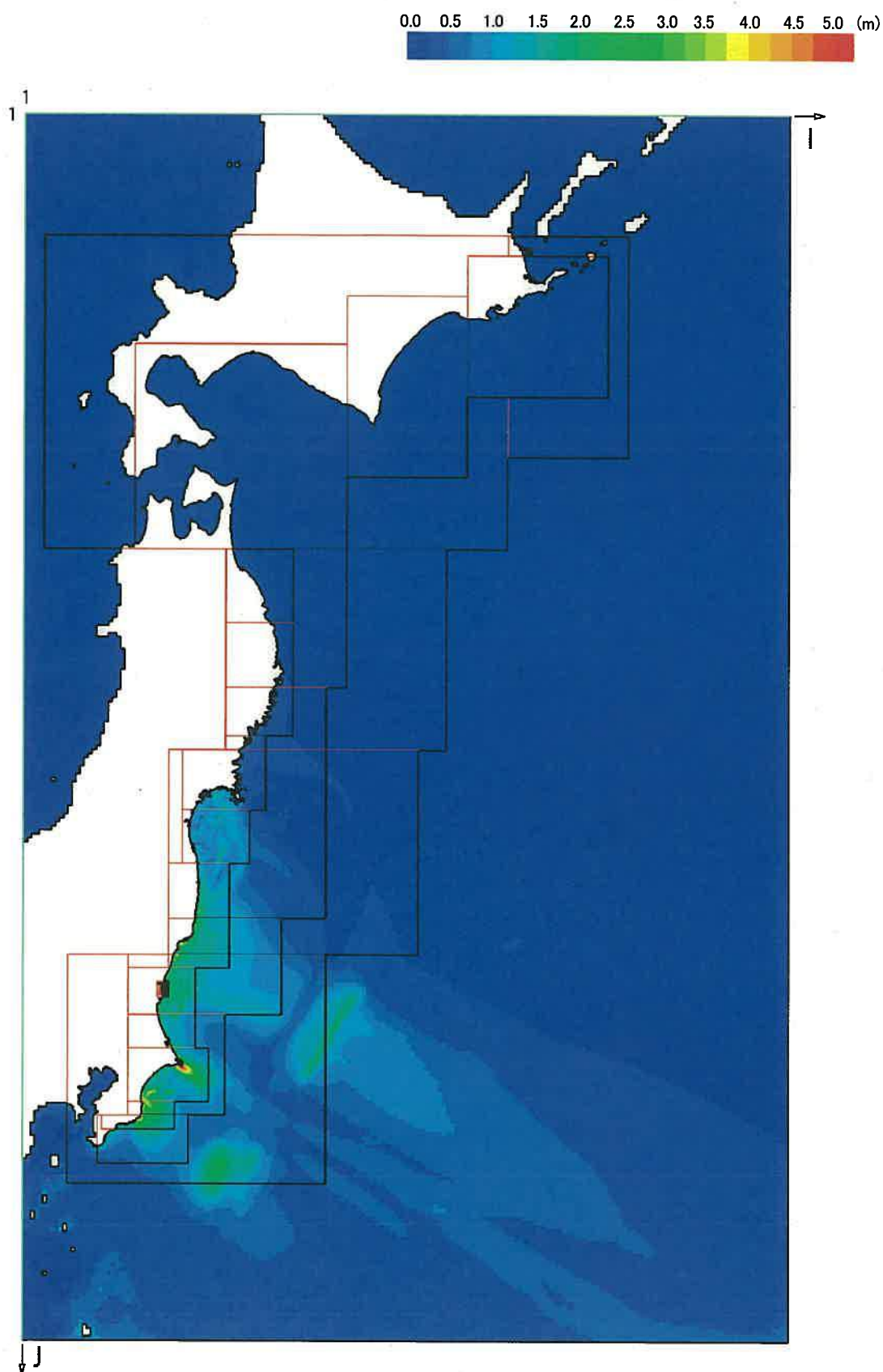


図 4.3-5 最大津波高さ分布（1677 年延宝房総沖地震津波，③茨城県モデル）

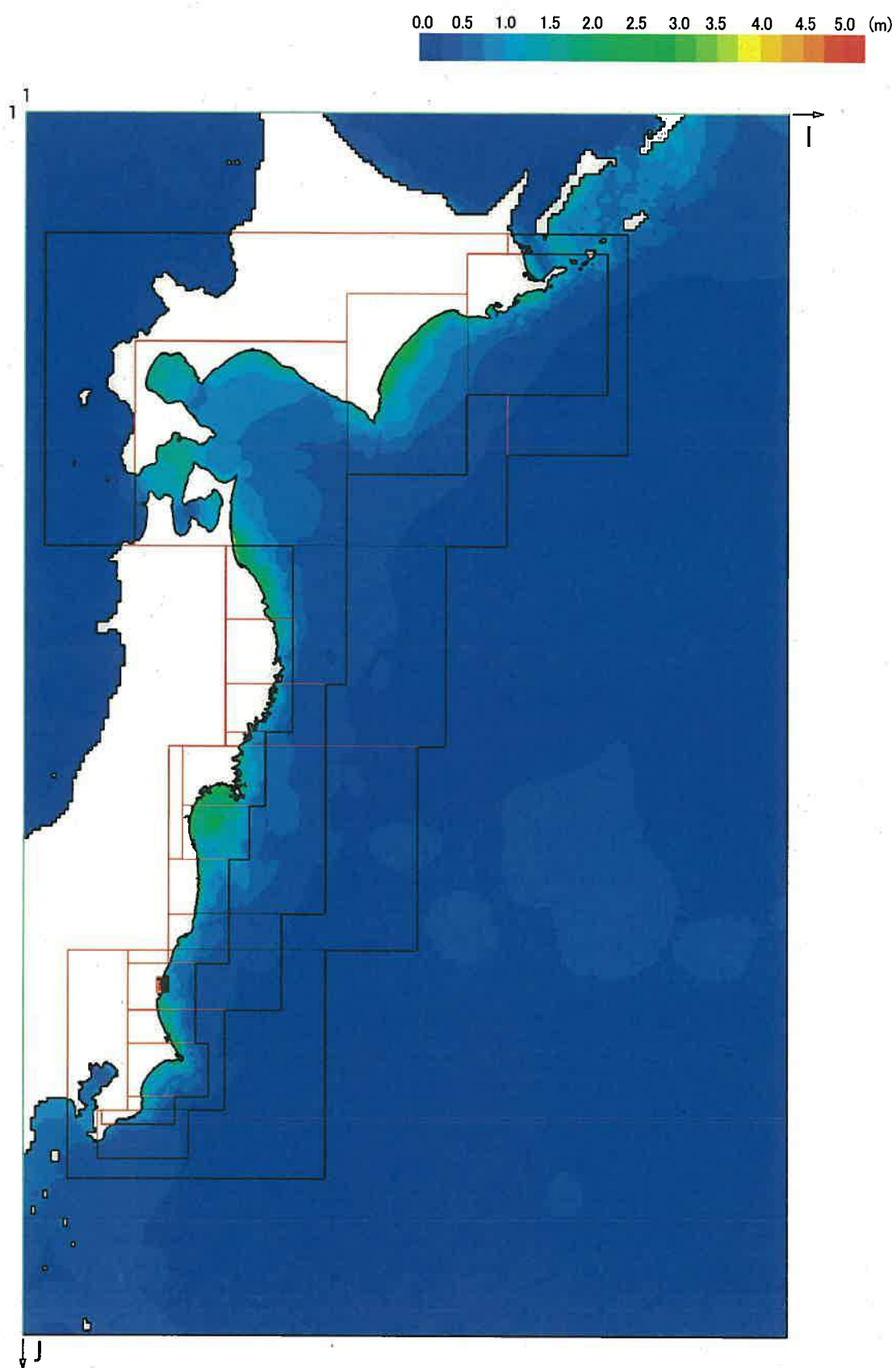


図 4.3-6 最大津波高さ分布（1670 年チリ沖地震津波）

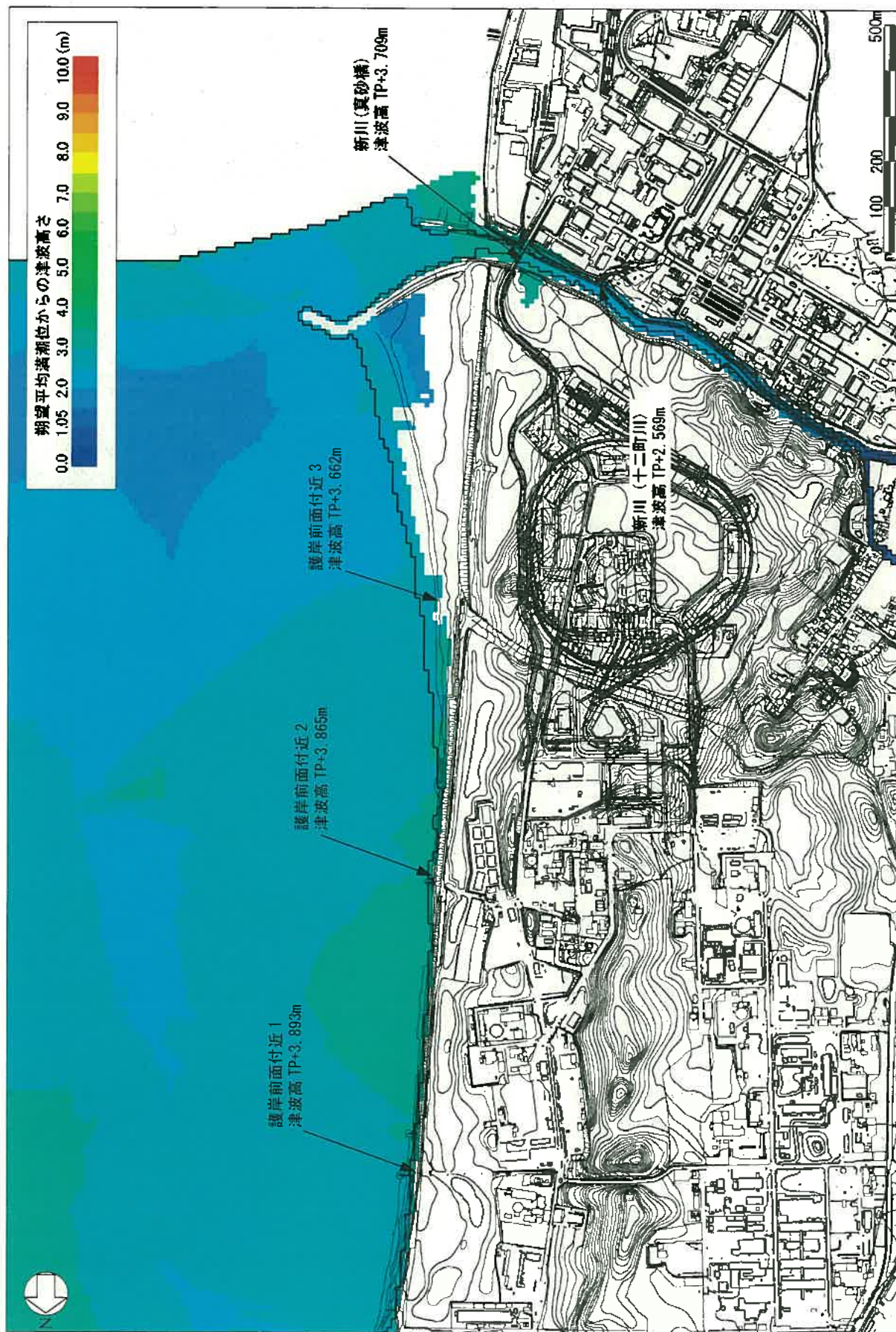


図 4.3-7 東海サイトの最大津波高さ分布 (1677 年延宝房総沖地震津波, ①土木学会モデル)

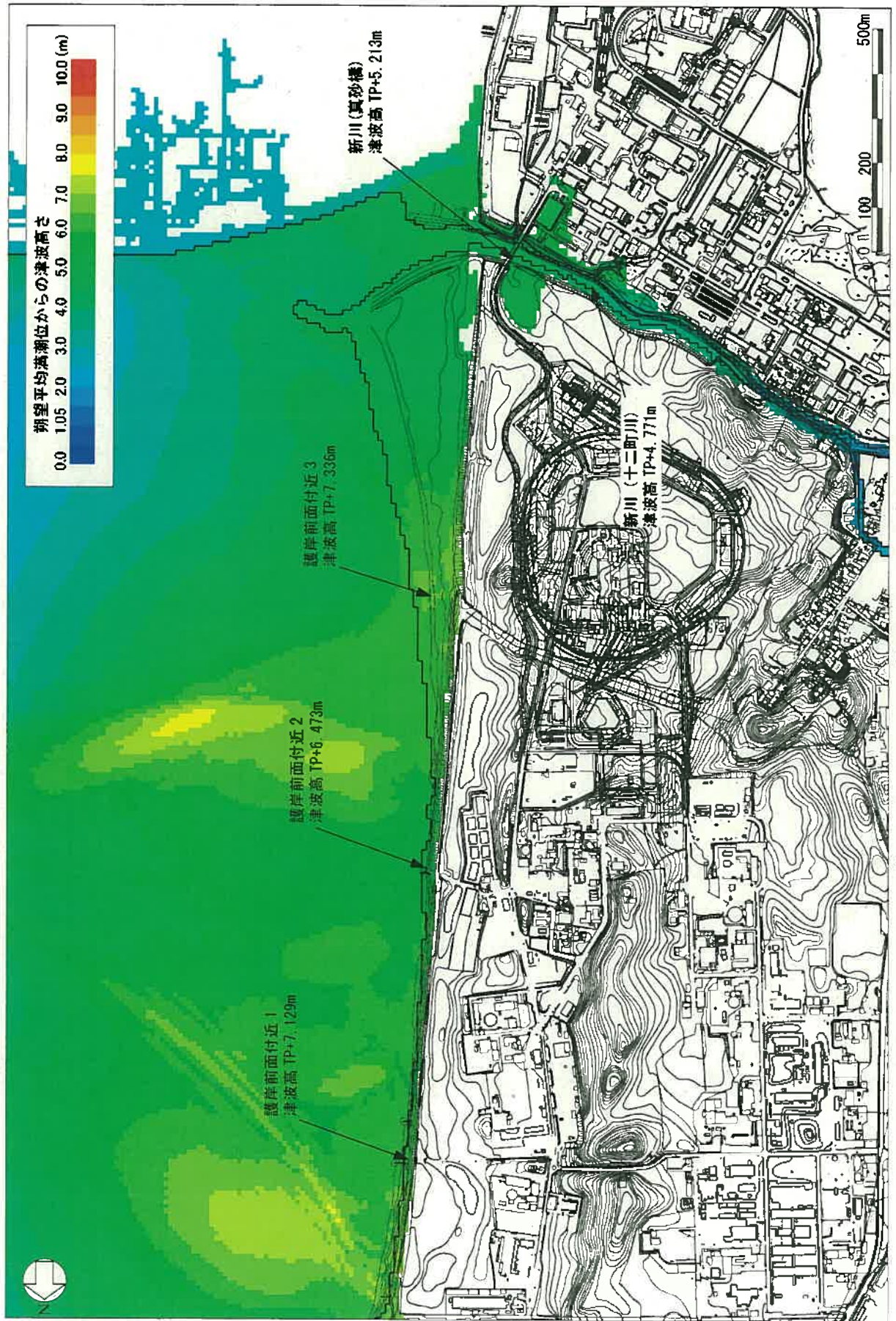


図 4.3-8 東海サイトの最大津波高さ分布 (1677 年延宝房総沖地震津波, ②土木学会モデル 80km 延長モデル)

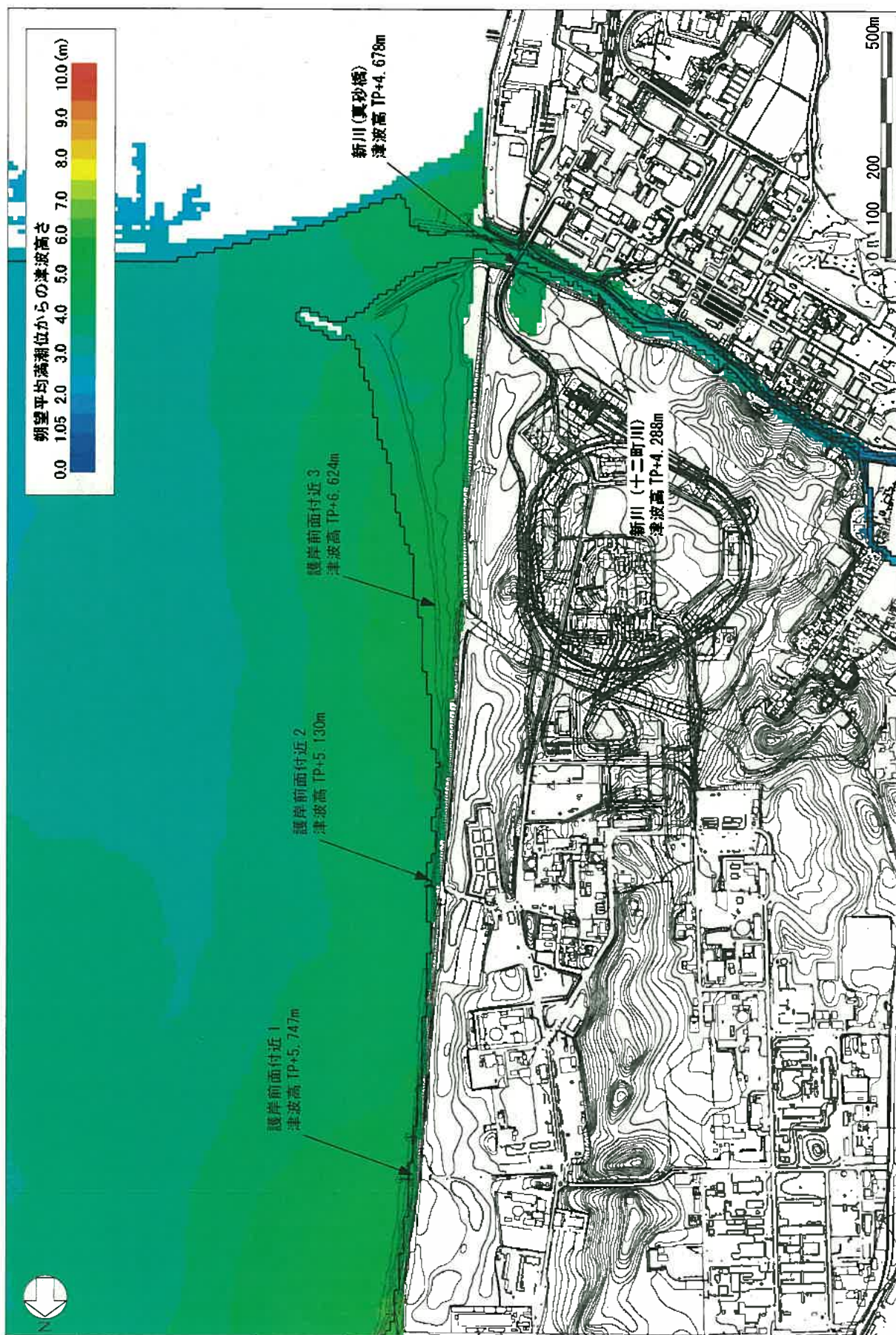


図 4.3-9 東海サイトの最大津波高さ分布 (1677 年延宝房総沖地震津波, ③茨城県モデル)

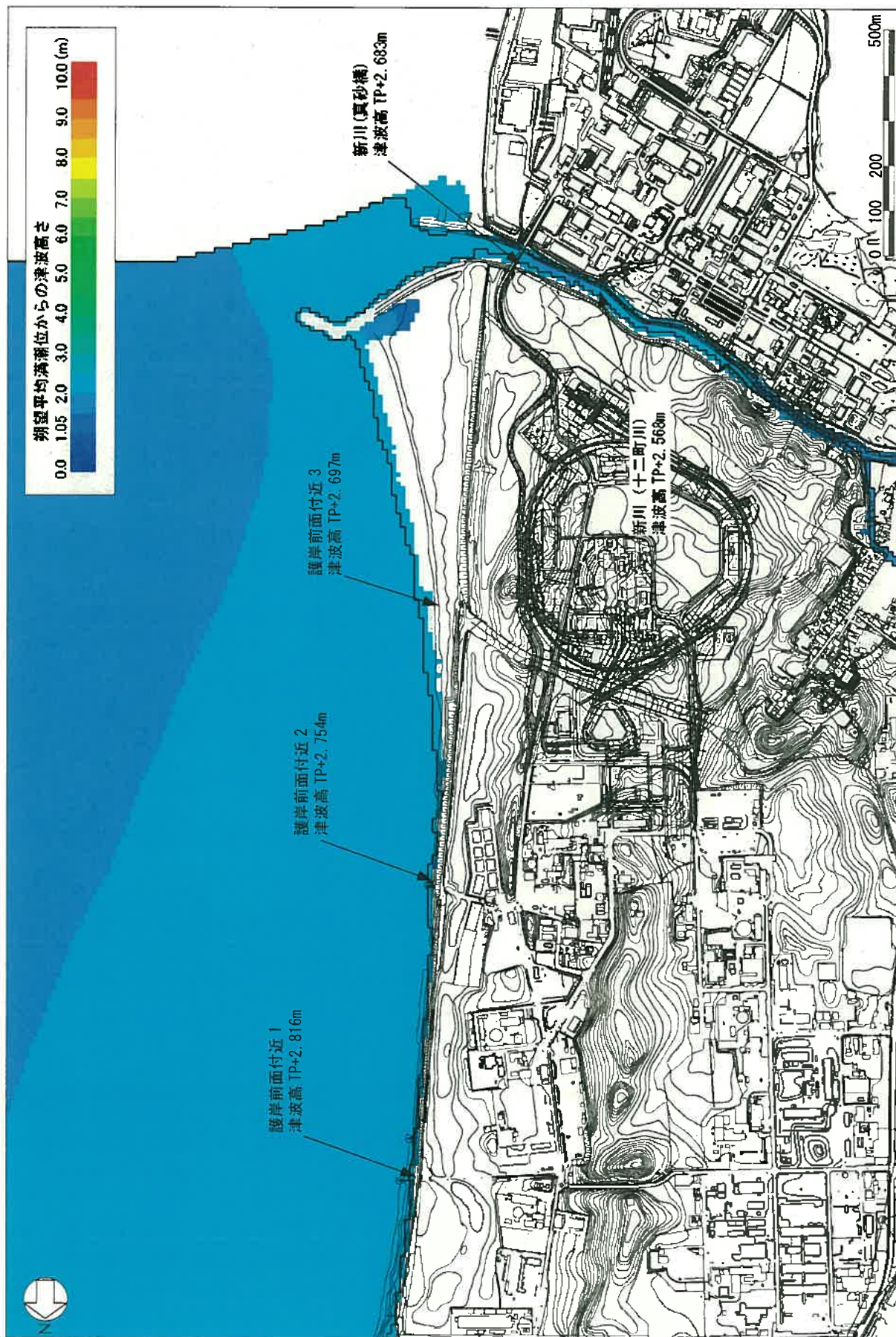


図 4.3-10 東海サイトの最大津波高さ分布 (チリ沖地震津波)

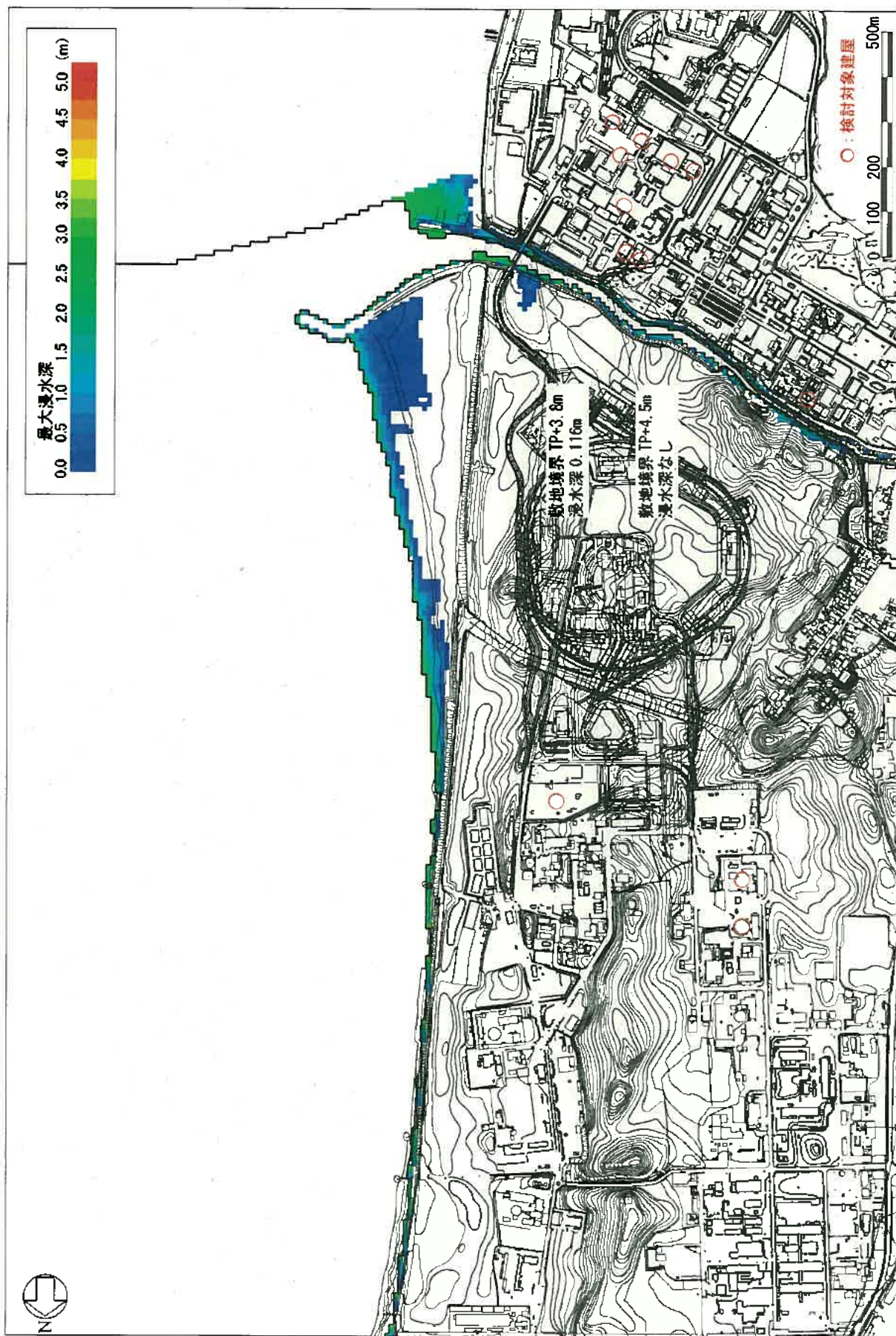
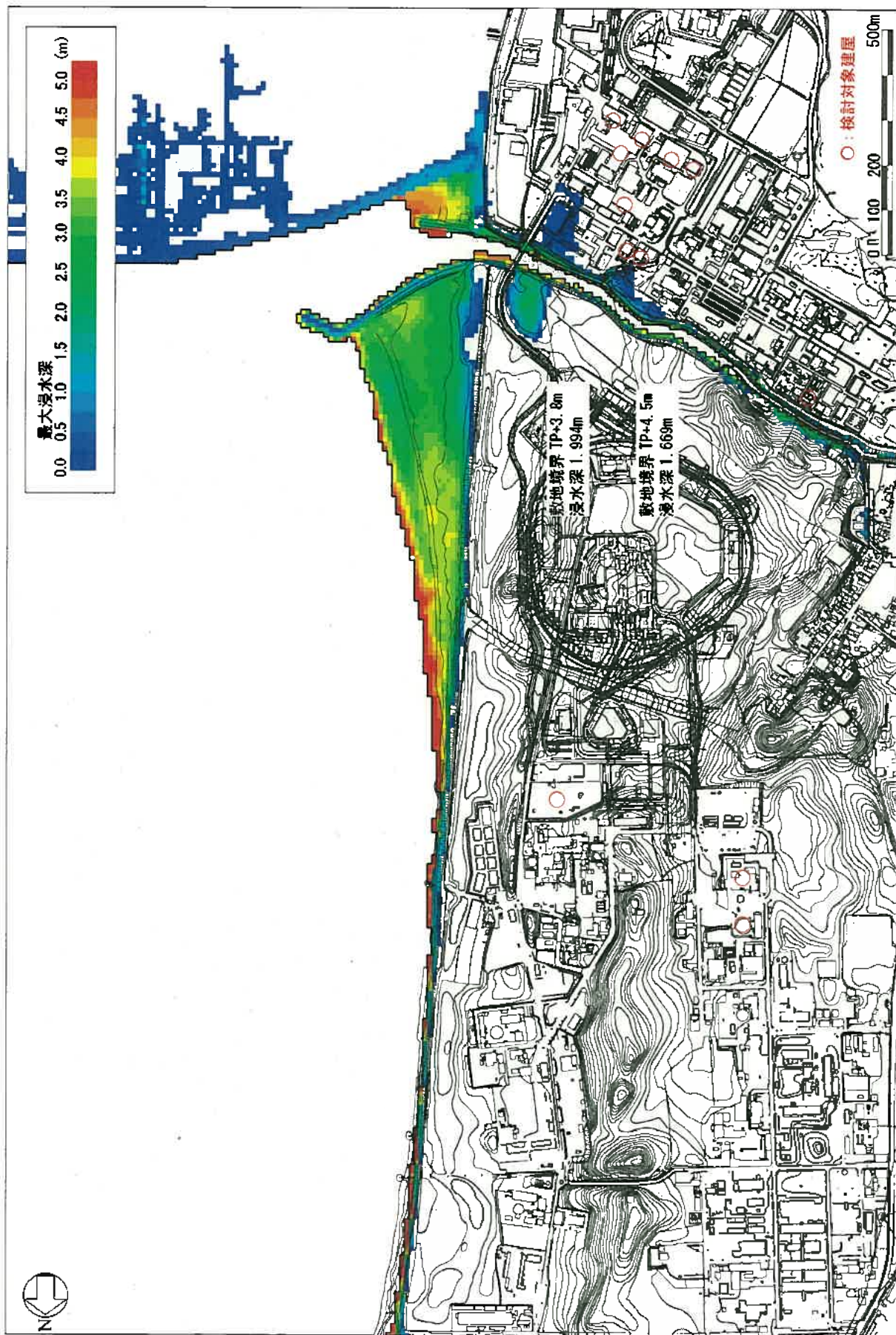


図 4.3-11 東海サイトの最大浸水深分布（1677 年延宝房総沖地震津波，①土木学会モデル）



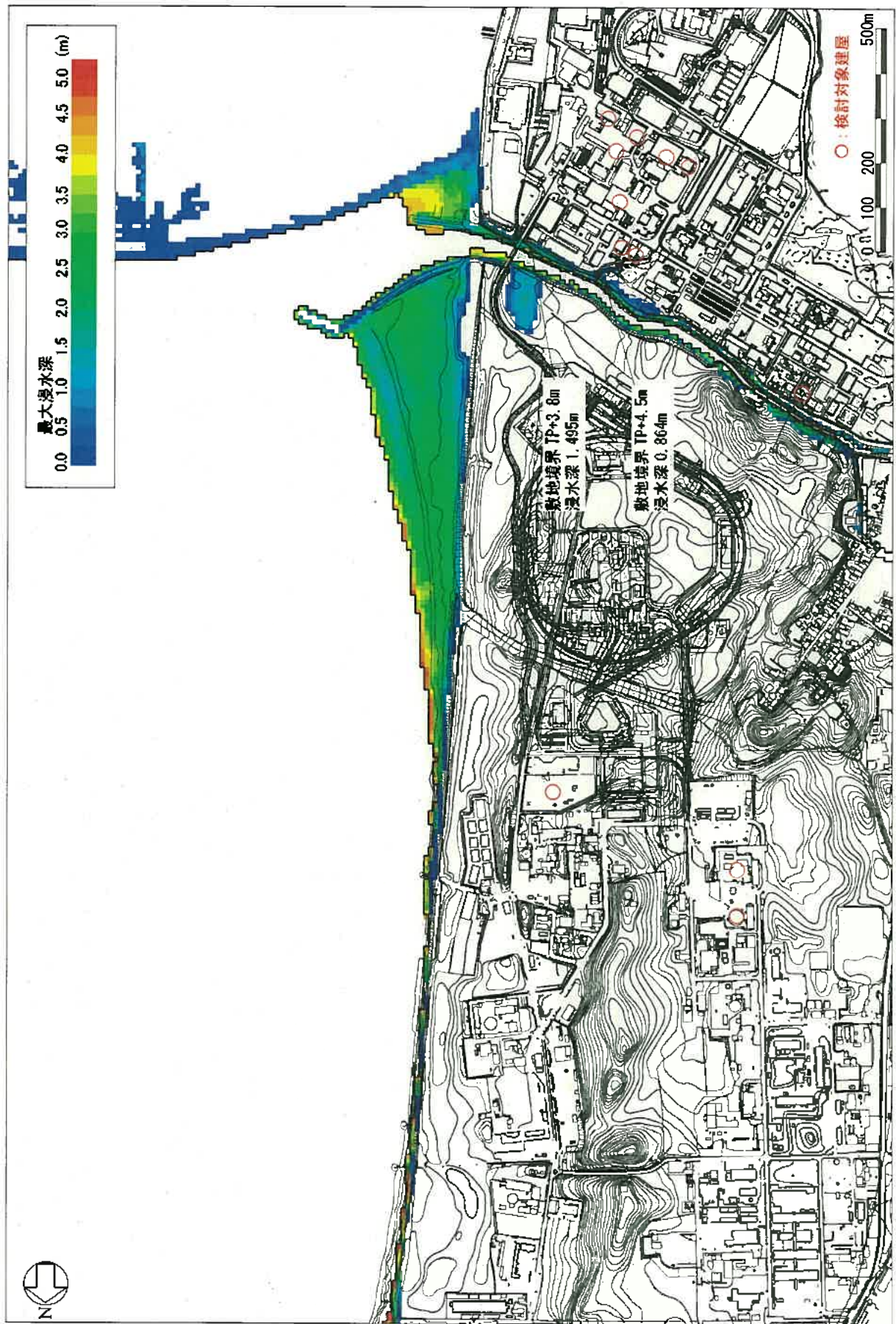


図 4.3-13 東海サイトの最大浸水深分布（1677 年延宝房総沖地震津波、③茨城県モデル）

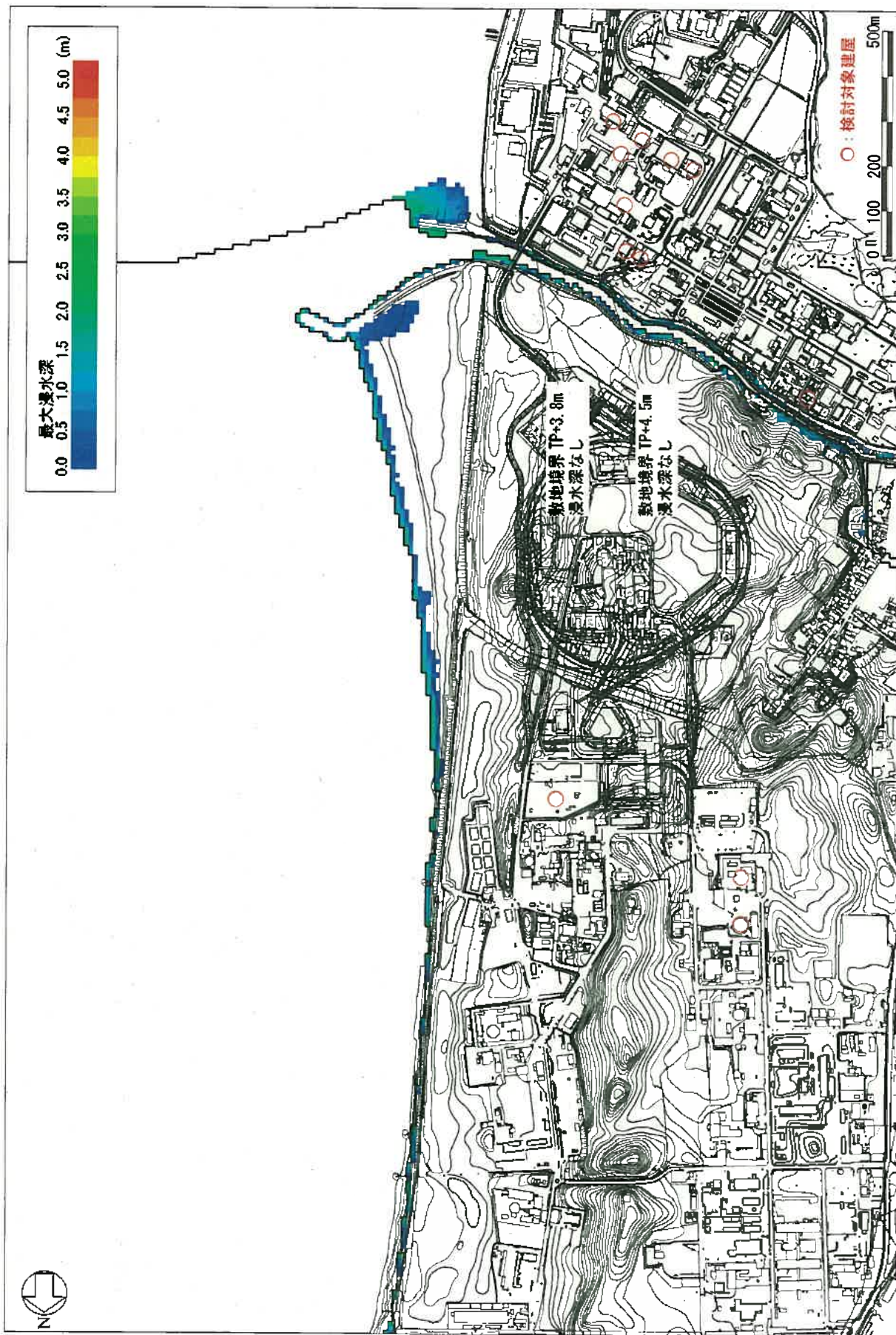


図 4.3-14 東海サイトの最大浸水深分布（チリ沖地震津波）

5. 想定津波に関する検討

東海サイトへ影響を与えると考えられる津波として、土木学会「原子力発電所の津波評価技術（平成14年2月）」に基づく近地・遠地津波の波源を対象とする。

なお、4.2 で検証計算として用いた 1677 年延宝房総沖地震津波（土木学会モデルを北へ 80km 延長したモデル、さらに、「地震調査委員会（平成18年）」で公表された三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの地震の活動域についても参考としてパラメータスタディの対象とした。

- ①土木学会に基づく近地・遠地津波
- ②房総沖の近地津波（土木学会 80km 延長モデル）
- ③三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの近地津波

5.1 津波の波源の設定

(1) 土木学会に基づく近地想定津波

近地想定津波の断層モデルは、表 5.1-3 に示す「原子力発電所の津波評価技術（平成 14 年 2 月）」で用いられているモデルに基づき、当該施設に対して影響の大きいと考えられる活動域を採用した。断層モデルの諸元を表 5.1-1 に示す。

表 5.1-1 土木学会に基づく近地想定津波の断層モデルの諸元

活動域 の番号	Mw	長さ L (km)	幅 W (km)	上縁深さ d(km)	すべり量 D (m)	傾斜角 δ ($^{\circ}$)	すべり角 λ ($^{\circ}$)	走向 θ ($^{\circ}$)
③	8.3	209.7	49.9	1.0	9.68	20	75	189
④	8.6	283.0	50.0	1.0	10.10	45	270	189
⑤	8.2	211.1	70.4	11.0	4.02	15	85	205
⑦	7.9	103.2	61.9	11.0	2.79	10	85	205
⑧	8.2	210.2	50.0	1.0	6.83	20	95	210

a. 概略パラスタ用断層モデル

概略検討で用いるパラメータを表 5.1-2 に、断層位置を図 5.1-1 に示す。

表 5.1-2 近地想定津波の断層モデルのパラメータ（概略検討）

活動域の番号	位置	走向 θ ($^{\circ}$)	ケース数
③	1	基準 $\pm 5^{\circ}$	3
④	1	基準 $\pm 10^{\circ}$	3
⑤	1	基準 $\pm 10^{\circ}$	3
⑦	3 $\times$ 3	基準 $\pm 10^{\circ}$	27
⑧	1	基準 $\pm 5^{\circ}$	3

b. 詳細パラスタ用断層モデル

詳細検討では、概略検討において最大となるケースを対象として、

- ・上縁深さ d を 2, 1, 0km の 3 パターン（注：領域⑦では最大ケースの基準 $d \pm 2$ km）
- ・傾斜角 δ を基準、基準 $\pm 5^{\circ}$ の 3 パターン
- ・すべり角 λ を基準、基準 $\pm 10^{\circ}$ の 3 パターンとした。

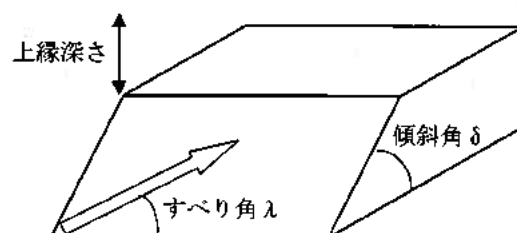
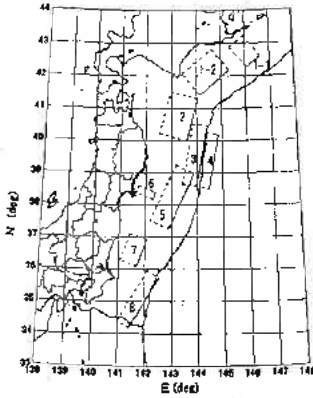


表 5.1-3 断層モデルの設定根拠（土木学会の津波評価技術より）

対象海域	大区分	プレート境界付近	地震・断層モデルの特徴	・津波地震、プレート内正断層地震、プレート間逆断層地震、プレート内逆断層地震が特定の場所に発生しており、それぞれが断層パラメータに特徴をもつ。 ・走向は太平洋プレート上面（海溝）の等深線にほぼ一致する。 ・すべり方向はプレート間相対運動の向きにほぼ一致する。
	中区分	太平洋プレートの沈み込みに関係した海域		
	小区分	日本海溝沿い及び千島海溝（南部）沿い	波源設定法の基本的考え方	

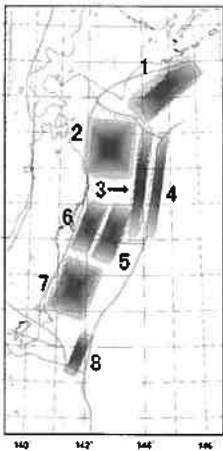
既往津波の痕跡高を説明できる断層モデル



番号	L (km)	W (km)	D (m)	δ (°)	λ (°)	$\mu \times 10^{10}$	$M_0 \times 10^{20}$	M_w モデル	対応する既往津波
1-1	60	100	2.2	27	115	5.0	6.6	7.8	1973年
1-2	130	100	3.5	20	115	5.0	22.8	8.2	1952年
2	150	100	6.0	20	80	5.0	45.0	8.4	1968年
3	210	50	9.7	20	75	3.5	35.6	8.3	1896年
4	185	50	6.6	45	270	7.0	42.7	8.4	1933年
5	210	70	4.0	15	85	5.0	29.4	8.2	1793年
6	26	65	2.0	20	85	7.0	2.4	7.5	1978年
7	100	60	2.3	10	85	5.0	6.9	7.8	1938年
8	200	50	5.5	20	95	3.5	22.8	8.2	1677年

剛性率 μ の単位は N/m^2 、地震モーメント M_0 の単位は $N \cdot m$ である。

津波の痕跡高を説明できる断層モデルの既往最大 M_w

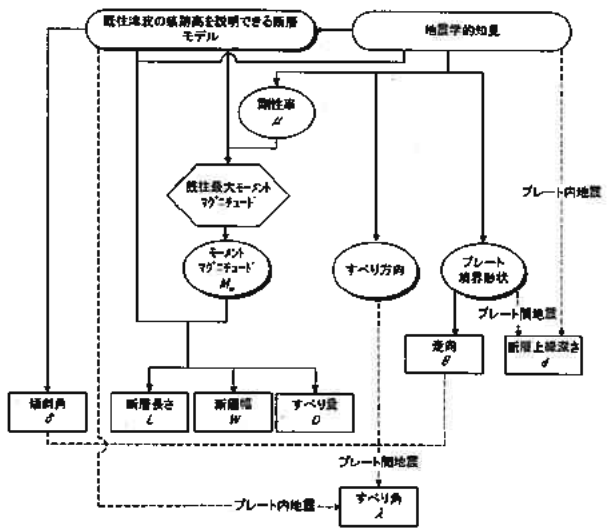


領域	既往最大 M_w	対応する既往津波
1	8.2	1952年
2	8.4	1968年
3	8.3	1896年
4	8.6	1611年
5	8.2	1793年
6	7.7	1978年
7	7.9	1938年
8	8.2	1677年

基準断層モデルのパラメータ設定方法

断層長さ	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルにスケーリング則を適用する。
幅	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルにスケーリング則を適用する。
すべり量	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルにスケーリング則を適用する。
上縁深さ	プレート間地震は、太平洋プレート上面の深さに基づき、水深を考慮して設定する。プレート内地震はゼロとする。
走向	太平洋プレート上面（海溝）の等深線の走向に基づき設定する。
傾斜角	想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルと同じとする。
すべり角	プレート間地震は、走向とすべり方向に基づき設定する。プレート内地震は、想定位置近傍に設定された、既往津波の痕跡高を説明できる断層モデルと同じとする。
剛性率	深さ 20km 以浅では $3.5 \times 10^{10} (N/m^2)$ とする。深さ 20km 以深では $7.0 \times 10^{10} (N/m^2)$ とする。上記 2 領域にまたがる場合、 $5.0 \times 10^{10} (N/m^2)$ とする。
スケーリング則	津波地震・プレート内地震は幅 50km を上限とする。通常のプレート間地震は、深さ 50km に達する場合、幅に制限を設ける。他の場合、制限なし。

基準断層モデルのパラメータ設定フロー



プレート間地震とプレート内地震で異なる流れは破線で示してある。長方形は津波計算に必要な断層パラメータを、影付きの項目はパラメータ設定に先立って必要な項目を表す。

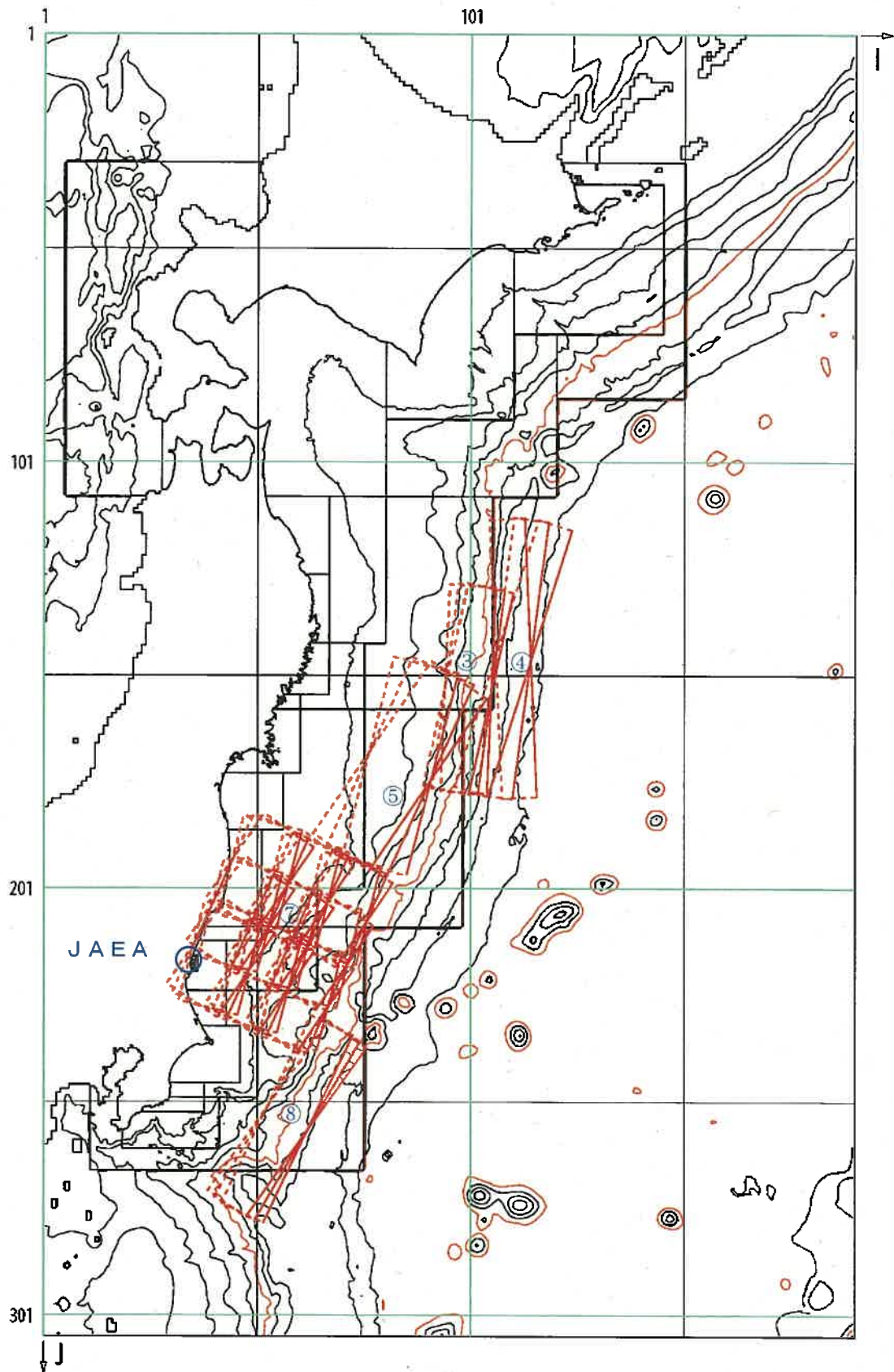


図 5.1-1 土木学会に基づく近地想定津波における断層モデル（概略検討用）

(2) 土木学会に基づく遠地想定津波

a. 概略検討

遠地想定津波としては 1960 年チリ津波を対象とし、概略検討でのパラメータは、

- ・断層位置を南北へそれぞれ 100km 移動 (3 パターン),
- ・走向を $\pm 5^\circ$ 変化 (3 パターン)

の 3×3 の計 9 ケースとした。

チリ津波の基本断層モデルの諸元を表 5.1-4 に、断層位置を図 5.1-2 に示す。

b. 詳細検討

詳細検討では、概略最大のケースについて、下記のパラメータを用いて検討をする。

- ・上縁深さ 0 km, 1km, 2 km, 4km (4 パターン),
- ・傾斜角 ($\pm 5^\circ$) (3 パターン),
- ・すべり角 ($\pm 10^\circ$) (3 パターン),

の $4 \times 3 \times 3$ の計 36 ケースとした。

表 5.1-4 土木学会に基づくチリ津波の基本断層モデルの諸元

Mw	長さ L (km)	幅 W (km)	上縁深さ d(m)	すべり量 D(m)	傾斜角 $\delta(^{\circ})$	すべり角 $\lambda(^{\circ})$	走向 $\theta(^{\circ})$
9.3	850	180	1.0	12.75	20	105	N7° E

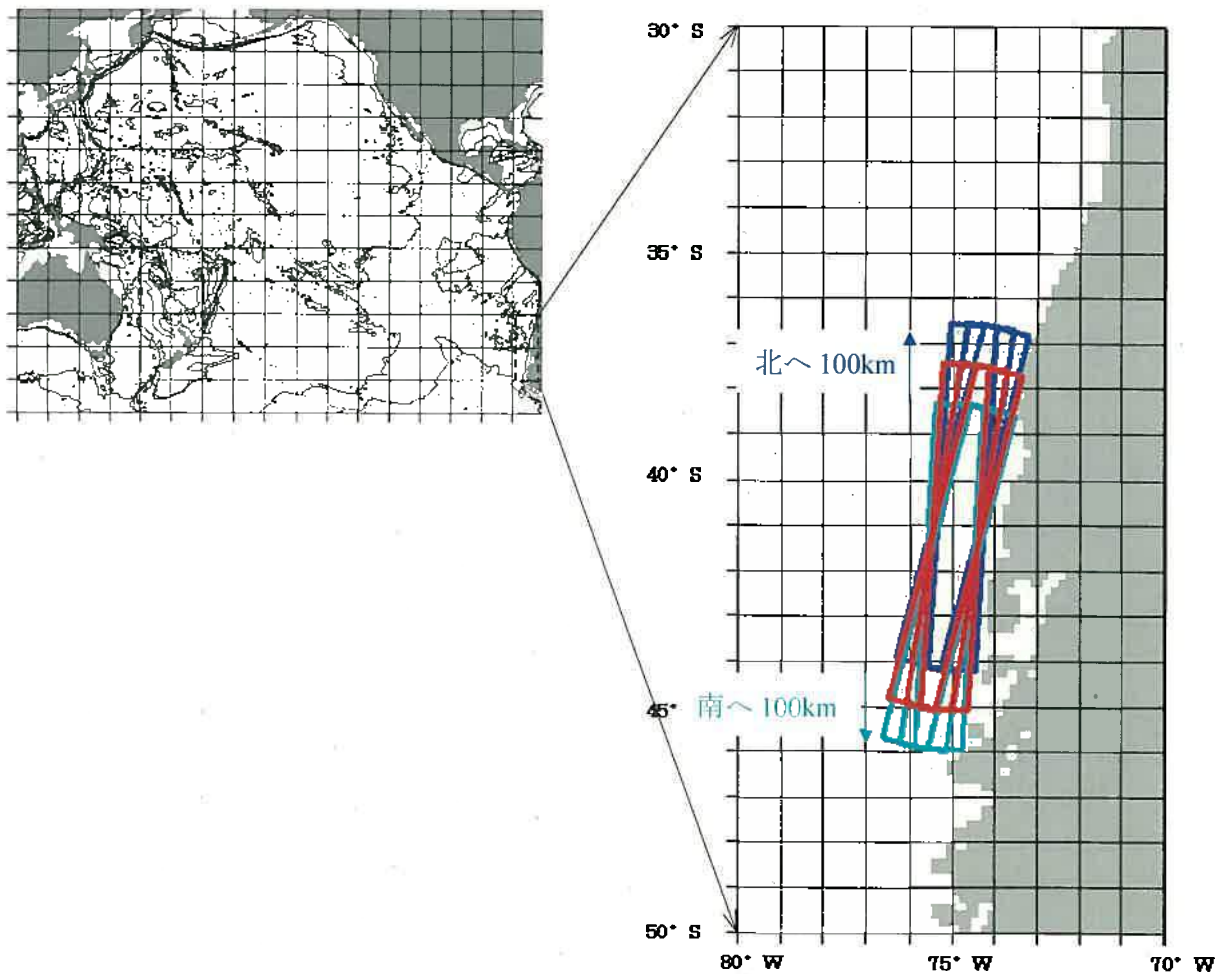


図 5.1-2 土木学会に基づく遠地想定津波における断層モデル（概略検討）

(3) 1677 房総沖の再検討に基づくモデル

1677 房総沖津波を対象した断層モデルの諸元を表 5.1-5 に示し、茨城県モデルと土木学会モデルの断層位置を図 5.1-3 に重ね合わせて示す。

表 5.1-5 1677 年房総沖 断層モデルの諸元

1677 房総沖	Mw	長さ L (km)	幅 W (km)	上縁深さ d(km)	すべり量 D (m)	傾斜角 δ ($^{\circ}$)	すべり角 λ ($^{\circ}$)
茨城県モデル	8.29	要素断層数 972 の不均質モデル					
土木学会モデル	8.17	200.0	50.0	1.0	6.50	20	95
土木学会 80km 延長	8.27	280.0	50.0	1.0	6.50	20	95
土木学会 80km 延長 (想定モデル ¹⁾)	8.3	295.5	50.0	1.0	6.86	20	95

注記 1: Mw の有効数字小数点第二位の切り上げにより、スケーリング則に従い、断層長さ L とすべり量 D を調整。

a. 概略パラスタ用断層モデル

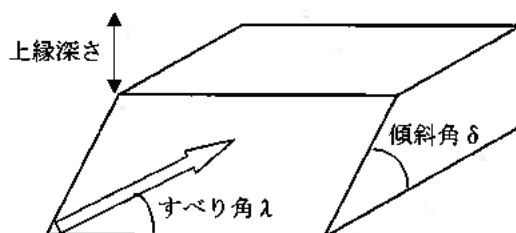
概略検討では、図 5.1-4 に示すように位置を北から南へ 5 パターン、走向を $\pm 5^{\circ}$ の 3 パターンとして計 15 ケース設定した。

b. 詳細パラスタ用断層モデル

詳細検討では、概略検討の上昇側最大のケースを対象として、

- ・上縁深さ d を 2, 1, 0km の 3 パターン
- ・傾斜角 δ を基準、基準 $\pm 5^{\circ}$ の 3 パターン
- ・すべり角 λ を基準、基準 $\pm 10^{\circ}$ の 3 パターン

の計 27 ケース設定した。



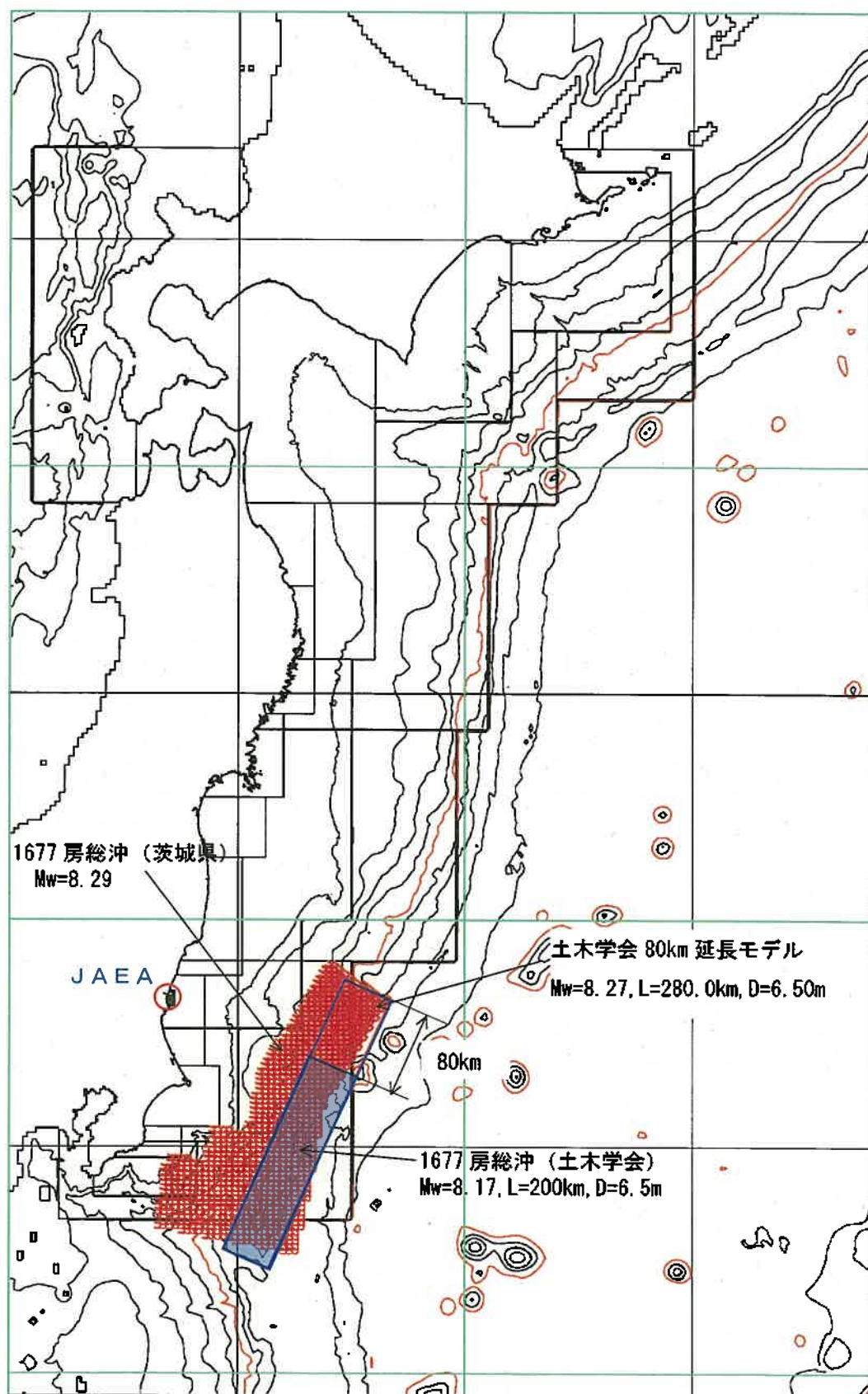


図 5.1-3 1677 房総沖の再検討に基づく断層位置の比較

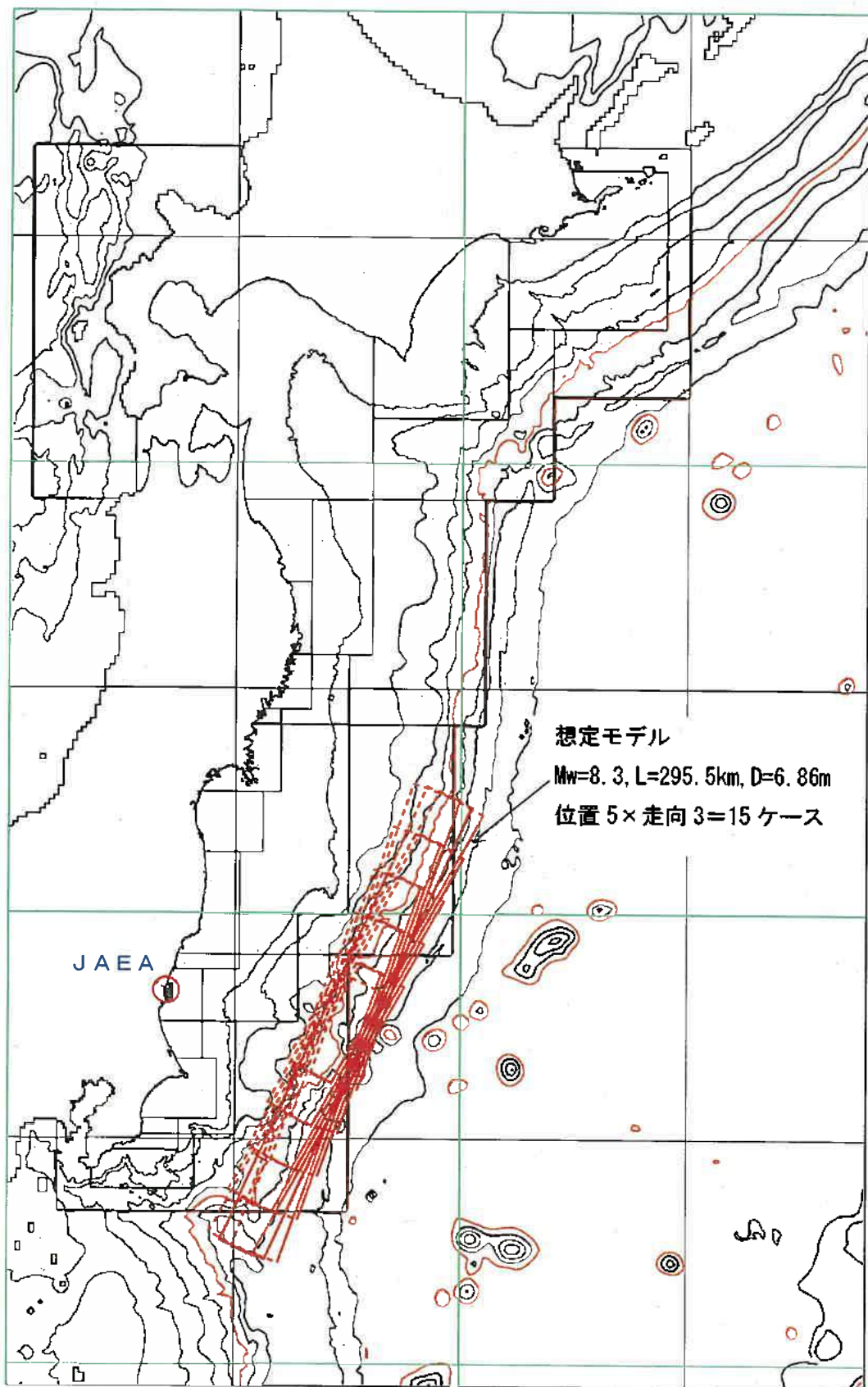


図 5.1-4 1677 房総沖の再検討に基づく想定津波の断層モデル

(4) 推本に基づく三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの想定津波

地震調査研究推進本部 地震調査委員会「全国を概観した地震動予測地図」報告書 分冊1 確率論的地震動予測地図の説明(平成17年3月23日平成18年9月25日改訂)に記載されている、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りプレート間大地震(津波地震)とプレート内大地震(正断層型)を図5.1-5に示す。これらの知見を踏まえ設定した日本海溝寄り想定津波のプレート間(津波地震モデル)及びプレート内(正断層モデル)の活動域を図5.1-6に示す。これらの断層モデルの諸元は、「原子力発電所の津波評価技術(平成14年2月)」で示されている三陸沖の領域③(津波地震モデル)及び領域④(正断層モデル)のものをを用いることとする。断層モデルの諸元を表5.1-6に示す。

表 5.1-6 日本海溝寄り 想定津波の断層モデルの諸元

活動域 の番号	Mw	長さ L (km)	幅 W (km)	上縁深さ d(m)	すべり量 D (m)	傾斜角 δ ($^{\circ}$)	すべり角 λ ($^{\circ}$)	走向 θ ($^{\circ}$)
③	8.3	209.7	49.9	1.0	9.68	20	75	189
④	8.6	283.0	50.0	1.0	10.10	45	270	189
⑤	8.2	211.1	70.4	11.0	4.02	15	85	205
⑦	7.9	103.2	61.9	11.0	2.79	10	85	205
⑧	8.2	210.2	50.0	1.0	6.83	20	95	210
⑨	8.3	209.7	49.9	1.0	9.68	20	75	205
⑩	8.6	283.0	50.0	1.0	10.10	45	270	205

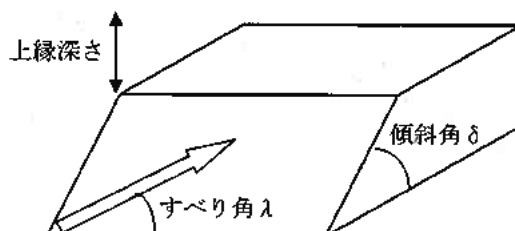
a. 概略パラスタ用断層モデル

概略検討では、図5.1-7に示すように位置を北から南へ5パターンとし、プレート間(津波地震モデル)では走向を $\pm 5^{\circ}$ 、プレート内(正断層モデル)では走向を $\pm 10^{\circ}$ の3パターンとして各モデル計15ケース設定した。

b. 詳細パラスタ用断層モデル

詳細検討では、概略検討の上昇側最大及び下降側最大の2ケースを対象として、

- ・ 上縁深さ d を 2, 1, 0km の 3 パターン
- ・ 傾斜角 δ を基準, 基準 $\pm 5^{\circ}$ の 3 パターン
- ・ すべり角 λ を基準, 基準 $\pm 10^{\circ}$ の 3 パターン (プレート内(正断層モデル)では省略)とした。



(c) 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）

地震活動モデルの諸元を表 2.2.2-11 に示す。マグニチュードについては 1896 年の明治三陸地震の宇佐美(1996)によるマグニチュードを参照して $M_w6.8$ とした。

震源域の位置について、「領域内でどこでも発生する可能性がある」とされているが、ここでは領域内にプレート境界に沿って長さ 200km、幅 50km の矩形の断層面を南北 7 列×東西 2 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定した。その位置を図 2.2.2-7 に示す。

表 2.2.2-11 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）の諸元

	長期評価	設定モデル
30 年発生確率	20%程度	20%
50 年発生確率	30%程度	31%
マグニチュード	$M8.2$ 前後	$M_w6.8$
震源域	図 2.2.2-3 のウの領域内、具体的な地域は特定できない 長さ 200km 程度 幅 50km 程度	領域内にプレート境界に沿って長さ 200km、幅 50km の矩形の断層面を南北 7 列×東西 2 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定（断層数 14）

（注）設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=133.3 年のポアソン過程を仮定した。また $M_w=M_j=6.8$ と仮定した。

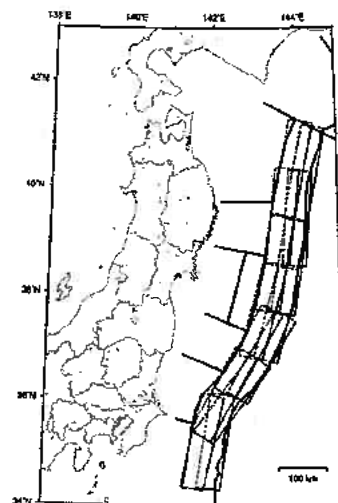


図 2.2.2-7 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート間大地震（津波地震）の断層面

図 5.1-5(a) 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りプレート間大地震（津波地震）
「地震調査委員会（平成 17 年 3 月）」より

(d) 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震（正断層型）

地震活動モデルの諸元を表 2.2.2-12 に示す。震源域の位置について、「領域内でどこでも発生する可能性がある」とされているが、ここでは領域内に長さ 200km、幅 100km、傾斜角 45°、上端深さ 0km の矩形の断層面を南北に 7 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定した。その位置を図 2.2.2-8 に示す。

表 2.2.2-12 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震（正断層型）の諸元

	長期評価	設定モデル
30 年発生確率	4～7%	5.1%
50 年発生確率	6～10%	8.3%
マグニチュード	M8.2 前後	M _{fw} 8.2
震源域	図 2.2.2-3 のウの領域内、具体的な地域は特定できない 長さ 200km 程度 幅 100km 程度	領域内に長さ 200km、幅 100km、傾斜角 45°、上端深さ 0km の矩形の断層面を南北に 7 列並べて、そのいずれかで等確率で地震が発生すると仮定（断層数 7）

（注）設定モデルの確率計算では、平均発生間隔=575 年（400～750 年の中央値）のポアソン過程を仮定した。また M_{fw}=M_f と仮定した。

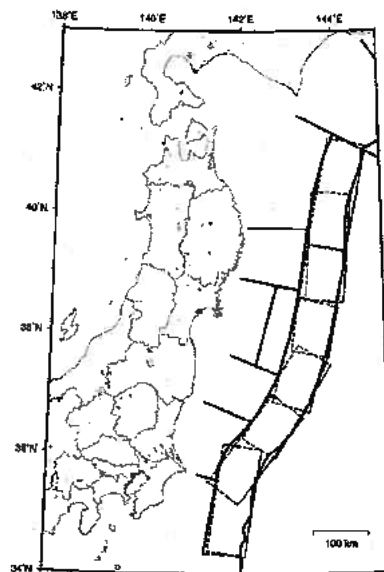


図 2.2.2-8 三陸沖北部から房総沖の海溝寄りのプレート内大地震（正断層型）の断層面

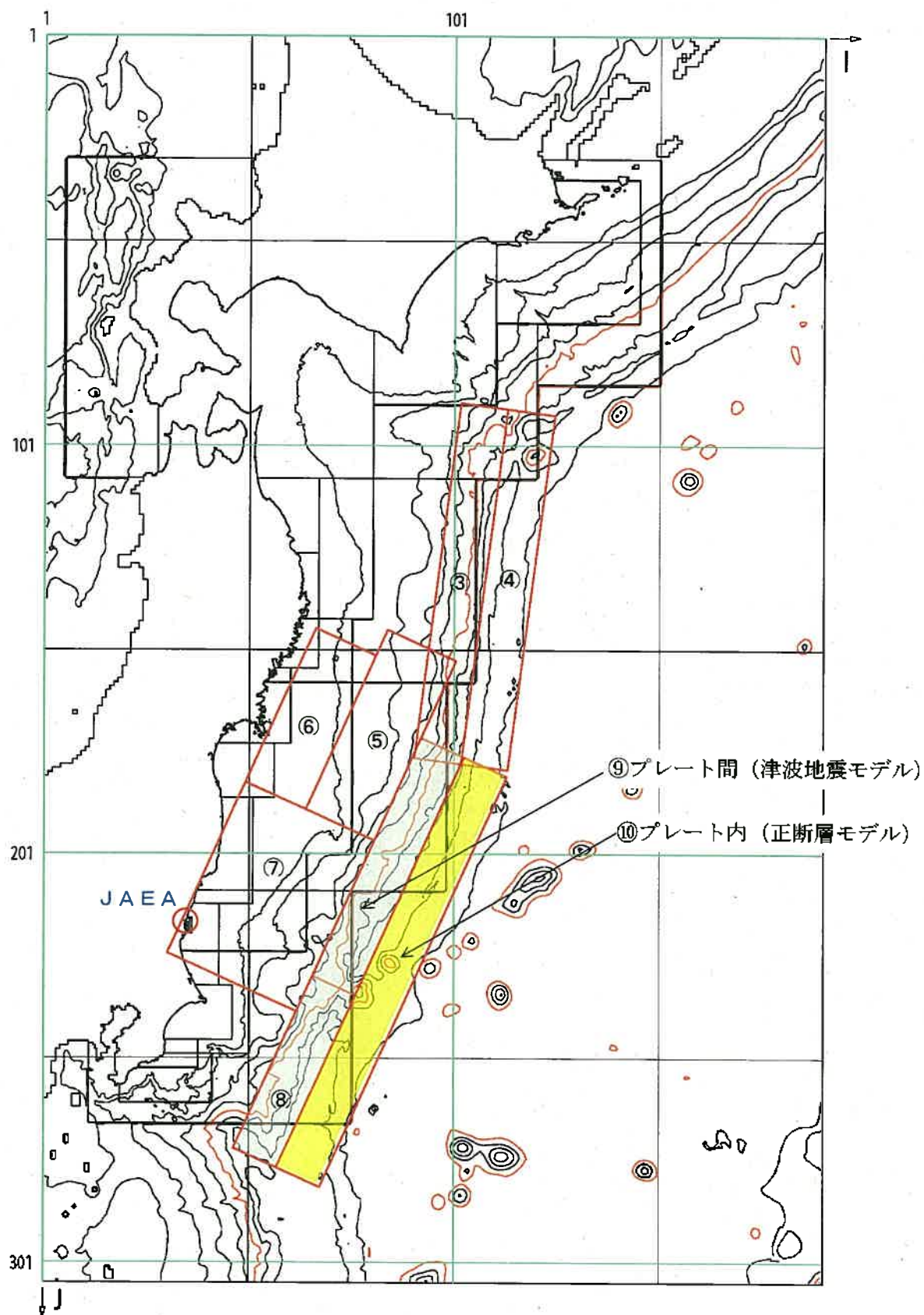


図 5.1-6 推本に基づく日本海溝寄り想定津波の活動域

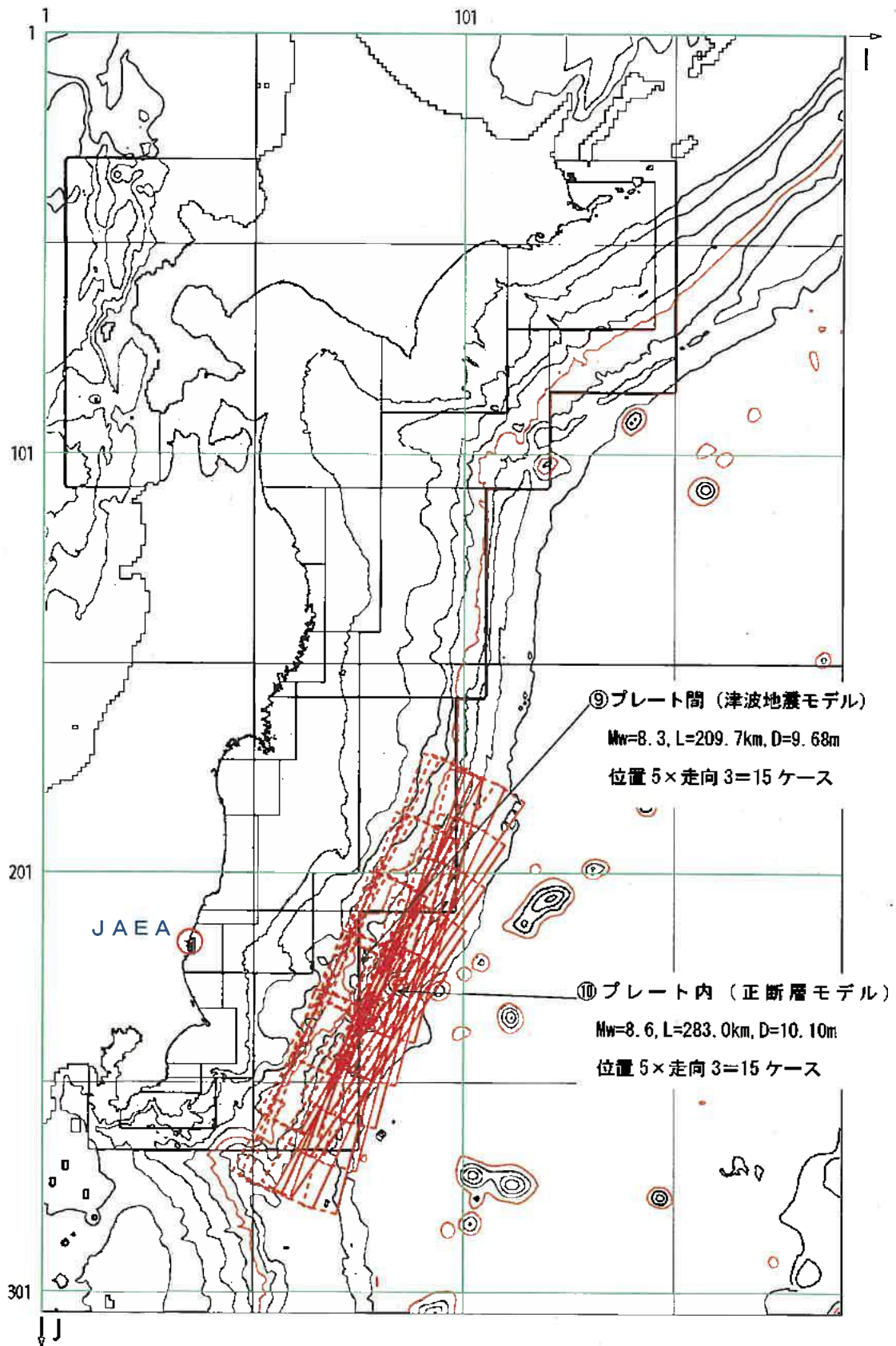


図 5.1-7 推本に基づく日本海溝寄り想定津波の断層モデル

5.2 パラメータスタディ

(1) 土木学会に基づく想定津波のパラメータスタディ結果

a. 概略検討結果

概略検討結果を表 5.2-1 に示す。これらより、各領域における最大ケースは、

- ・領域③では、R3-03 (最大津波高さ TP+2.388m(原科研側海岸線全域))
- ・領域④では、R4-03 (最大津波高さ TP+2.927m(原科研側海岸線全域))
- ・領域⑤では、R5-03 (最大津波高さ TP+1.631m(原科研側海岸線全域))
- ・領域⑦では、R7-08 (最大津波高さ TP+3.640m(原科研側海岸線全域))
- ・領域⑧では、R8-03 (最大津波高さ TP+4.207m(原科研側海岸線全域))
- ・遠地チリ津波では、C-09 (最大津波高さ TP+3.197m(原科研側海岸線全域))

でとなる。

以上より、津波の影響が比較的大きいと考えられる領域⑦の R7-08、領域⑧の R8-03 及び遠地チリ津波 C-09 の断層モデルについて詳細検討を行う。

b. 詳細検討結果

詳細検討結果を表 5.2-2 に示す。

【前面海域 (領域⑦R7-08)】

原科研側では、R7-08-16 で最大津波高さ TP+3.677m (海岸線全域) となる。なお、海岸からの進入路および検討対象建物については浸水の影響はない。

核サ研側では、R7-08-10 で新川の真砂橋付近で最大津波高さ TP+3.755m となる。なお、検討対象建物及び敷地への浸水の影響はない。

【房総沖 (領域⑧R8-03)】

原科研側では、R8-03-03 で最大津波高さ TP+4.556m (海岸線全域) となる。なお、海岸からの進入路および検討対象建物については浸水の影響はない。

核サ研側では、R8-03-02 で新川の真砂橋付近で最大津波高さ TP+4.380m、敷地境界付近で最大浸水深 0.370m となる。なお、検討対象建物及び敷地への浸水の影響はない。

【遠地チリ津 (C-09)】

原科研側では、C943 で最大津波高さ TP+3.584m (海岸線全域) となる。なお、海岸からの進入路および検討対象建物については浸水の影響はない。

核サ研側では、C943 で新川の真砂橋付近で最大津波高さ TP+3.583m となる。なお、検討対象建物及び敷地への浸水の影響はない。

上記、最大ケースの断層位置を図 5.2-1 に、解析領域全体の最大津波高さ分布を図 5.2-2～図 5.2-7 に、敷地周辺 (10m 格子) の最大津波高さ分布及び浸水深分布 (R8-03-03 のみ) を図 5.2-8～図 5.2-11 に示す。また、代表点における水位波形を図 5.2-12 及び図 5.2-14 に示す。

表 5.2-1(1) 概略検討結果 (土木学会モデル) (その1)

断層モデル				原子力科学研究所													核燃料サイクル工学研究所													備考
				北側エリア				中央エリア						南側エリア	特高变电站～駐車場			駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口		
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下			
				(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m	TP+3m	波形出力点	(参考)			
領域	ケース名	位置	走向	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	浸水深	浸水深	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ				
領域③	R3-01	基準	-5	1.736	1.670	0.000	0.000	1.711	1.553	0.000	1.545	1.711	0.000	0.000	1.799	1.537	0.000	1.904	0.000	0.000	1.843	0.000	1.532	1.796	0.000	0.000	1.708	1.737		
	R3-02		0	1.995	1.740	0.000	0.000	1.920	1.676	0.000	1.671	1.723	0.000	0.000	1.970	1.558	0.000	1.746	0.000	0.000	1.952	0.000	1.484	1.874	0.000	0.000	1.770	1.786		
	R3-03		5	2.388	2.094	0.000	0.000	2.144	2.023	0.000	2.023	1.852	0.000	0.000	2.195	1.647	0.000	2.148	0.000	0.000	2.048	0.000	1.564	1.961	0.000	0.000	1.843	1.932	最大	
領域④	R4-01	基準	-10	2.130	1.873	0.000	0.000	2.049	1.843	0.000	1.843	2.049	0.000	0.000	2.321	1.796	0.000	2.170	0.000	0.000	2.145	0.000	1.698	2.026	0.000	0.000	1.883	2.056		
	R4-02		0	2.294	2.294	0.000	0.000	2.145	2.065	0.000	1.892	1.793	0.000	0.000	2.188	1.732	0.000	2.270	0.000	0.000	2.143	0.000	1.671	2.047	0.000	0.000	1.898	2.084		
	R4-03		10	2.927	2.786	0.000	0.000	2.585	2.306	0.000	2.306	2.340	0.000	0.000	2.488	1.837	0.000	2.150	0.000	0.000	2.275	0.000	1.670	2.027	0.000	0.000	1.872	2.486	最大	
領域⑤	R5-01	基準	-10	1.399	1.399	0.000	0.000	1.411	1.389	0.000	1.377	1.367	0.000	0.000	1.346	1.440	0.000	1.478	0.000	0.000	1.643	0.000	1.341	1.613	0.000	0.000	1.564	1.627		
	R5-02		0	1.430	1.422	0.000	0.000	1.384	1.374	0.000	1.371	1.379	0.000	0.000	1.405	1.471	0.000	1.504	0.000	0.000	1.627	0.000	1.388	1.593	0.000	0.000	1.553	1.649		
	R5-03		10	1.607	1.556	0.000	0.000	1.563	1.563	0.000	1.553	1.537	0.000	0.000	1.631	1.610	0.000	1.631	0.000	0.000	1.722	0.000	1.505	1.673	0.000	0.000	1.615	1.678	最大	
領域⑦ 前面 海域	R7-01	EN	-10	1.301	1.297	0.000	0.000	1.265	1.249	0.000	1.249	1.250	0.000	0.000	1.238	1.295	0.000	1.349	0.000	0.000	1.472	0.000	1.238	1.429	0.000	0.000	1.390	1.399		
	R7-02		0	1.241	1.241	0.000	0.000	1.235	1.223	0.000	1.220	1.213	0.000	0.000	1.196	1.242	0.000	1.335	0.000	0.000	1.488	0.000	1.213	1.441	0.000	0.000	1.397	1.386		
	R7-03		10	1.194	1.194	0.000	0.000	1.214	1.199	0.000	1.191	1.165	0.000	0.000	1.156	1.200	0.000	1.325	0.000	0.000	1.486	0.000	1.183	1.423	0.000	0.000	1.377	1.359		
	R7-04	EC	-10	2.415	2.396	0.000	0.000	2.325	2.295	0.000	2.291	2.242	0.000	0.000	2.247	2.275	0.000	2.491	0.000	0.000	2.499	0.000	2.106	2.410	0.000	0.000	2.293	2.538		
	R7-05		0	2.399	2.384	0.000	0.000	2.329	2.316	0.000	2.307	2.267	0.000	0.000	2.228	2.185	0.000	2.472	0.000	0.000	2.478	0.000	2.058	2.378	0.000	0.000	2.245	2.565		
	R7-06		10	2.290	2.270	0.000	0.000	2.242	2.219	0.000	2.200	2.165	0.000	0.000	2.122	2.042	0.000	2.395	0.000	0.000	2.387	0.000	1.992	2.306	0.000	0.000	2.182	2.458		
	R7-07	ES	-10	3.520	3.435	0.000	3.415	3.373	3.253	0.000	3.248	3.349	0.000	0.000	3.339	2.847	0.000	3.150	0.000	0.000	3.672	0.000	2.586	3.589	0.000	0.566	3.324	3.804		
	R7-08		0	3.640	3.559	0.000	3.517	3.475	3.337	0.000	3.327	3.456	0.000	0.000	3.419	2.925	0.000	3.230	0.000	0.000	3.841	0.000	2.632	3.637	0.000	0.637	3.387	3.869	最大 詳細検討へ	
	R7-09		10	3.544	3.494	0.000	3.479	3.414	3.331	0.000	3.322	3.363	0.000	0.000	3.353	2.876	0.000	3.192	0.000	0.000	3.811	0.000	2.612	3.640	0.000	0.610	3.351	3.815		
	R7-10	CN	-10	1.207	1.203	0.000	0.000	1.198	1.188	0.000	1.188	1.180	0.000	0.000	1.171	1.147	0.000	1.182	0.000	0.000	1.260	0.000	1.135	1.244	0.000	0.000	1.226	1.229		
	R7-11		0	1.222	1.214	0.000	0.000	1.202	1.194	0.000	1.194	1.182	0.000	0.000	1.178	1.180	0.000	1.234	0.000	0.000	1.300	0.000	1.161	1.271	0.000	0.000	1.250	1.248		
	R7-12		10	1.247	1.236	0.000	0.000	1.216	1.209	0.000	1.209	1.196	0.000	0.000	1.190	1.215	0.000	1.227	0.000	0.000	1.300	0.000	1.193	1.270	0.000	0.000	1.249	1.247		
	R7-13	CC	-10	2.018	2.013	0.000	0.000	2.013	2.013	0.000	2.007	1.994	0.000	0.000	1.973	2.025	0.000	2.174	0.000	0.000	2.161	0.000	1.930	2.110	0.000	0.000	2.052	2.147		
	R7-14		0	1.975	1.973	0.000	0.000	1.963	1.961	0.000	1.959	1.939	0.000	0.000	1.918	1.962	0.000	2.158	0.000	0.000	2.130	0.000	1.899	2.074	0.000	0.000	2.011	2.137		
	R7-15		10	1.902	1.902	0.000	0.000	1.888	1.887	0.000	1.882	1.858	0.000	0.000	1.842	1.897	0.000	2.081	0.000	0.000	2.055	0.000	1.788	2.003	0.000	0.000	1.943	2.109		
	R7-16	CS	-10	3.299	3.289	0.000	3.285	3.335	3.281	0.000	3.276	3.302	0.000	0.000	3.240	3.051	0.000	3.383	0.000	0.000	3.783	0.000	2.912	3.519	0.000	0.519	3.332	3.625		
	R7-17		0	3.328	3.325	0.000	3.324	3.358	3.314	0.000	3.308	3.334	0.000	0.000	3.287	3.166	0.000	3.419	0.000	0.000	3.618	0.000	2.949	3.554	0.000	0.554	3.371	3.656		
	R7-18		10	3.289	3.289	0.000	3.284	3.330	3.275	0.000	3.268	3.291	0.000	0.000	3.238	3.070	0.000	3.385	0.000	0.000	3.785	0.000	2.933	3.515	0.000	0.515	3.332	3.624		
	R7-19	WN	-10	1.081	1.081	0.000	0.000	1.080	1.076	0.000	1.075	1.079	0.000	0.000	1.082	1.110	0.000	1.109	0.000	0.000	1.118	0.000	1.090	1.106	0.000	0.000	1.101	1.102		
	R7-20		0	1.085	1.083	0.000	0.000	1.091	1.085	0.000	1.084	1.091	0.000	0.000	1.095	1.126	0.000	1.125	0.000	0.000	1.138	0.000	1.100	1.125	0.000	0.000	1.118	1.117		
	R7-21		10	1.101	1.101	0.000	0.000	1.105	1.101	0.000	1.100	1.105	0.000	0.000	1.110	1.141	0.000	1.143	0.000	0.000	1.155	0.000	1.119	1.144	0.000	0.000	1.137	1.138		
	R7-22	WC	-10	1.548	1.546	0.000	0.000	1.540	1.538	0.000	1.535	1.519	0.000	0.000	1.512	1.634	0.000	1.576	0.000	0.000	1.589	0.000	1.530	1.567	0.000	0.000	1.548	1.572		
	R7-23		0	1.499	1.496	0.000	0.000	1.488	1.484	0.000	1.482	1.477	0.000	0.000	1.472	1.517	0.000	1.527	0.000	0.000	1.554	0.000	1.480	1.521	0.000	0.000	1.502	1.520		
	R7-24		10	1.454	1.453	0.000	0.000	1.459	1.459	0.000	1.456	1.456	0.000	0.000	1.453	1.453	0.000	1.464	0.000	0.000	1.506	0.000	1.425	1.484	0.000	0.000	1.462	1.478		
	R7-25	WS	-10	2.458	2.453	0.000	0.000	2.436	2.429	0.000	2.428	2.413	0.000	0.000	2.418	2.490	0.000	2.554	0.000	0.000	2.544	0.000	2.413	2.511	0.000	0.000	2.466	2.542		
R7-26	0		2.399	2.388	0.000	0.000	2.371	2.360	0.000	2.358	2.343	0.000	0.000	2.333	2.411	0.000	2.487	0.000	0.000	2.477	0.000	2.344	2.436	0.000	0.000	2.397	2.481			
R7-27	10		2.280	2.272	0.000	0.000	2.253	2.244	0.000	2.240	2.225	0.000	0.000	2.214	2.288	0.000	2.363	0.000	0.000	2.343	0.000	2.226	2.307	0.000	0.000	2.268	2.351			
領域⑧ 房総沖	R8-01	基準	-5	3.788	3.488	0.000	3.193	3.562	3.485	0.000	3.412	3.076	0.000	0.000	3.473	2.726	0.000	3.237	0.000	0.000	4.108	0.000	2.432	3.748	0.000	0.704	3.423	3.776		
	R8-02		0	3.876	3.771	0.000	3.584	3.865	3.745	0.000	3.595	3.511	0.000	0.000	3.558	2.833	0.000	3.460	0.000	0.000	4.241	0.000	2.518	3.995	0.000	0.995	3.597	4.009		
	R8-03		5	4.156	4.104	0.000	3.837	4.207	4.020	0.000	3.904	3.787	0.000	0.000	3.521	2.898	0.000	3.548	0.000	0.000	4.333	0.000	2.595	4.053	0.000	1.053	3.745	4.256	最大 詳細検討へ	

表 5. 2-1 (2) 概略検討結果 (土木学会モデル) (その2)

断層モデル				原子力科学研究所											核燃料サイクル工学研究所											備考			
				北側エリア			中央エリア						南側エリア	特高変電所～駐車場		駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口			新川河口				
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域		真砂橋下道路	真砂橋下	
					(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m		TP+3m	波形出力点	(参考)
領域	ケース名	位置	走向	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	浸水深	浸水深	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	浸水深	津波高さ	津波高さ		
			(°)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(m)	(m)	(m)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)		
遠地 ギリ	C-01	基準	-5	2.175	2.149	0.000	0.000	2.105	2.091	0.000	2.083	2.049	0.000	0.000	2.027	2.146	0.000	2.209	0.000	0.000	2.190	0.000	2.018	2.147	0.000	0.000	2.092	2.229	
	C-02		0	2.827	2.816	0.000	2.811	2.762	2.754	0.000	2.749	2.697	0.000	0.000	2.673	2.675	0.000	2.814	0.000	0.000	2.820	0.000	2.568	2.762	0.000	0.000	2.683	2.839	
	C-03		5	3.135	3.103	0.000	3.101	3.064	3.046	0.000	3.043	3.007	0.000	0.000	2.990	2.922	0.000	3.041	0.000	0.000	3.076	0.000	2.862	3.153	0.000	0.000	3.028	3.120	
	C-04	北へ	-5	2.322	2.295	0.000	0.000	2.293	2.281	0.000	2.274	2.293	0.000	0.000	2.305	2.443	0.000	2.563	0.000	0.000	2.541	0.000	2.326	2.491	0.000	0.000	2.417	2.566	
	C-05		0	2.601	2.568	0.000	0.000	2.580	2.546	0.000	2.543	2.565	0.000	0.000	2.571	2.533	0.000	2.762	0.000	0.000	3.082	0.000	2.375	2.808	0.000	0.000	2.727	2.944	
	C-06		5	2.669	2.648	0.000	0.000	2.697	2.641	0.000	2.634	2.697	0.000	0.000	2.706	2.744	0.000	2.864	0.000	0.000	3.002	0.000	2.687	2.974	0.000	0.000	2.852	3.009	
	C-07	南へ	-5	2.435	2.431	0.000	0.000	2.422	2.417	0.000	2.415	2.394	0.000	0.000	2.388	2.485	0.000	2.599	0.000	0.000	2.591	0.000	2.353	2.539	0.000	0.000	2.464	2.598	
	C-08		0	2.855	2.841	0.000	2.841	2.823	2.809	0.000	2.803	2.787	0.000	0.000	2.783	2.726	0.000	2.826	0.000	0.000	2.819	0.000	2.663	2.800	0.000	0.000	2.766	2.813	
	C-09		5	3.197	3.182	0.000	3.170	3.144	3.137	0.000	3.127	3.106	0.000	0.000	3.108	2.986	0.000	3.207	0.000	0.000	3.451	0.000	2.938	3.321	0.000	0.245	3.142	3.242	
																										最大 詳細検討へ			

表 5.2-2(1) 詳細検討結果 (土木学会モデル) (その1)

断層モデル (領域⑦ 前面海域)				原子力科学研究所											核燃料サイクル工学研究所											備考			
				原研北側エリア			原研中央エリア						南側エリア	特高変電所～駐車場			駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口		
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域		真砂橋下道路	真砂橋下	
					(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m		TP+3m	波形出力点	(参考)
ケース名	上縁深さ (km)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)		
R7-08-01	13.0	15	-10	3.621	3.552	0.000	3.539	3.523	3.422	0.000	3.388	3.488	0.000	0.000	3.430	3.042	0.000	3.328	0.000	0.000	4.054	0.000	2.708	3.692	0.000	0.692	3.488	3.964	
R7-08-02			0	3.598	3.531	0.000	3.509	3.485	3.389	0.000	3.362	3.461	0.000	0.000	3.408	3.020	0.000	3.296	0.000	0.000	3.938	0.000	2.696	3.691	0.000	0.691	3.459	3.925	
R7-08-03			-10	3.477	3.430	0.000	3.407	3.386	3.277	0.000	3.270	3.359	0.000	0.000	3.312	2.929	0.000	3.192	0.000	0.000	3.821	0.000	2.649	3.599	0.000	0.599	3.359	3.785	
R7-08-04		10	+10	3.643	3.559	0.000	3.532	3.498	3.376	0.000	3.365	3.471	0.000	0.000	3.437	2.967	0.000	3.305	0.000	0.000	3.965	0.000	2.681	3.682	0.000	0.682	3.435	3.971	
R7-08-05			0	3.619	3.532	0.000	3.507	3.467	3.345	0.000	3.339	3.454	0.000	0.000	3.415	2.950	0.000	3.262	0.000	0.000	3.884	0.000	2.679	3.654	0.000	0.654	3.412	3.925	
R7-08-06			-10	3.501	3.422	0.000	3.408	3.361	3.245	0.000	3.239	3.333	0.000	0.000	3.316	2.852	0.000	3.176	0.000	0.000	3.746	0.000	2.592	3.587	0.000	0.587	3.323	3.771	
R7-08-07		5	-10	3.668	3.556	0.000	3.523	3.470	3.319	0.000	3.277	3.470	0.000	0.000	3.428	2.866	0.000	3.228	0.000	0.000	3.828	0.000	2.623	3.638	0.000	0.635	3.378	3.881	
R7-08-08			0	3.645	3.521	0.000	3.493	3.445	3.282	0.000	3.247	3.445	0.000	0.000	3.415	2.847	0.000	3.196	0.000	0.000	3.743	0.000	2.596	3.627	0.000	0.627	3.363	3.844	
R7-08-09			-10	3.512	3.422	0.000	3.394	3.306	3.170	0.000	3.152	3.306	0.000	0.000	3.338	2.805	0.000	3.097	0.000	0.000	3.685	0.000	2.544	3.626	0.000	0.513	3.256	3.690	
R7-08-10	11.0	15	+10	3.641	3.581	0.000	3.565	3.538	3.406	0.000	3.390	3.504	0.000	0.000	3.455	3.035	0.000	3.306	0.000	0.000	3.990	0.000	2.722	3.755	0.000	0.755	3.464	3.944	最大(核サ研側)
R7-08-11			0	3.611	3.555	0.000	3.541	3.498	3.378	0.000	3.368	3.475	0.000	0.000	3.427	3.027	0.000	3.295	0.000	0.000	3.904	0.000	2.706	3.669	0.000	0.669	3.440	3.901	
R7-08-12			-10	3.507	3.454	0.000	3.445	3.388	3.292	0.000	3.277	3.377	0.000	0.000	3.340	2.941	0.000	3.196	0.000	0.000	3.763	0.000	2.634	3.620	0.000	0.620	3.341	3.755	
R7-08-13			+10	3.668	3.578	0.000	3.542	3.503	3.357	0.000	3.356	3.474	0.000	0.000	3.447	2.938	0.000	3.273	0.000	0.000	3.749	0.000	2.651	3.662	0.000	0.662	3.408	3.914	
R7-08-14	9.0	10	0	3.640	3.559	0.000	3.517	3.475	3.337	0.000	3.327	3.456	0.000	0.000	3.419	2.925	0.000	3.230	0.000	0.000	3.841	0.000	2.632	3.637	0.000	0.637	3.387	3.869	基本ケース
R7-08-15			-10	3.517	3.447	0.000	3.419	3.367	3.250	0.000	3.219	3.333	0.000	0.000	3.341	2.837	0.000	3.169	0.000	0.000	3.682	0.000	2.571	3.547	0.000	0.547	3.294	3.713	
R7-08-16		5	+10	3.677	3.563	0.000	3.541	3.450	3.280	0.000	3.267	3.450	0.000	0.000	3.449	2.845	0.000	3.183	0.000	0.000	3.771	0.000	2.592	3.627	0.000	0.615	3.343	3.845	最大(原科研側)
R7-08-17			0	3.644	3.542	0.000	3.508	3.417	3.260	0.000	3.242	3.417	0.000	0.000	3.432	2.828	0.000	3.153	0.000	0.000	3.770	0.000	2.569	3.613	0.000	0.613	3.328	3.797	
R7-08-18			-10	3.528	3.441	0.000	3.416	3.306	3.179	0.000	3.149	3.257	0.000	0.000	3.345	2.797	0.000	3.086	0.000	0.000	3.661	0.000	2.526	3.508	0.000	0.449	3.230	3.648	
R7-08-19	9.0	15	-10	3.631	3.577	0.000	3.562	3.501	3.385	0.000	3.372	3.475	0.000	0.000	3.446	3.023	0.000	3.286	0.000	0.000	3.891	0.000	2.686	3.665	0.000	0.665	3.423	3.866	
R7-08-20			0	3.604	3.552	0.000	3.538	3.476	3.361	0.000	3.349	3.459	0.000	0.000	3.423	2.999	0.000	3.267	0.000	0.000	3.775	0.000	2.672	3.642	0.000	0.642	3.398	3.817	
R7-08-21			-10	3.507	3.442	0.000	3.424	3.366	3.264	0.000	3.254	3.355	0.000	0.000	3.332	2.921	0.000	3.161	0.000	0.000	3.661	0.000	2.611	3.542	0.000	0.542	3.305	3.673	
R7-08-22		10	+10	3.636	3.561	0.000	3.534	3.460	3.328	0.000	3.295	3.440	0.000	0.000	3.434	2.903	0.000	3.194	0.000	0.000	3.812	0.000	2.606	3.611	0.000	0.604	3.342	3.803	
R7-08-23			0	3.611	3.538	0.000	3.515	3.430	3.295	0.000	3.271	3.408	0.000	0.000	3.419	2.889	0.000	3.164	0.000	0.000	3.704	0.000	2.591	3.581	0.000	0.571	3.305	3.752	
R7-08-24			-10	3.484	3.433	0.000	3.422	3.314	3.215	0.000	3.180	3.277	0.000	0.000	3.332	2.852	0.000	3.120	0.000	0.000	3.638	0.000	2.549	3.534	0.000	0.477	3.224	3.615	
R7-08-25		5	-10	3.631	3.548	0.000	3.529	3.396	3.286	0.000	3.240	3.333	0.000	0.000	3.429	2.830	0.000	3.146	0.000	0.000	3.695	0.000	2.538	3.627	0.000	0.549	3.286	3.707	
R7-08-26			0	3.603	3.522	0.000	3.494	3.368	3.254	0.000	3.222	3.290	0.000	0.000	3.414	2.820	0.000	3.130	0.000	0.000	3.673	0.000	2.530	3.642	0.000	0.517	3.258	3.675	
R7-08-27			-10	3.497	3.432	0.000	3.407	3.307	3.164	0.000	3.158	3.161	0.000	0.000	3.325	2.765	0.000	3.077	0.000	0.000	3.284	0.000	2.484	3.614	0.000	0.614	3.192	3.557	

表 5.2-2(2) 詳細検討結果 (土木学会モデル) (その2)

断層モデル (領域③ 房総沖)				原子力科学研究所												核燃料サイクル工学研究所												備 考		
				原研研北側エリア				原研研中央エリア								南側エリア	特高変電所～駐車場		駐車場～1 町川			1 町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口	
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	1 町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	1 町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下			
	(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m	TP+3m	波形出力点	(参考)						
ケース名	上縁深さ (km)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)					
R8-03-01	2.0	25	+10	4.363	4.320	0.000	4.143	4.361	4.211	0.000	4.156	4.173	0.000	4.119	3.654	3.276	0.000	3.829	0.000	0.000	4.538	0.000	3.178	4.350	0.193	1.350	4.005	4.754	最大(核サ研側)	
R8-03-02			0	4.528	4.477	0.000	4.291	4.467	4.273	0.000	4.224	4.334	0.000	4.325	3.755	3.323	0.000	3.841	0.000	0.000	4.582	0.001	3.262	4.380	0.370	1.380	4.058	4.754		
R8-03-03			-10	4.556	4.519	0.000	4.335	4.528	4.307	0.000	4.240	4.399	0.000	4.387	3.787	3.255	0.000	3.812	0.000	0.000	4.669	0.129	3.156	4.378	0.310	1.378	4.036	4.816		
R8-03-04		20	+10	4.207	4.040	0.000	3.856	4.175	4.068	0.000	3.981	3.772	0.000	0.000	3.425	3.005	0.000	3.700	0.000	0.000	4.372	0.000	2.666	4.131	0.000	1.131	3.805	4.362	最大(原科研側)	
R8-03-05			0	4.357	4.185	0.000	3.964	4.291	4.184	0.000	4.089	3.913	0.000	0.000	3.525	2.998	0.000	3.690	0.000	0.000	4.412	0.000	2.752	4.172	0.111	1.172	3.845	4.453		
R8-03-06			-10	4.389	4.189	0.000	4.001	4.336	4.196	0.000	4.089	3.987	0.000	0.000	3.555	3.012	0.000	3.753	0.000	0.000	4.417	0.000	3.175	4.262	0.154	1.262	3.848	4.448		
R8-03-07		15	+10	3.863	3.586	0.000	3.445	3.979	3.918	0.000	3.716	3.286	0.000	0.000	3.401	2.762	0.000	3.312	0.000	0.000	4.133	0.000	2.488	4.086	0.000	1.086	3.510	3.891		
R8-03-08			0	3.978	3.706	0.000	3.513	4.148	4.045	0.000	3.830	3.469	0.000	0.000	3.496	2.803	0.000	3.429	0.000	0.000	4.222	0.000	2.527	3.969	0.000	0.969	3.573	3.963		
R8-03-09			-10	4.002	3.720	0.000	3.522	4.141	4.091	0.000	3.819	3.541	0.000	0.000	3.511	2.785	0.000	3.423	0.000	0.000	4.283	0.000	2.494	3.966	0.000	0.966	3.605	3.972		
R8-03-10	1.0	25	+10	4.290	4.256	0.000	4.066	4.225	4.055	0.000	3.987	4.086	0.000	3.960	3.657	3.198	0.000	3.860	0.000	0.000	4.481	0.000	3.149	4.292	0.056	1.292	3.929	4.620	基本ケース	
R8-03-11			0	4.442	4.385	0.000	4.200	4.366	4.138	0.000	4.079	4.227	0.000	4.162	3.750	3.220	0.000	3.820	0.000	0.000	4.505	0.000	3.182	4.310	0.158	1.310	3.956	4.692		
R8-03-12			-10	4.451	4.430	0.000	4.260	4.411	4.159	0.000	4.065	4.259	0.000	4.208	3.774	3.214	0.000	3.878	0.000	0.000	4.518	0.000	3.161	4.307	0.047	1.307	3.936	4.633		
R8-03-13			+10	4.033	4.026	0.000	3.729	4.094	3.910	0.000	3.803	3.692	0.000	0.000	3.435	2.891	0.000	3.513	0.000	0.000	4.345	0.000	2.584	3.989	0.000	0.974	3.707	4.204		
R8-03-14	0.0	20	0	4.156	4.104	0.000	3.837	4.207	4.020	0.000	3.904	3.787	0.000	0.000	3.521	2.898	0.000	3.548	0.000	0.000	4.333	0.000	2.595	4.053	0.000	1.053	3.745	4.256		
R8-03-15		15	-10	4.168	4.096	0.000	3.847	4.234	4.033	0.000	3.904	3.836	0.000	0.000	3.543	2.903	0.000	3.577	0.000	0.000	4.369	0.000	2.593	4.102	0.131	1.036	3.739	4.246		
R8-03-16			+10	3.938	3.502	0.000	3.190	3.770	3.683	0.000	3.488	3.193	0.000	0.000	3.465	2.683	0.000	3.168	0.000	0.000	3.959	0.000	2.367	3.647	0.000	0.627	3.377	3.684		
R8-03-17			0	3.928	3.628	0.000	3.296	3.867	3.804	0.000	3.547	3.302	0.000	0.000	3.484	2.700	0.000	3.186	0.000	0.000	4.021	0.000	2.397	3.824	0.000	0.824	3.391	3.741		
R8-03-18			-10	3.837	3.649	0.000	3.326	3.880	3.814	0.000	3.558	3.444	0.000	0.000	3.449	2.700	0.000	3.201	0.000	0.000	4.067	0.000	2.390	3.833	0.000	0.833	3.406	3.737		
R8-03-19		25	+10	4.222	4.222	0.000	4.055	4.160	3.930	0.000	3.872	4.018	0.000	3.870	3.679	3.063	0.000	3.772	0.000	0.000	4.483	0.000	2.700	4.199	0.125	1.199	3.843	4.464		
R8-03-20	0.0		0	4.414	4.414	0.000	4.197	4.292	4.028	0.000	3.945	4.152	0.000	4.060	3.763	3.009	0.000	3.722	0.000	0.000	4.515	0.000	2.846	4.266	0.018	1.266	3.861	4.534		
R8-03-21			-10	4.464	4.464	0.000	4.212	4.326	4.029	0.000	3.927	4.170	0.000	4.087	3.782	3.035	0.000	3.776	0.000	0.000	4.407	0.000	3.151	4.396	0.000	1.297	3.844	4.506		
R8-03-22	30	+10	4.014	4.014	0.000	3.654	4.000	3.759	0.000	3.623	3.648	0.000	0.000	3.465	2.837	0.000	3.397	0.000	0.000	4.252	0.000	2.511	3.847	0.000	0.847	3.589	4.045			
R8-03-23		0	4.059	4.059	0.000	3.754	4.084	3.853	0.000	3.702	3.743	0.000	0.000	3.522	2.836	0.000	3.420	0.000	0.000	4.252	0.000	2.532	4.030	0.108	0.902	3.665	4.099			
R8-03-24		-10	4.118	4.118	0.000	3.759	4.084	3.847	0.000	3.683	3.774	0.000	0.000	3.536	2.816	0.000	3.440	0.000	0.000	4.254	0.000	2.516	4.055	0.001	0.928	3.606	4.077			
R8-03-25	15	+10	4.119	3.636	0.000	3.104	3.590	3.481	0.000	3.278	3.144	0.000	0.000	3.543	2.565	0.000	3.079	0.000	0.000	3.724	0.000	2.319	3.704	0.000	0.585	3.239	3.522			
R8-03-26		0	4.102	3.622	0.000	3.191	3.659	3.550	0.000	3.329	3.236	0.000	0.000	3.559	2.605	0.000	3.102	0.000	0.000	3.691	0.000	2.318	3.747	0.000	0.747	3.250	3.558			
R8-03-27		-10	4.015	3.623	0.000	3.236	3.651	3.542	0.000	3.289	3.268	0.000	0.000	3.531	2.565	0.000	3.086	0.000	0.000	3.743	0.000	2.317	3.638	0.000	0.480	3.241	3.545			

表 5.2-2(3) 詳細検討結果(土木学会モデル) (その3)

断層モデル (遠地 チリ津波)				原子力科学研究所												核燃料サイクル工学研究所												備 考		
				原料研北側エリア			原料研中央エリア									南側エリア	特高変電所～駐車場			駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口			新川河口	
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下			
				(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点		範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下				
ケース名	浸水深さ (km)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)				
C-911	4.0	-5	+10	3.319	3.279	0.000	3.271	3.219	3.207	0.000	3.202	3.185	0.000	0.000	3.162	3.015	0.000	3.196	0.000	0.000	3.394	0.000	2.974	3.307	0.000	0.254	3.175	3.290		
C-912			0	3.491	3.440	0.000	3.433	3.395	3.368	0.000	3.358	3.325	0.000	0.000	3.302	3.168	0.000	3.319	0.000	0.000	3.461	0.000	3.078	3.402	0.000	0.402	3.294	3.389		
C-913			-10	3.585	3.539	0.000	3.530	3.489	3.459	0.000	3.452	3.419	0.000	0.000	3.386	3.203	0.000	3.386	0.000	0.000	3.556	0.000	3.157	3.467	0.000	0.467	3.366	3.449		
C-914		0	+10	3.060	3.023	0.000	3.015	2.976	2.968	0.000	2.961	2.936	0.000	0.000	2.915	2.857	0.000	2.971	0.000	0.000	3.053	0.000	2.817	3.176	0.000	0.010	2.956	3.012		
C-915			0	3.210	3.173	0.000	3.164	3.120	3.106	0.000	3.103	3.072	0.000	0.000	3.059	2.939	0.000	3.154	0.000	0.000	3.383	0.000	2.920	3.222	0.000	0.102	3.069	3.151		
C-916			-10	3.300	3.257	0.000	3.252	3.205	3.188	0.000	3.185	3.156	0.000	0.000	3.137	2.969	0.000	3.198	0.000	0.000	3.341	0.000	2.960	3.286	0.000	0.208	3.122	3.257		
C-917		-5	+10	2.751	2.721	0.000	2.715	2.682	2.669	0.000	2.663	2.642	0.000	0.000	2.635	2.659	0.000	2.794	0.000	0.000	2.808	0.000	2.588	2.711	0.000	0.000	2.658	2.733		
C-918			0	2.897	2.860	0.000	2.852	2.817	2.801	0.000	2.798	2.771	0.000	0.000	2.760	2.736	0.000	2.875	0.000	0.000	2.885	0.000	2.691	2.817	0.000	0.000	2.792	2.855		
C-919			-10	2.973	2.950	0.000	2.940	2.899	2.886	0.000	2.877	2.847	0.000	0.000	2.829	2.789	0.000	2.910	0.000	0.000	3.008	0.000	2.749	2.928	0.000	0.000	2.853	2.911		
C-921	2.0	-5	+10	3.310	3.289	0.000	3.281	3.234	3.223	0.000	3.218	3.220	0.000	0.000	3.197	3.045	0.000	3.253	0.000	0.000	3.545	0.000	3.001	3.334	0.000	0.328	3.228	3.310		
C-922			0	3.477	3.436	0.000	3.433	3.394	3.374	0.000	3.366	3.359	0.000	0.000	3.328	3.189	0.000	3.369	0.000	0.000	3.693	0.000	3.107	3.449	0.000	0.449	3.347	3.470		
C-923			-10	3.573	3.534	0.000	3.523	3.491	3.464	0.000	3.462	3.448	0.000	0.000	3.407	3.264	0.000	3.423	0.000	0.000	3.695	0.000	3.175	3.530	0.000	0.530	3.419	3.507		
C-924		0	+10	3.046	3.023	0.000	3.012	2.987	2.981	0.000	2.977	2.954	0.000	0.000	2.947	2.890	0.000	3.017	0.000	0.000	3.077	0.000	2.829	3.111	0.000	0.000	3.002	3.071		
C-925			0	3.191	3.168	0.000	3.157	3.128	3.117	0.000	3.112	3.080	0.000	0.000	3.084	2.967	0.000	3.188	0.000	0.000	3.378	0.000	2.943	3.305	0.000	0.221	3.124	3.207		
C-926			-10	3.280	3.243	0.000	3.234	3.203	3.189	0.000	3.185	3.160	0.000	0.000	3.155	3.012	0.000	3.222	0.000	0.000	3.481	0.000	2.977	3.286	0.000	0.281	3.181	3.260		
C-927		-5	+10	2.718	2.698	0.000	2.698	2.675	2.668	0.000	2.665	2.654	0.000	0.000	2.647	2.676	0.000	2.803	0.000	0.000	2.810	0.000	2.597	2.756	0.000	0.000	2.697	2.797		
C-928			0	2.851	2.830	0.000	2.824	2.799	2.791	0.000	2.789	2.777	0.000	0.000	2.777	2.751	0.000	2.897	0.000	0.000	3.002	0.000	2.697	2.848	0.000	0.000	2.820	2.886		
C-929			-10	2.929	2.901	0.000	2.901	2.873	2.865	0.000	2.859	2.847	0.000	0.000	2.829	2.816	0.000	2.928	0.000	0.000	3.026	0.000	2.759	2.952	0.000	0.000	2.876	2.962		
C-931	1.0	-5	+10	3.322	3.304	0.000	3.295	3.247	3.242	0.000	3.238	3.228	0.000	0.000	3.218	3.069	0.000	3.280	0.000	0.000	3.452	0.000	3.014	3.356	0.000	0.356	3.254	3.333		
C-932			0	3.483	3.446	0.000	3.444	3.406	3.387	0.000	3.380	3.376	0.000	0.000	3.351	3.219	0.000	3.391	0.000	0.000	3.559	0.000	3.123	3.479	0.000	0.479	3.373	3.483		
C-933			-10	3.575	3.539	0.000	3.530	3.496	3.472	0.000	3.468	3.457	0.000	0.000	3.425	3.287	0.000	3.444	0.000	0.000	3.734	0.000	3.189	3.550	0.000	0.550	3.442	3.523		
C-934		0	+10	3.057	3.035	0.000	3.027	3.004	2.997	0.000	2.991	2.973	0.000	0.000	2.969	2.922	0.000	3.056	0.000	0.000	3.082	0.000	2.841	3.257	0.000	0.057	3.023	3.110		
C-935			0	3.197	3.182	0.000	3.170	3.144	3.137	0.000	3.127	3.106	0.000	0.000	3.108	2.986	0.000	3.207	0.000	0.000	3.451	0.000	2.938	3.321	0.000	0.245	3.142	3.242		
C-936			-10	3.276	3.252	0.000	3.245	3.217	3.197	0.000	3.194	3.180	0.000	0.000	3.168	3.043	0.000	3.227	0.000	0.000	3.441	0.000	2.983	3.320	0.000	0.320	3.210	3.287		
C-937		-5	+10	2.720	2.707	0.000	2.707	2.698	2.682	0.000	2.678	2.675	0.000	0.000	2.672	2.709	0.000	2.813	0.000	0.000	2.824	0.000	2.624	2.827	0.000	0.000	2.721	2.822		
C-938			0	2.849	2.835	0.000	2.834	2.816	2.807	0.000	2.803	2.797	0.000	0.000	2.794	2.792	0.000	2.914	0.000	0.000	3.025	0.000	2.709	2.946	0.000	0.000	2.848	2.928		
C-939			-10	2.921	2.902	0.000	2.902	2.878	2.872	0.000	2.872	2.860	0.000	0.000	2.847	2.829	0.000	2.954	0.000	0.000	3.038	0.000	2.772	3.138	0.000	0.002	2.896	2.984		
C-941	0.0	-5	+10	3.344	3.326	0.000	3.315	3.270	3.264	0.000	3.257	3.253	0.000	0.000	3.247	3.170	0.000	3.294	0.000	0.000	3.471	0.000	3.038	3.383	0.000	0.383	3.286	3.363		
C-942			0	3.497	3.463	0.000	3.461	3.420	3.403	0.000	3.396	3.398	0.000	0.000	3.374	3.243	0.000	3.422	0.000	0.000	3.590	0.000	3.143	3.527	0.000	0.527	3.401	3.480		

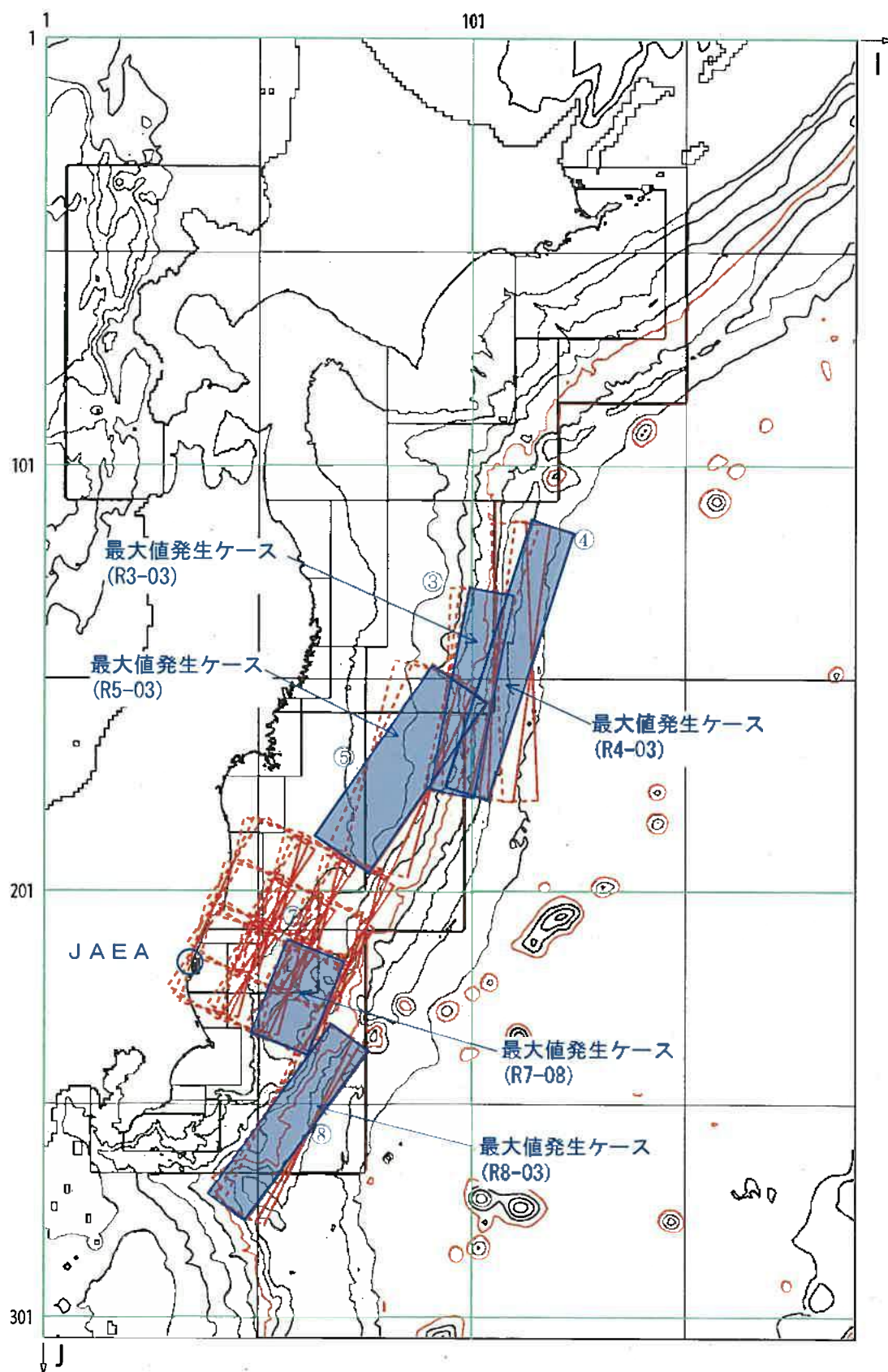


図 5.2-1 最大となった断層モデルの位置（土木学会モデル，近地津波）

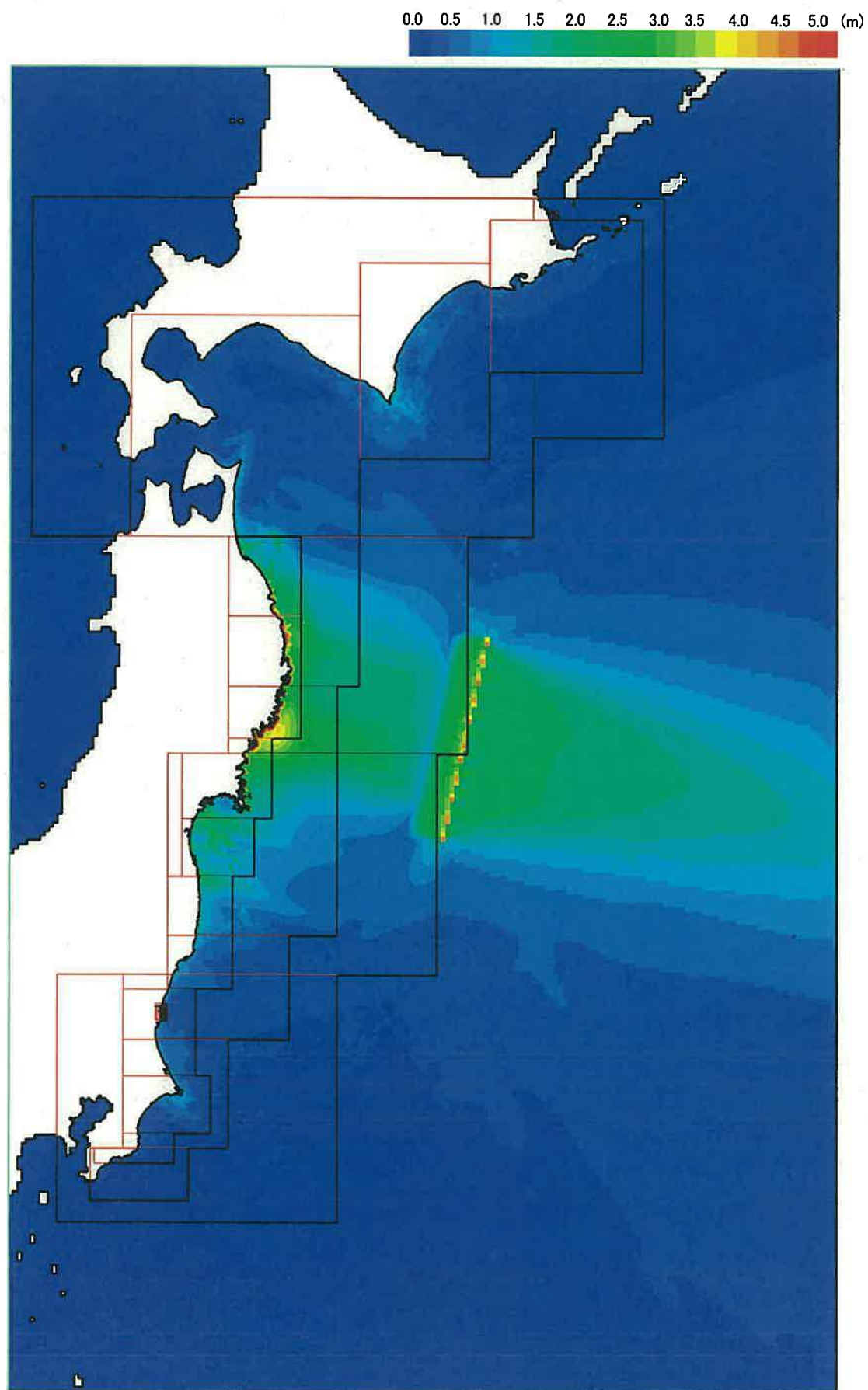


図 5.2-2 最大津波高さ分布（領域③三陸沖津波地震モデル，R3-03）

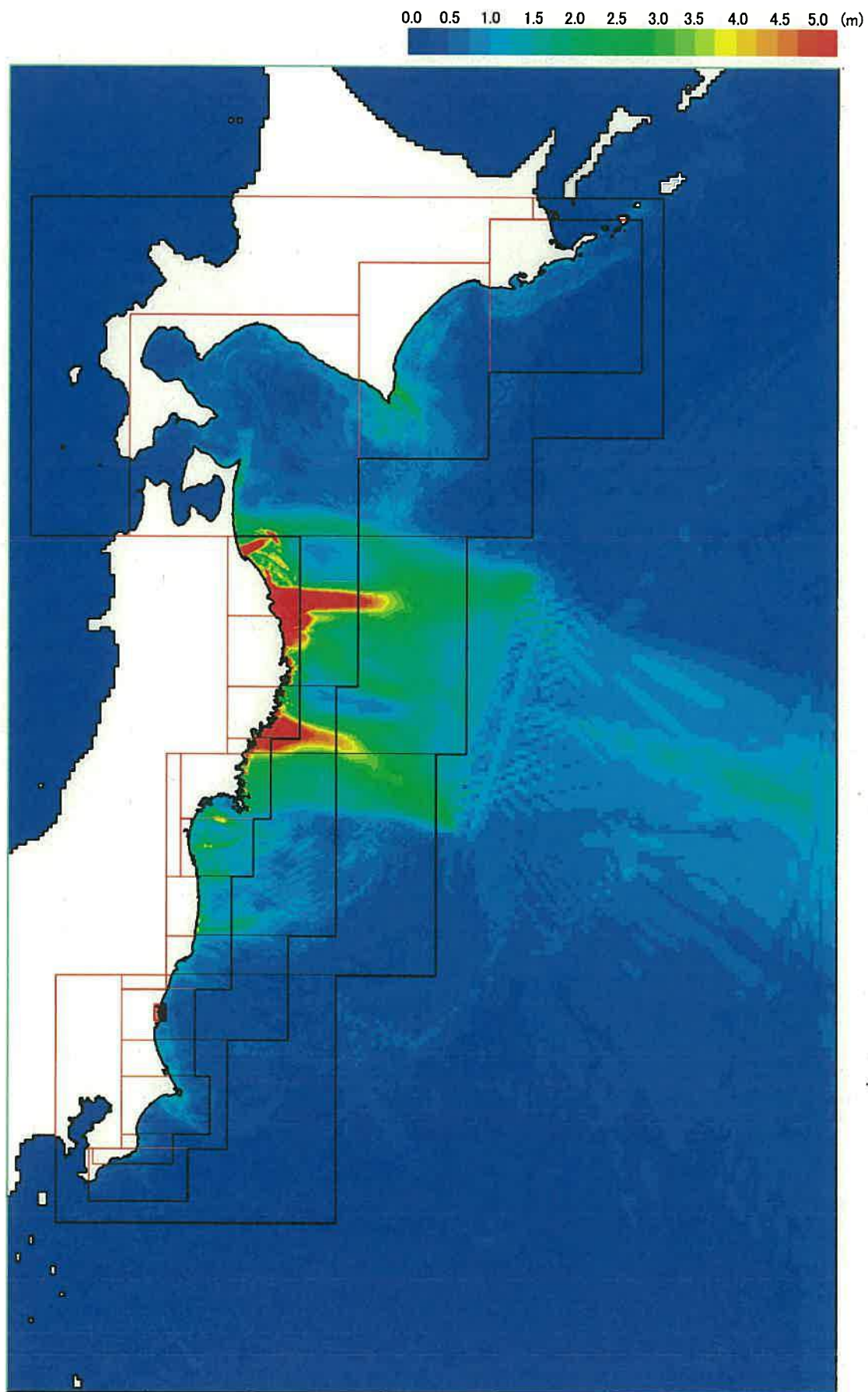


図 5.2-3 最大津波高さ分布（領域④三陸沖正断層モデル，R4-03）

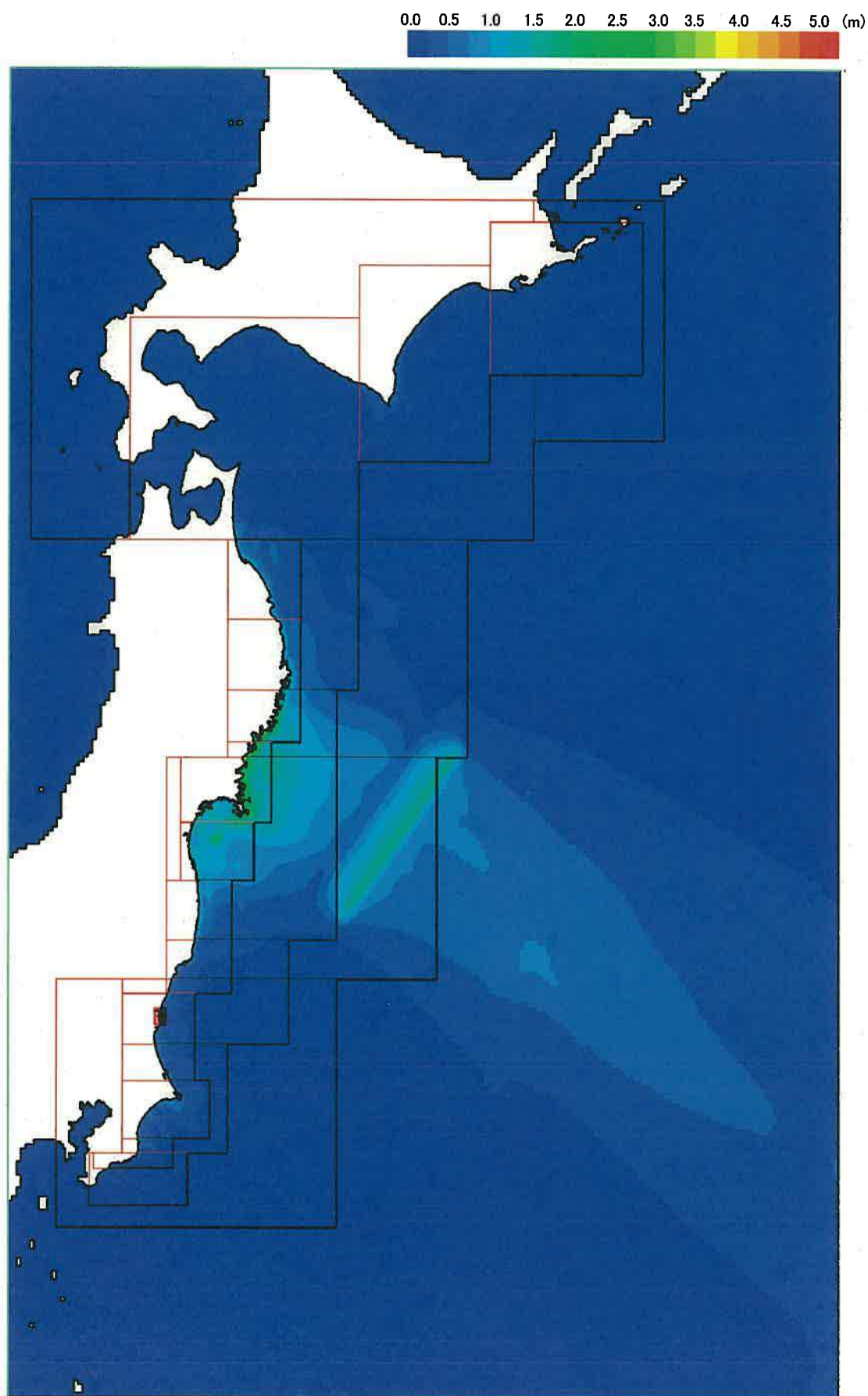


図 5.2-4 最大津波高さ分布（領域⑤宮城県沖，R5-03）

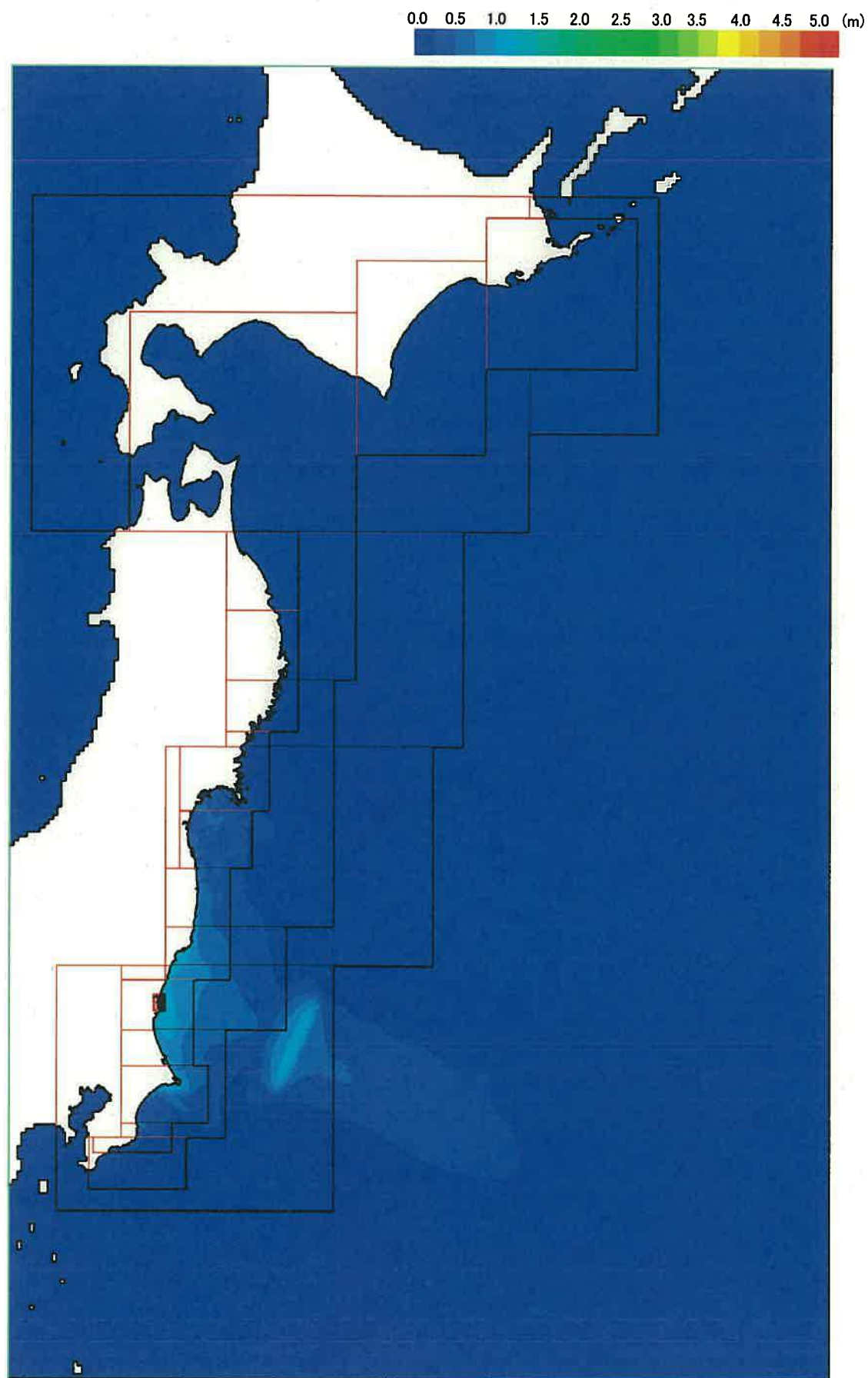


図 5.2-5 最大津波高さ分布（領域⑦前面海域，R7-08-10）

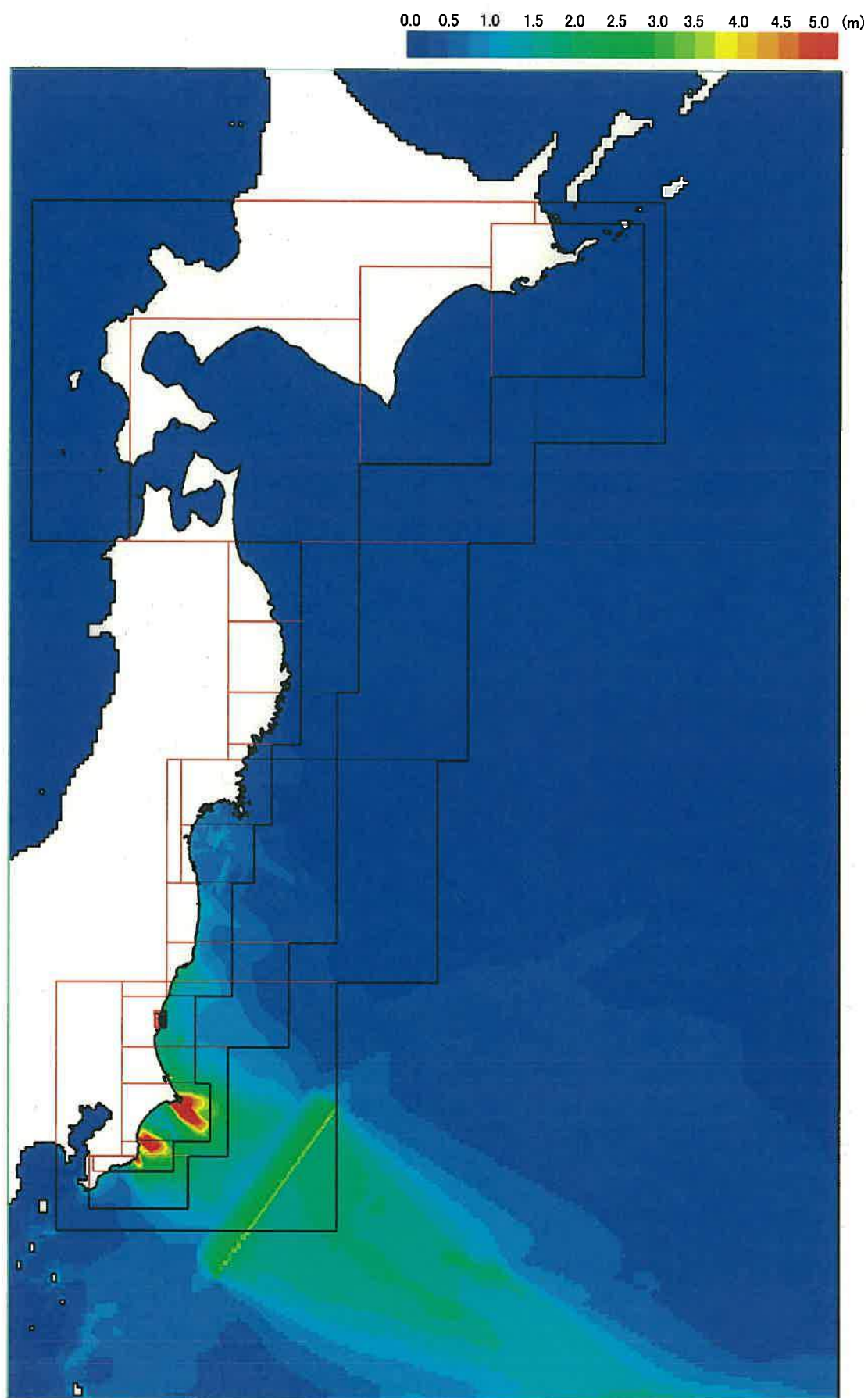


図 5.2-6 最大津波高さ分布（領域⑧房総沖，R8-03-02）

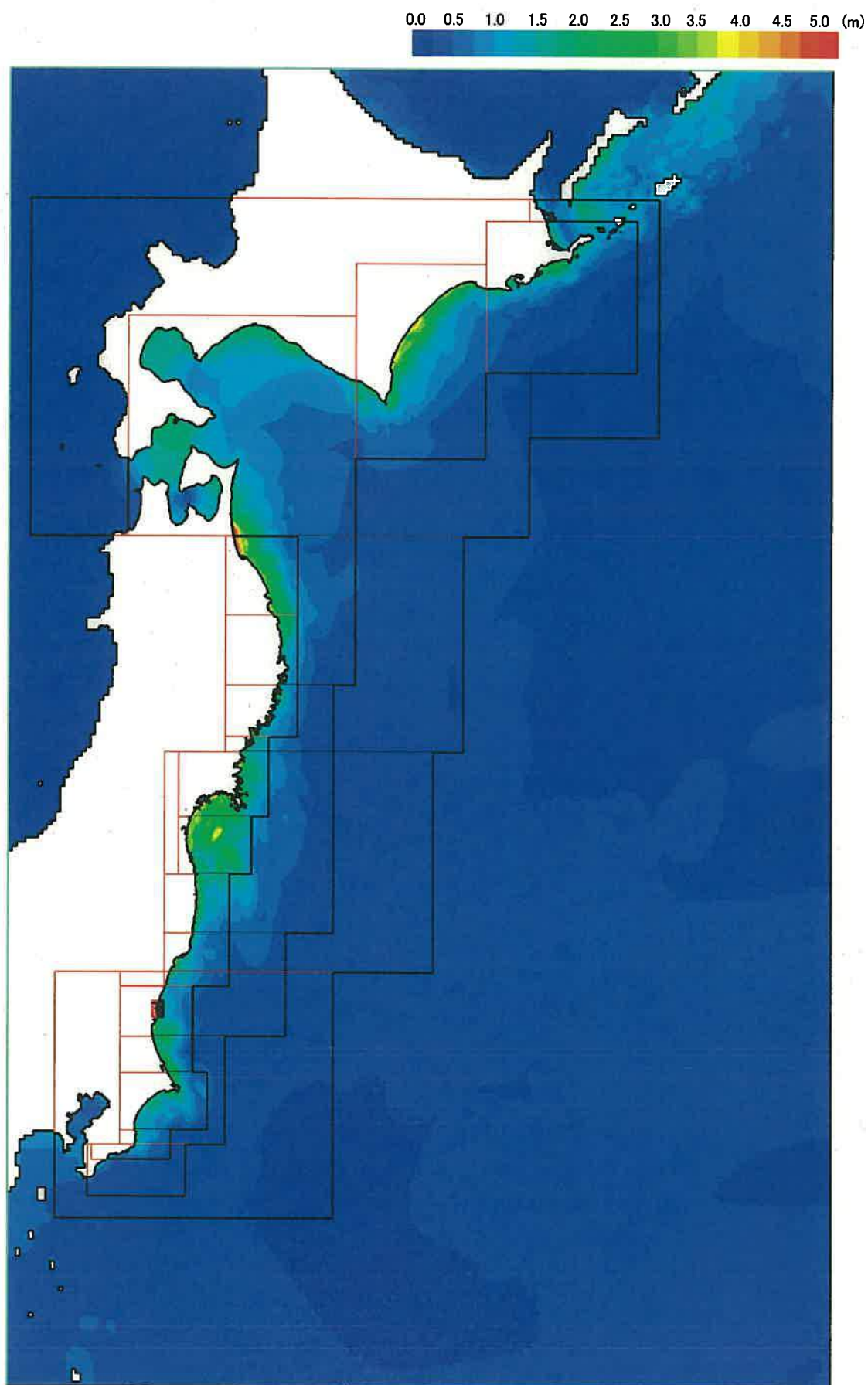


図 5.2-7 最大津波高さ分布（遠地チリ津波，C943）

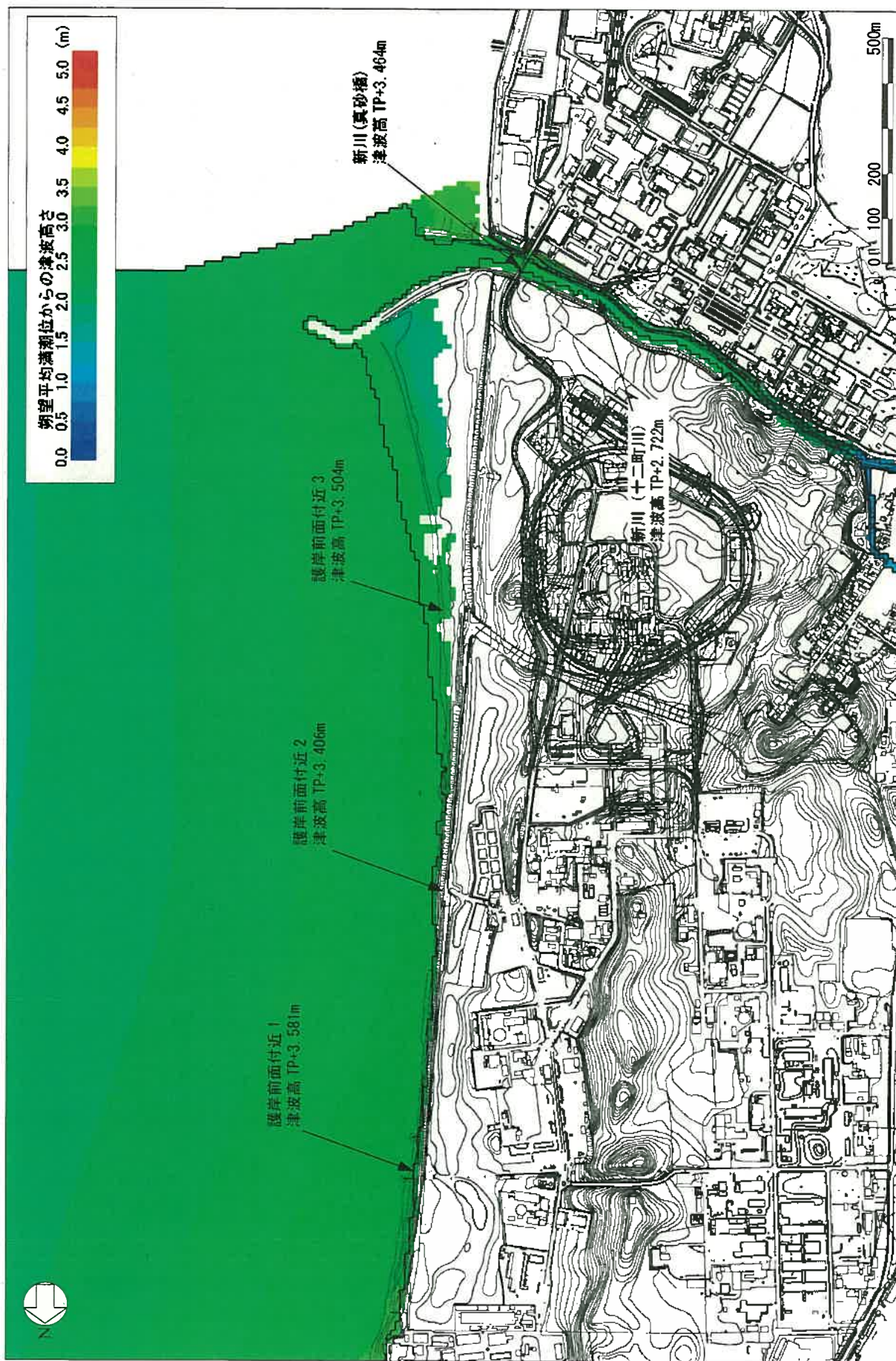


図 5.2-8 最大津波高さ分布 (領域⑦前面海域, R7-08-10)

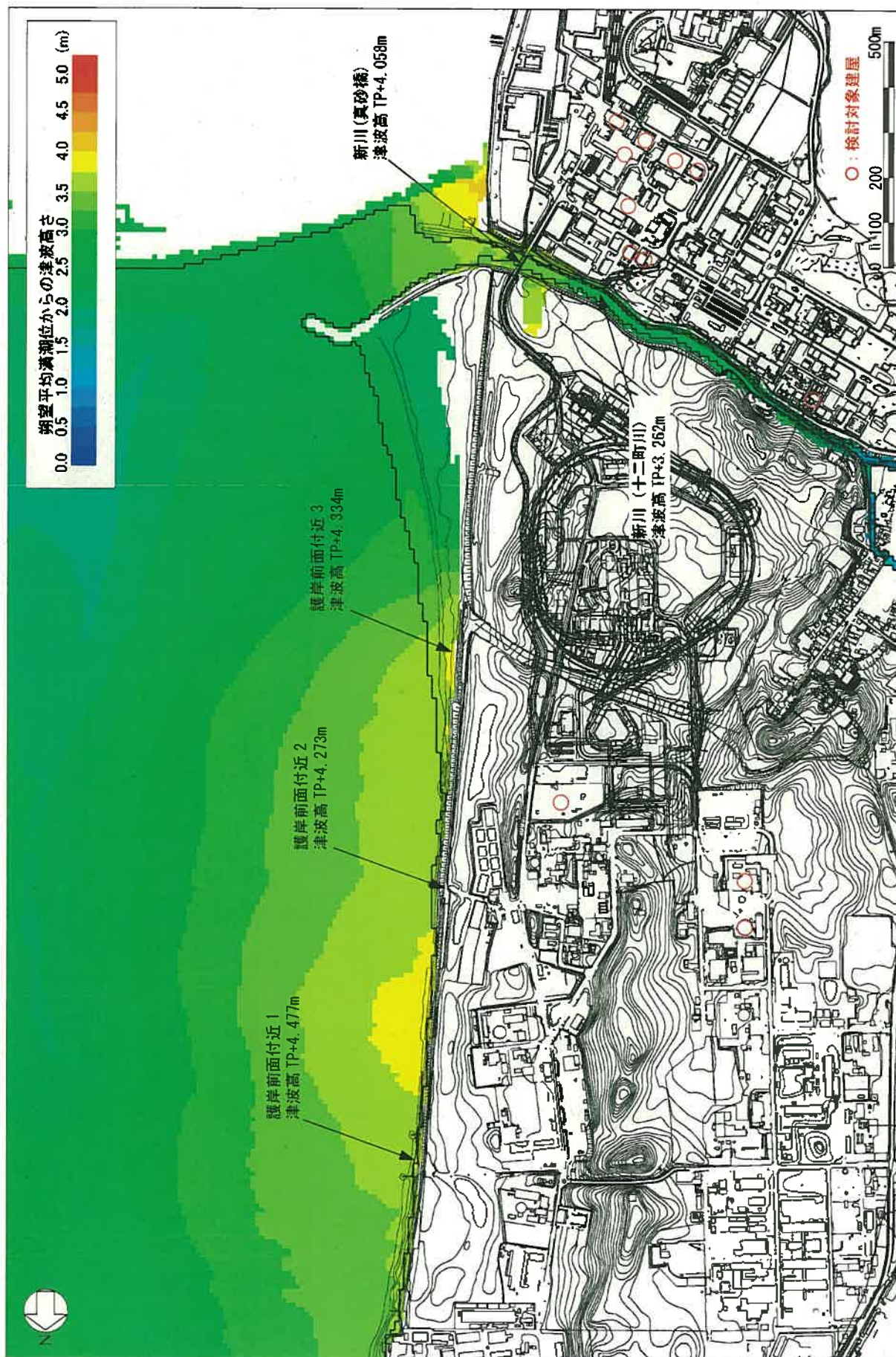


図 5.2-9 最大津波高さ分布（領域③房総沖，R8-03-02（核サ研側最大ケース））

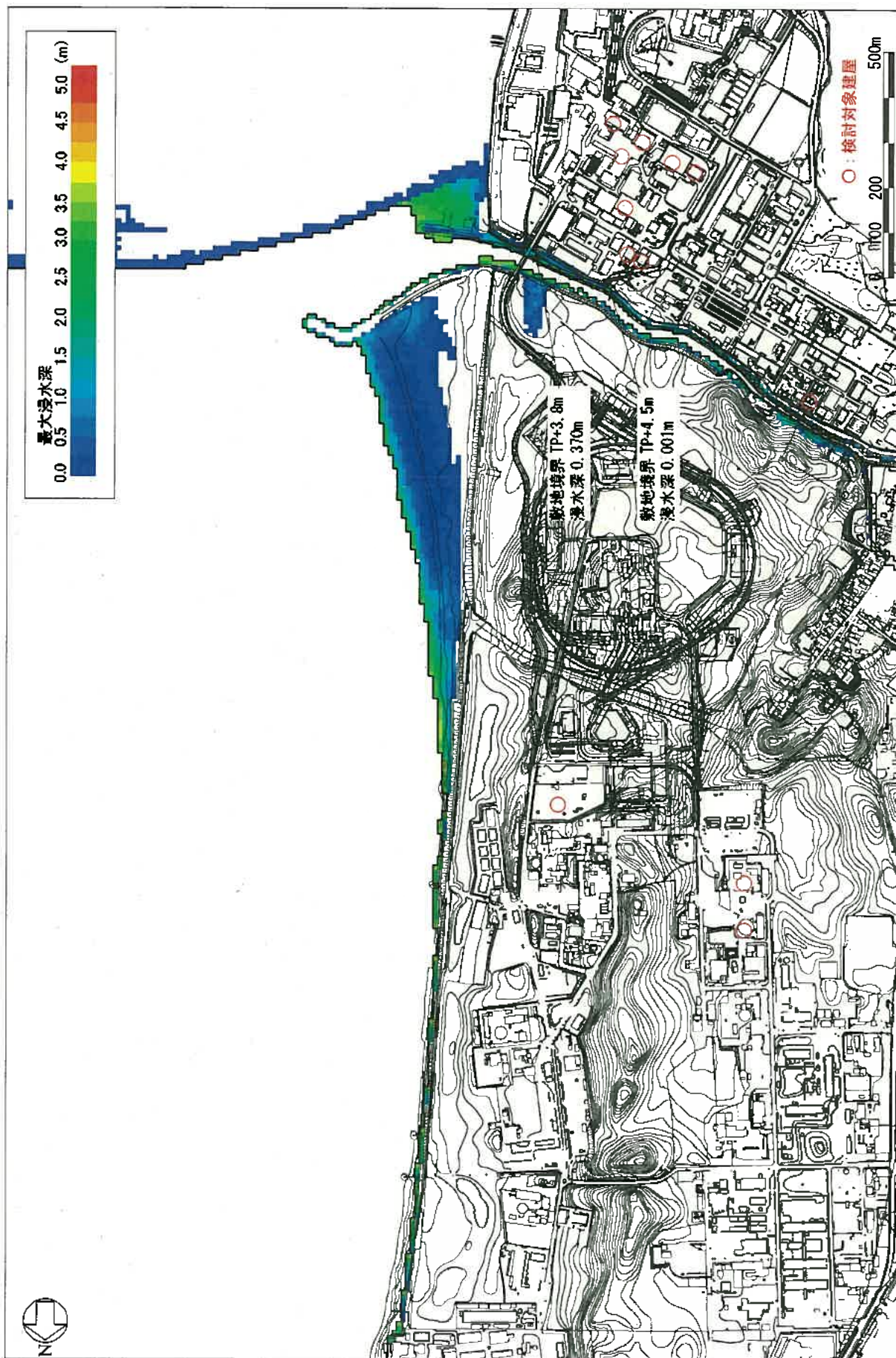


図 5.2-10 最大浸水深分布（領域⑧房総沖，R8-03-02（核サ研側最大ケース））

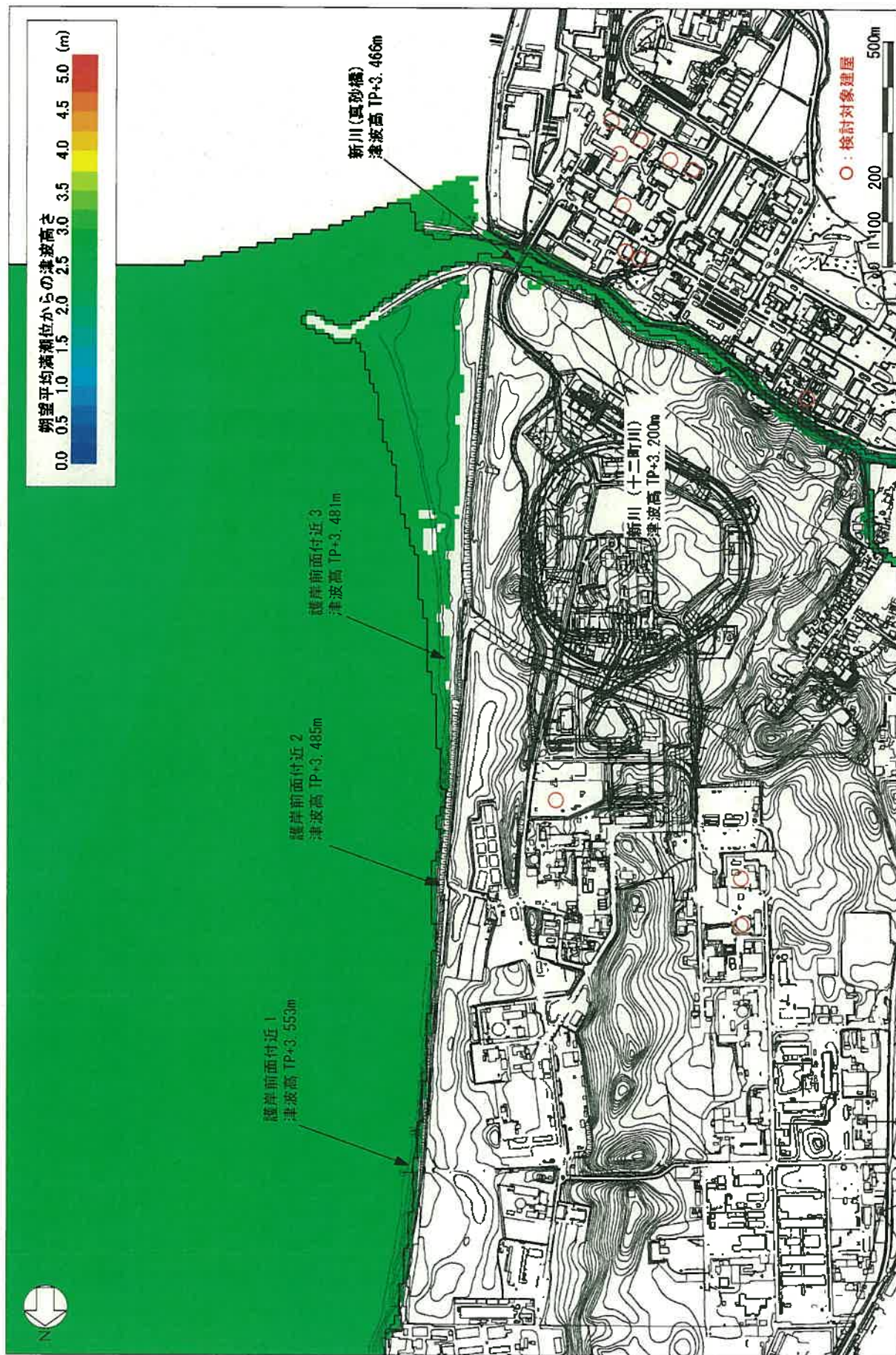


図 5.2-11 最大津波高さ分布 (遠地チリ津波, C943)

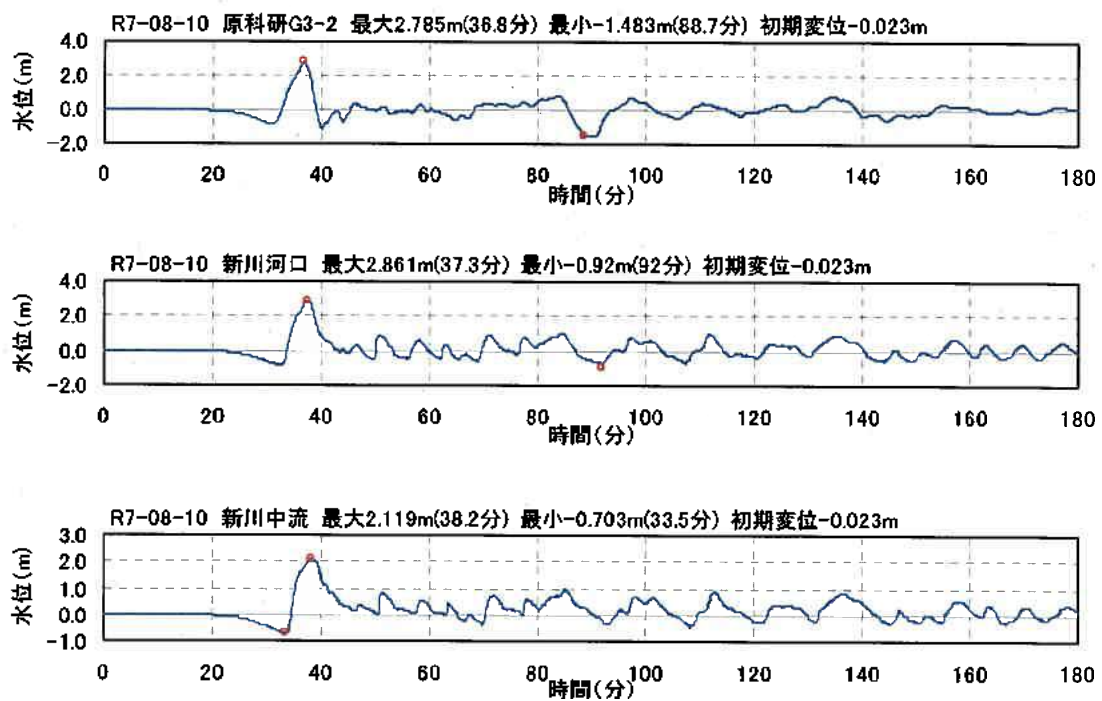
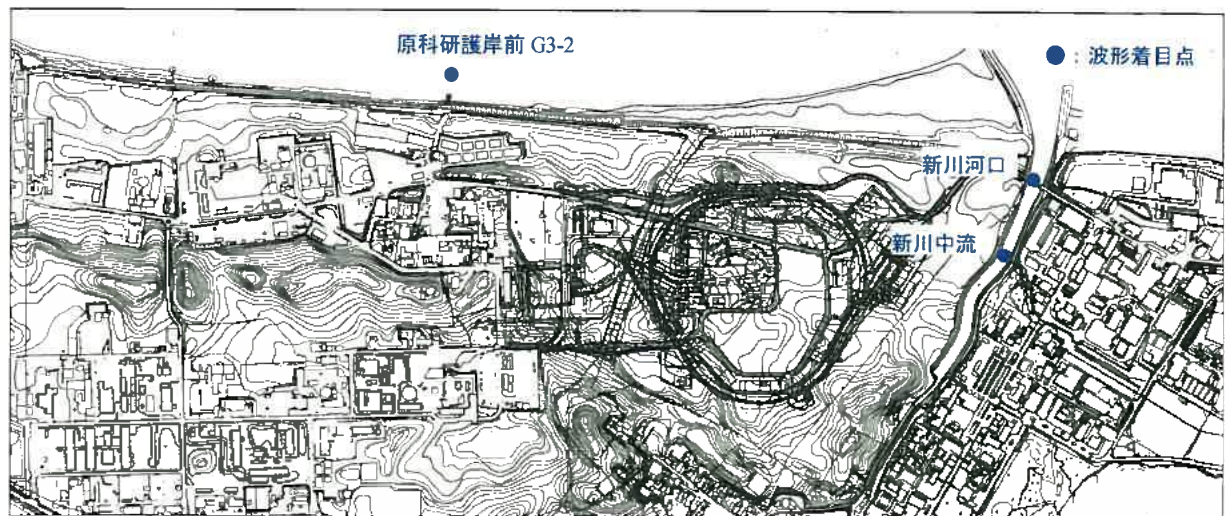


図 5.2-12 代表点の水位波形（領域⑦前面海域，R7-08-10）

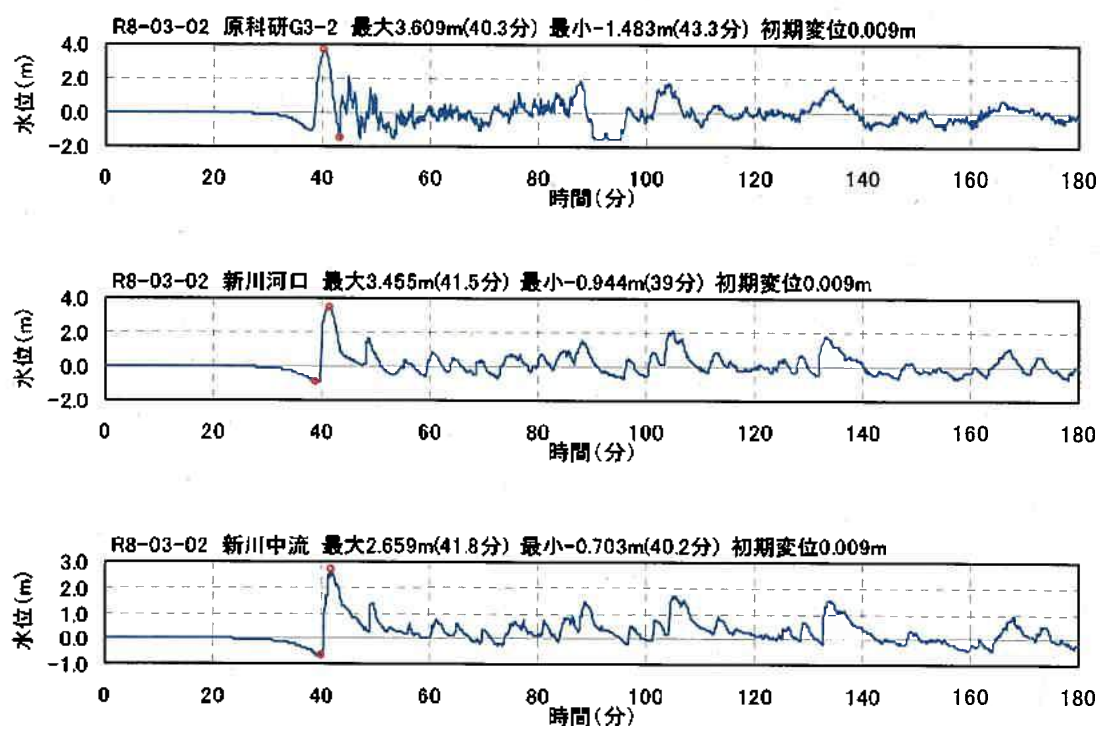
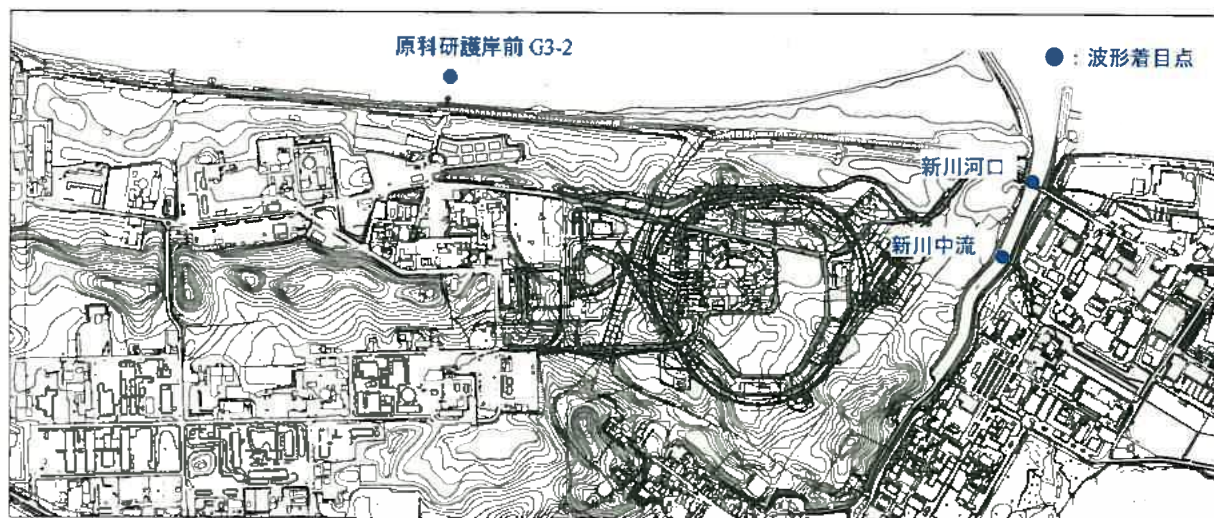


図 5.2-13 代表点の水位波形 (領域⑧房総沖, R8-03-02 (核サ研側最大ケース))

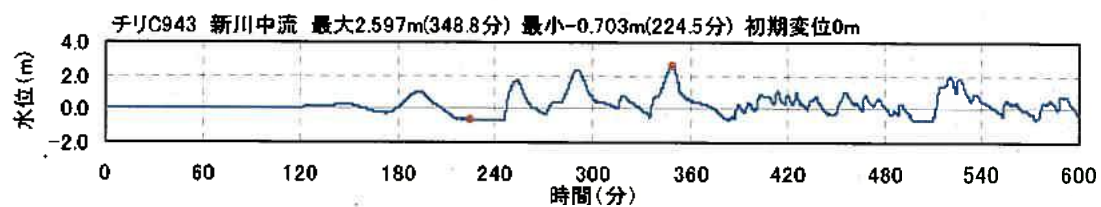
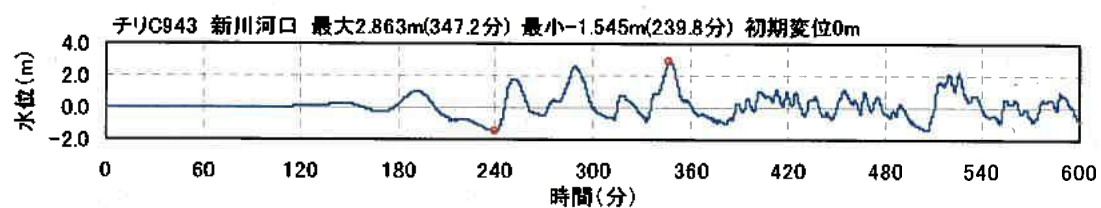
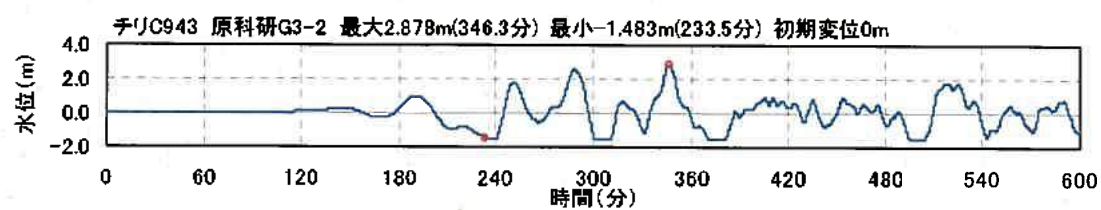
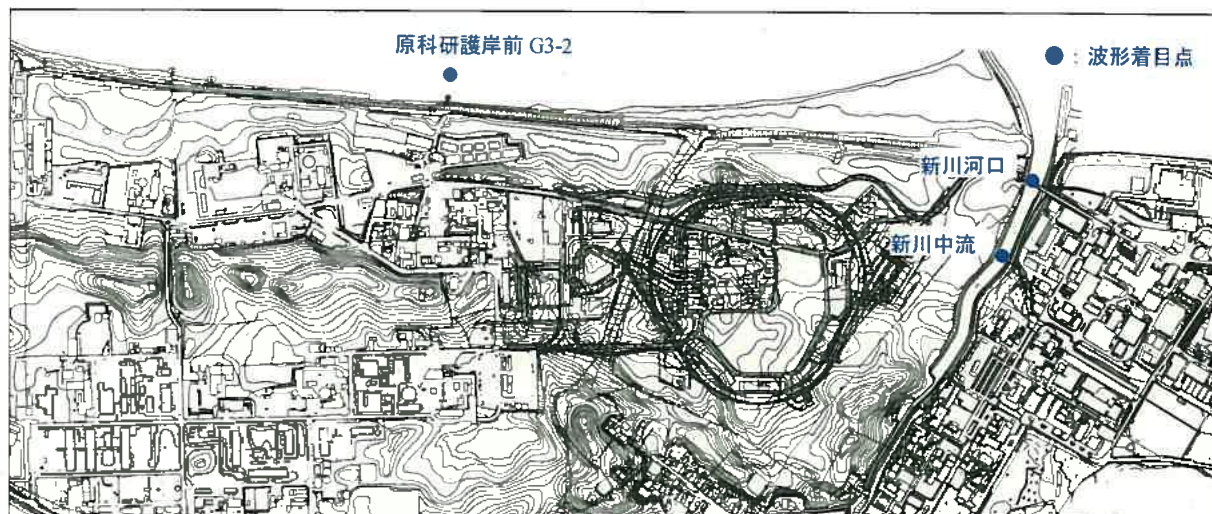


図 5.2-14 代表点の水位波形 (遠地チリ津波, C943)

(2) 1677 年房総沖の再検討モデルに基づく想定津波のパラメータスタディ結果

a. 概略検討結果

概略検討結果を表 5.2-3 に示す。これらより、最大ケースは、原科研側の敷地前面では位置が最南で走向が時計回りに基準+5° の R9-BL-15 となり、核サ研側（新川沿い）では位置が最南で走向が基準+0° の R9-BL-14 となる。

なお、表 5.2-3 に茨城県により設定された 1677 房総沖想定モデル（不均質モデル）を用いた解析結果も合わせて示す。本検討結果の方が、茨城県による断層モデルの結果より最大津波高さは大きくなっている。

b. 詳細検討結果

詳細検討結果を表 5.2-4 に示す。

原科研側では、R9-BL-15-02 で最大津波高さ TP+9.530m（海岸線全域）、最大浸水深 1.082m（海岸からの進入路）となる。なお、検討対象建物については浸水の影響はない。

核サ研側では、R9-BL-15-02 で新川の真砂橋付近で最大津波高さ TP+6.947m、敷地境界付近で最大浸水深 2.676m となる。検討対象建物については浸水まで至っていないものの、敷地への浸水あるいは検討対象外の建物への浸水はあることから、津波による浸水対策は必要と考えられる。

上記で述べた最大ケース R9-BL-15-02 の断層位置を図 5.2-15 に、解析領域全体の最大津波高さ分布を図 5.2-16 に、敷地周辺（10m 格子）の最大津波高さ分布を図 5.2-17 に、最大浸水深分布をを図 5.2-18 に示す。また、代表点における水位及び浸水深波形を図 5.2-19 に示す。

表 5.2-3 概略検討結果（房総沖再検討モデル）

断層モデル (房総沖モデル)				原子力科学研究所											核燃料サイクル工学研究所											備 考			
				北側エリア			中央エリア						南側エリア	特高変電所～駐車場			駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口		
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域		十二町川前	範囲全域	敷地境界域
	(範囲100m)	TP-8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m	TP+3m	波形出力点	(参考)					
領域	ケース名	位置	走向	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	浸水深	浸水深	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	浸水深	津波高さ		
			(°)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(m)	(m)	(m)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(m)	(TPm)	(TPm)	
⑨ 房総沖モデル	R9-BL-01	北	-S	6.804	6.327	0.000	6.189	6.089	5.461	0.000	5.226	6.089	0.000	5.828	6.013	3.728	0.000	5.487	0.384	0.555	5.149	0.609	4.007	5.169	1.319	1.910	4.652	5.538	
	R9-BL-02		0	6.134	5.721	0.000	5.688	5.665	5.392	0.000	5.203	5.501	0.000	5.301	5.195	3.672	0.000	5.398	0.258	0.485	5.069	0.529	3.975	5.244	1.225	1.868	4.585	5.582	
	R9-BL-03		S	5.405	5.150	0.000	5.150	5.392	5.311	0.000	5.059	5.020	0.000	4.803	4.389	3.531	0.000	5.326	0.265	0.485	4.968	0.352	3.740	5.052	1.012	1.722	4.446	5.389	
	R9-BL-04	やや北	-S	8.248	7.567	0.000	7.401	7.912	6.835	0.000	6.689	7.808	0.145	7.620	7.810	4.843	0.000	6.083	1.515	1.675	6.837	1.657	4.810	5.984	1.835	2.382	5.329	6.184	
	R9-BL-05		0	7.904	7.315	0.000	7.187	7.498	6.603	0.000	6.468	7.498	0.000	7.229	7.405	4.813	0.000	6.330	1.286	1.701	6.450	1.674	4.811	5.948	1.766	2.264	5.242	6.130	
	R9-BL-06		S	7.529	6.920	0.000	6.920	7.114	6.366	0.000	6.135	7.061	0.000	6.757	6.992	4.620	0.000	6.001	1.418	1.790	6.607	1.637	4.780	5.911	1.787	2.135	5.211	6.083	
	R9-BL-07	中央	-S	8.010	7.453	0.000	7.271	7.647	6.735	0.000	6.610	7.647	0.000	7.409	7.581	4.771	0.000	6.107	1.586	1.677	6.657	1.694	4.832	5.966	1.953	2.362	5.279	6.142	
	R9-BL-08		0	7.934	7.359	0.000	7.239	7.608	6.697	0.000	6.547	7.608	0.000	7.328	7.487	4.825	0.000	6.100	1.433	1.874	6.593	1.725	4.820	5.977	1.951	2.314	5.273	6.170	
	R9-BL-09		S	7.780	7.181	0.000	7.119	7.423	6.523	0.000	6.424	7.423	0.000	7.099	7.266	4.719	0.000	6.004	1.315	1.771	6.514	1.676	4.778	5.944	1.701	2.271	5.250	6.156	
	R9-BL-10	やや南	-S	7.915	7.337	0.000	7.217	7.597	6.685	0.000	6.532	7.597	0.000	7.314	7.482	4.837	0.000	6.331	1.316	1.321	6.561	1.727	4.881	5.976	1.965	2.311	5.279	6.158	
	R9-BL-11		0	7.967	7.390	0.000	7.250	7.604	6.695	0.000	6.541	7.604	0.000	7.320	7.488	4.768	0.000	6.356	1.333	1.540	6.577	1.679	4.873	5.965	1.903	2.311	5.278	6.170	
	R9-BL-12		S	7.884	7.296	0.000	7.197	7.520	6.625	0.000	6.479	7.520	0.000	7.220	7.386	4.773	0.000	6.219	1.306	1.651	6.596	1.685	4.841	5.951	2.001	2.253	5.262	6.142	
	R9-BL-13	南	-S	7.917	7.387	0.000	7.278	7.652	6.769	0.000	6.613	7.652	0.000	7.387	7.526	4.850	0.000	6.316	1.294	1.626	6.614	1.885	4.914	6.037	1.960	2.526	5.435	6.290	
	R9-BL-14		0	8.126	7.579	0.000	7.425	7.893	6.893	0.000	6.782	7.893	0.068	7.571	7.761	4.887	0.000	6.368	1.436	1.899	6.643	1.770	4.975	6.073	2.036	2.582	5.511	6.319	
	R9-BL-15		S	8.219	7.689	0.000	7.525	7.964	6.968	0.000	6.849	7.964	0.144	7.634	7.883	4.892	0.000	6.354	1.367	1.466	6.646	1.866	4.977	6.067	2.027	2.610	5.502	6.319	
茨城県モデル				6.954	5.747	0.000	5.550	6.624	5.130	0.000	5.122	6.624	0.000	6.458	6.068	4.459	0.000	5.368	0.695	0.763	5.567	0.864	4.288	5.345	1.495	1.962	4.678	5.773	参 考

表 5.2-4(1) 詳細検討結果 (房総沖再検討モデル) (その1)

断層モデル (房総沖モデル)				原子力科学研究所											核燃料サイクル工学研究所											備 考			
				原料研北側エリア				原料研中央エリア						南側エリア	特高発電所～駐車場		駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口		
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域		真砂橋下道路	真砂橋下	
					(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m		TP+3m	波形出力点	(参考)
ケース名	1.線深さ (km)	傾斜角 (°)	サテ角 (°)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)				
R9-BL-14-01	2.0	25	+10	9.195	8.565	0.030	8.544	8.949	8.084	0.000	7.773	8.949	0.895	8.570	8.874	5.738	0.000	6.572	2.178	2.011	7.202	2.240	5.569	6.879	2.672	3.413	6.342	7.042	
R9-BL-14-02			0	9.269	8.620	0.074	8.580	9.015	8.106	0.000	7.823	9.015	0.944	8.628	8.963	5.740	0.000	6.583	2.310	2.280	7.307	2.255	5.512	6.933	2.628	3.399	6.364	7.080	
R9-BL-14-03			-10	9.144	8.500	0.000	8.467	8.890	8.004	0.000	7.693	8.890	0.847	8.518	8.847	5.658	0.000	6.579	2.049	1.968	7.301	2.218	5.470	6.775	2.557	3.346	6.276	6.989	
R9-BL-14-04		10	+10	8.259	7.957	0.000	7.745	8.298	7.399	0.000	7.135	8.298	0.324	7.920	8.108	5.144	0.000	6.439	1.544	1.538	6.963	1.877	5.193	6.289	2.290	2.998	5.867	6.591	
R9-BL-14-05			0	8.331	7.981	0.000	7.771	8.338	7.322	0.000	7.146	8.338	0.331	7.966	8.165	5.133	0.000	6.439	1.617	2.049	6.789	1.778	5.194	6.271	2.278	2.993	5.871	6.590	
R9-BL-14-06			-10	8.195	7.822	0.000	7.645	8.179	7.177	0.000	7.032	8.179	0.205	7.832	8.015	5.128	0.000	6.444	1.550	1.555	6.775	1.880	5.161	6.221	2.256	2.912	5.763	6.520	
R9-BL-14-07		15	-10	7.406	7.202	0.000	6.984	7.545	6.603	0.000	6.445	7.370	0.000	7.114	7.181	4.603	0.000	6.189	1.381	1.785	6.214	1.539	4.827	5.894	1.736	2.068	5.157	6.028	
R9-BL-14-08			0	7.492	7.199	0.000	6.985	7.549	6.584	0.000	6.422	7.395	0.000	7.124	7.219	4.616	0.000	6.250	1.301	1.498	6.109	1.484	4.809	5.875	1.662	2.514	5.131	6.024	
R9-BL-14-09			-10	7.371	7.065	0.000	6.854	7.447	6.451	0.000	6.299	7.239	0.000	6.962	7.076	4.512	0.000	5.853	1.487	1.711	6.023	1.365	4.710	5.819	1.727	2.098	5.068	5.958	
R9-BL-14-10		25	+10	8.983	8.301	0.000	8.252	8.681	7.829	0.000	7.495	8.655	0.681	8.280	8.643	5.534	0.000	6.567	1.876	1.805	7.011	2.079	5.397	6.629	2.599	3.296	6.186	6.870	
R9-BL-14-11			0	9.085	8.354	0.000	8.309	8.736	7.851	0.000	7.523	8.704	0.745	8.338	8.731	5.572	0.000	6.579	1.959	1.809	7.112	2.024	5.420	6.658	2.617	3.345	6.187	6.894	
R9-BL-14-12			-10	8.940	8.254	0.000	8.197	8.646	7.727	0.000	7.422	8.605	0.642	8.233	8.621	5.509	0.000	6.563	1.932	1.779	7.259	2.175	5.368	6.430	2.484	3.223	6.161	6.854	
R9-BL-14-13	1.0	20	+10	8.061	7.538	0.000	7.404	7.856	6.872	0.000	6.753	7.856	0.024	7.549	7.681	4.958	0.000	6.374	1.714	1.787	6.686	1.800	5.038	6.076	2.122	2.608	5.549	6.365	
R9-BL-14-14			0	8.126	7.579	0.000	7.425	7.893	6.893	0.000	6.782	7.893	0.068	7.571	7.761	4.887	0.000	6.368	1.436	1.899	6.643	1.770	4.975	6.073	2.036	2.582	5.511	6.319	基本ケース
R9-BL-14-15			-10	8.030	7.495	0.000	7.353	7.725	6.791	0.000	6.660	7.725	0.000	7.466	7.628	4.876	0.000	6.386	1.389	1.248	6.657	1.830	4.963	6.022	2.001	2.496	5.383	6.268	
R9-BL-14-16		15	-10	7.133	6.817	0.000	6.535	6.927	6.009	0.000	5.850	6.837	0.000	6.497	6.706	4.410	0.000	5.658	1.057	1.433	5.669	1.129	4.560	5.582	1.732	2.235	4.952	5.923	
R9-BL-14-17			0	7.226	6.837	0.000	6.517	6.945	6.004	0.000	5.855	6.841	0.000	6.529	6.745	4.395	0.000	5.524	1.392	1.407	5.684	1.030	4.573	5.727	1.683	2.109	4.943	5.884	
R9-BL-14-18			-10	7.133	6.723	0.000	6.423	6.799	5.893	0.000	5.729	6.725	0.000	6.383	6.626	3.919	0.000	5.600	0.788	1.186	5.733	0.938	4.478	5.641	1.608	2.099	4.880	5.869	
R9-BL-14-19		25	-10	8.873	8.141	0.000	8.076	8.561	7.516	0.000	7.292	8.435	0.600	8.066	8.492	5.228	0.000	6.446	1.726	2.066	6.841	1.891	5.267	6.362	2.496	3.150	6.000	6.676	
R9-BL-14-20			0	8.967	8.196	0.000	8.136	8.622	7.558	0.000	7.346	8.482	0.642	8.129	8.565	5.332	0.000	6.539	1.738	2.034	6.968	1.965	5.301	6.324	2.409	3.152	5.997	6.677	
R9-BL-14-21			-10	8.838	8.102	0.000	8.040	8.521	7.485	0.000	7.257	8.392	0.582	8.036	8.475	5.210	0.000	6.431	1.654	1.732	6.757	1.801	5.257	6.314	2.417	3.085	5.943	6.637	
R9-BL-14-22		20	+10	7.987	7.358	0.000	7.193	7.520	6.662	0.000	6.522	7.520	0.000	7.327	7.457	4.710	0.000	6.082	1.487	1.543	6.434	1.757	4.800	5.913	1.983	2.175	5.206	6.087	
R9-BL-14-23			0	8.063	7.404	0.000	7.211	7.614	6.661	0.000	6.559	7.574	0.000	7.389	7.509	4.629	0.000	6.228	1.444	1.350	6.474	1.810	4.753	5.925	1.827	2.170	5.197	6.066	
R9-BL-14-24			-10	8.000	7.331	0.000	7.148	7.484	6.583	0.000	6.467	7.484	0.000	7.295	7.419	4.691	0.000	6.337	1.379	1.645	6.237	1.518	4.842	5.879	1.921	2.109	5.160	6.017	
R9-BL-14-25	0.0	15	+10	7.013	6.605	0.000	6.318	6.441	5.675	0.000	5.515	6.441	0.000	6.125	6.408	3.783	0.000	5.462	0.412	0.539	5.264	0.774	4.133	5.411	1.406	2.045	4.696	5.550	
R9-BL-14-26			0	7.086	6.667	0.000	6.333	6.471	5.678	0.000	5.526	6.471	0.000	6.152	6.463	3.776	0.000	5.548	0.337	0.562	5.228	0.688	4.159	5.409	1.373	1.976	4.698	5.530	
R9-BL-14-27			-10	6.994	6.580	0.000	6.270	6.372	5.636	0.000	5.453	6.372	0.000	6.085	6.373	3.758	0.000	5.401	0.248	0.498	5.135	0.595	4.036	5.320	1.334	1.880	4.639	5.449	

表 5.2-4(2) 詳細検討結果（房総沖再検討モデル）（その2）

断層モデル (房総沖モデル)				原子力科学研究所											核燃料サイクル工学研究所											備 考			
				原研北側エリア				原研中央エリア							南側エリア	特高発電所～駐車場		駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口			新川河口		
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域		真砂橋下道路	真砂橋下	
					(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m		TP+3m	波形出力点	(参考)
ケース名	上縁深さ (km)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)			
R9-BL-15-01	2.0	25	+10	9.321	8.637	0.067	8.597	8.962	8.091	0.000	7.801	8.960	0.944	8.600	8.930	5.745	0.000	6.582	2.159	2.214	7.126	2.212	5.489	6.787	2.530	3.350	6.298	7.042	最大ケース
R9-BL-15-02			0	9.530	8.784	0.209	8.751	9.136	8.177	0.000	7.945	9.104	1.082	8.751	9.114	5.689	0.000	6.583	2.178	2.001	7.115	2.271	5.570	6.947	2.676	3.457	6.352	7.149	
R9-BL-15-03			-10	9.524	8.765	0.186	8.730	9.130	8.144	0.000	7.921	9.096	1.074	8.738	9.109	5.713	0.000	6.463	2.192	2.387	7.223	2.276	5.593	6.906	2.608	3.421	6.348	7.119	
R9-BL-15-04		20	+10	8.343	7.984	0.000	7.773	8.269	7.271	0.000	7.118	8.269	0.284	7.916	8.112	5.133	0.000	6.434	1.541	1.910	6.704	1.807	5.136	6.320	2.470	2.911	5.794	6.535	
R9-BL-15-05			0	8.519	8.112	0.000	7.883	8.418	7.485	0.000	7.215	8.418	0.448	8.059	8.321	5.155	0.000	6.447	1.684	1.580	6.722	1.942	5.237	6.359	2.509	2.950	5.845	6.545	
R9-BL-15-06			-10	8.499	8.061	0.000	7.861	8.386	7.483	0.000	7.193	8.386	0.432	8.032	8.303	5.162	0.000	6.450	1.666	1.576	6.734	1.876	5.256	6.273	2.289	2.906	5.836	6.529	
R9-BL-15-07		15	+10	7.368	7.218	0.000	6.988	7.475	6.566	0.000	6.413	7.310	0.000	7.051	7.125	4.567	0.000	5.965	1.806	1.629	6.069	1.459	4.806	5.873	1.909	2.062	5.142	5.987	
R9-BL-15-08			0	7.561	7.312	0.000	7.052	7.568	6.615	0.000	6.477	7.442	0.000	7.172	7.288	4.645	0.000	5.960	1.419	1.063	6.107	1.497	4.810	5.877	1.733	2.140	5.143	6.023	
R9-BL-15-09			-10	7.563	7.253	0.000	7.007	7.519	6.568	0.000	6.429	7.389	0.000	7.118	7.255	4.518	0.000	6.006	1.761	1.658	6.058	1.457	4.792	5.870	1.886	2.068	5.126	5.989	
R9-BL-15-10	1.0	25	+10	9.088	8.352	0.000	8.303	8.731	7.820	0.000	7.506	8.653	0.723	8.297	8.683	5.497	0.000	6.535	1.993	1.809	7.019	2.013	5.426	6.505	2.420	3.221	6.141	6.830	基本ケース
R9-BL-15-11			0	9.274	8.484	0.000	8.443	8.868	7.887	0.000	7.627	8.804	0.858	8.452	8.848	5.567	0.000	6.572	1.833	1.785	6.991	2.099	5.446	6.681	2.461	3.277	6.181	6.922	
R9-BL-15-12			-10	9.271	8.476	0.000	8.439	8.869	7.864	0.000	7.614	8.793	0.851	8.441	8.859	5.527	0.000	6.567	2.033	1.846	7.067	2.060	5.406	6.671	2.450	3.238	6.198	6.894	
R9-BL-15-13			+10	8.100	7.548	0.000	7.417	7.804	6.865	0.000	6.742	7.804	0.015	7.517	7.654	4.915	0.000	6.373	1.542	1.907	6.648	1.777	4.974	6.052	2.004	2.529	5.413	6.322	
R9-BL-15-14	1.0	20	0	8.219	7.689	0.000	7.525	7.964	6.968	0.000	6.849	7.964	0.144	7.634	7.883	4.892	0.000	6.354	1.367	1.466	6.646	1.866	4.977	6.067	2.027	2.610	5.502	6.319	
R9-BL-15-15	0.0		+10	8.215	7.654	0.000	7.485	7.951	6.940	0.000	6.819	7.951	0.134	7.614	7.880	4.857	0.000	6.337	1.596	1.174	6.653	1.785	4.957	6.052	2.000	2.558	5.458	6.299	
R9-BL-15-16		15	+10	7.025	6.767	0.000	6.514	6.824	5.947	0.000	5.800	6.748	0.000	6.398	6.599	4.326	0.000	5.598	1.137	1.288	5.703	0.932	4.484	5.654	1.612	2.107	4.885	5.897	
R9-BL-15-17			0	7.261	6.882	0.000	6.600	6.958	6.035	0.000	5.894	6.855	0.000	6.550	6.764	4.381	0.000	5.521	1.079	1.345	5.663	1.114	4.491	5.703	1.669	2.114	4.928	5.870	
R9-BL-15-18			-10	7.244	6.869	0.000	6.558	6.920	5.992	0.000	5.847	6.821	0.000	6.518	6.748	3.979	0.000	5.600	1.281	0.883	5.781	0.929	4.439	5.700	1.679	2.103	4.926	5.859	
R9-BL-15-19	0.0	25	+10	8.914	8.161	0.000	8.090	8.563	7.496	0.000	7.288	8.394	0.607	8.059	8.477	5.178	0.000	6.428	1.688	1.825	6.845	1.895	5.268	6.301	2.316	3.062	5.939	6.624	
R9-BL-15-20			0	9.119	8.303	0.000	8.240	8.725	7.644	0.000	7.418	8.536	0.728	8.239	8.658	5.284	0.000	6.545	1.720	1.636	6.827	1.899	5.285	6.372	2.380	3.113	5.987	6.668	
R9-BL-15-21			-10	9.120	8.296	0.000	8.232	8.724	7.624	0.000	7.410	8.531	0.734	8.243	8.654	5.207	0.000	6.425	1.679	1.624	6.902	1.956	5.260	6.436	2.586	3.130	6.003	6.663	
R9-BL-15-22		20	+10	7.953	7.324	0.000	7.182	7.461	6.629	0.000	6.479	7.461	0.000	7.277	7.386	4.610	0.000	6.065	1.883	1.557	6.149	1.519	4.817	5.879	1.792	2.119	5.153	6.021	
R9-BL-15-23			0	8.049	7.409	0.000	7.264	7.680	6.698	0.000	6.585	7.625	0.000	7.430	7.534	4.647	0.000	6.107	1.212	1.393	6.586	1.556	4.779	5.899	1.842	2.153	5.183	6.079	
R9-BL-15-24			-10	8.125	7.439	0.000	7.252	7.696	6.671	0.000	6.585	7.617	0.000	7.454	7.553	4.708	0.000	6.037	1.446	1.387	6.636	1.843	4.815	5.907	1.858	2.154	5.191	6.071	
R9-BL-15-25		15	+10	6.885	6.541	0.000	6.284	6.306	5.601	0.000	5.440	6.306	0.000	6.018	6.272	3.774	0.000	5.528	0.313	0.551	5.128	0.588	4.043	5.315	1.333	1.942	4.628	5.495	
R9-BL-15-26			0	7.082	6.662	0.000	6.337	6.428	5.671	0.000	5.514	6.428	0.000	6.141	6.434	3.805	0.000	5.445	0.424	0.630	5.188	0.648	4.042	5.377	1.357	2.041	4.662	5.477	
R9-BL-15-27			-10	7.086	6.665	0.000	6.334	6.436	5.684	0.000	5.502	6.436	0.000	6.146	6.439	3.782	0.000	5.531	0.460	0.847	5.157	0.617	4.092	5.327	1.332	1.899	4.649	5.441	

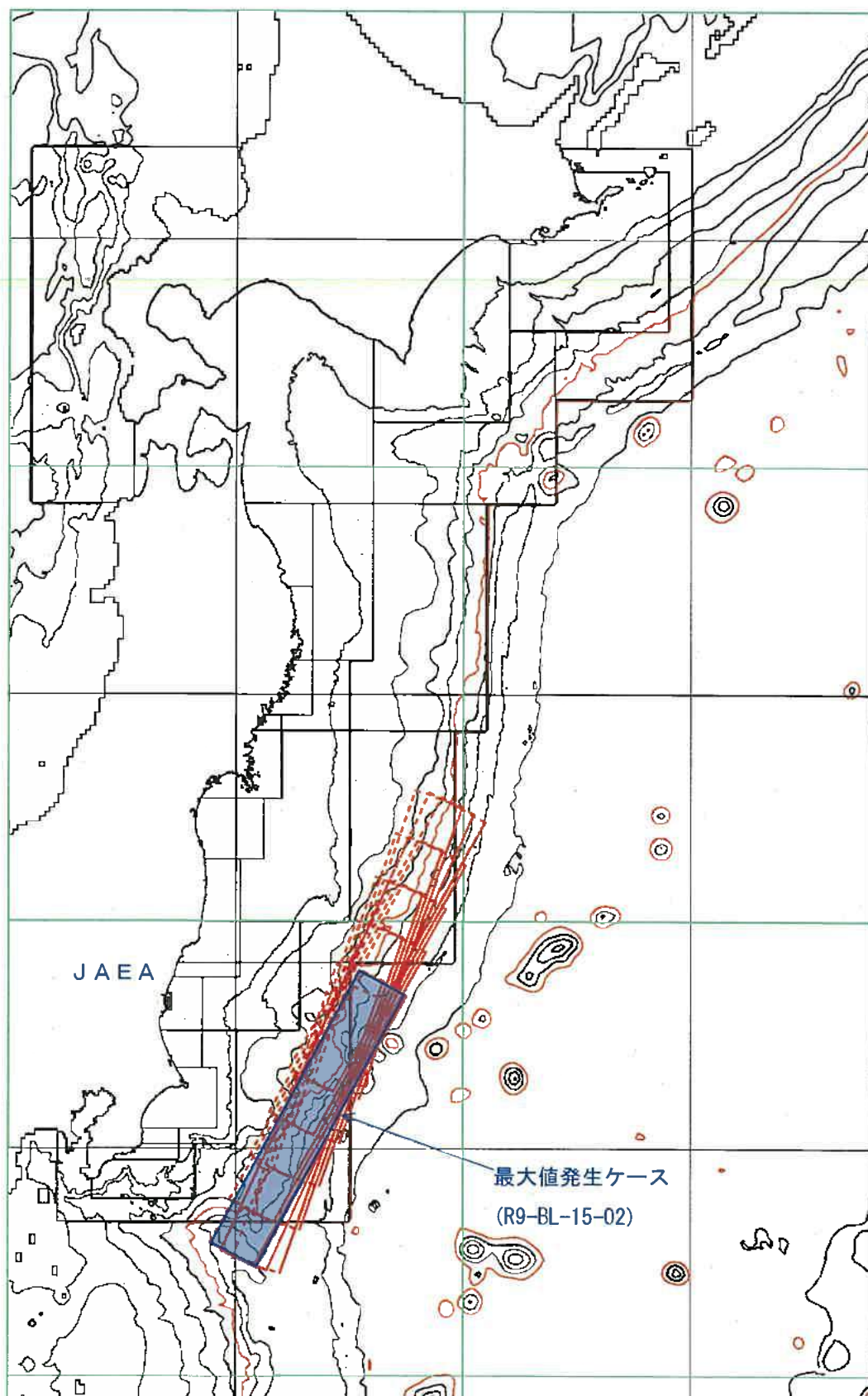


図 5.2-15 最大となった断層モデルの位置 (房総沖再検討モデル)

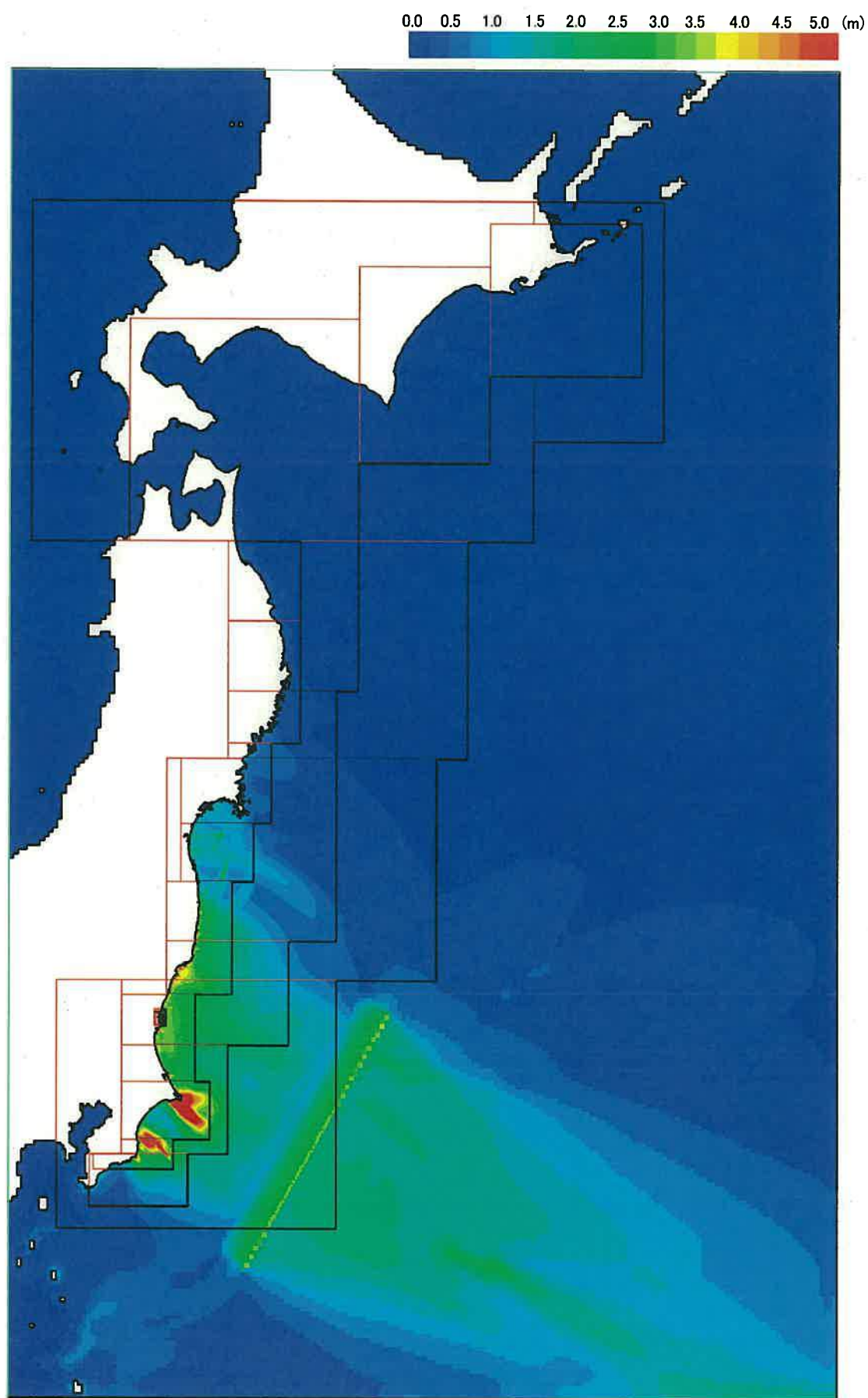


図 5.2-16 最大津波高さ分布（房総沖再検討モデル，R9-BL-15-02）

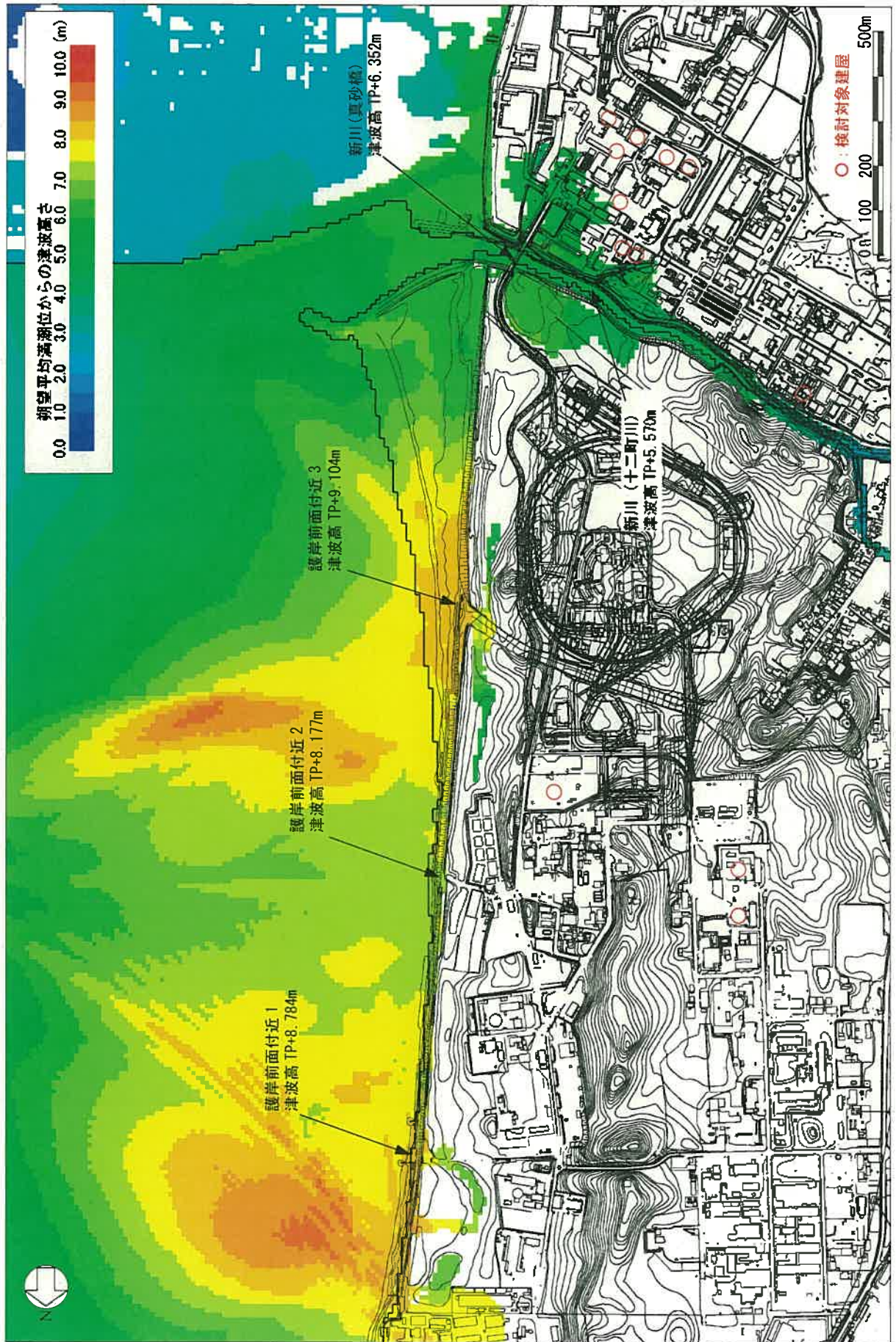


図 5.2-17 最大津波高さ分布 (房総沖, R9-BL-15-02)

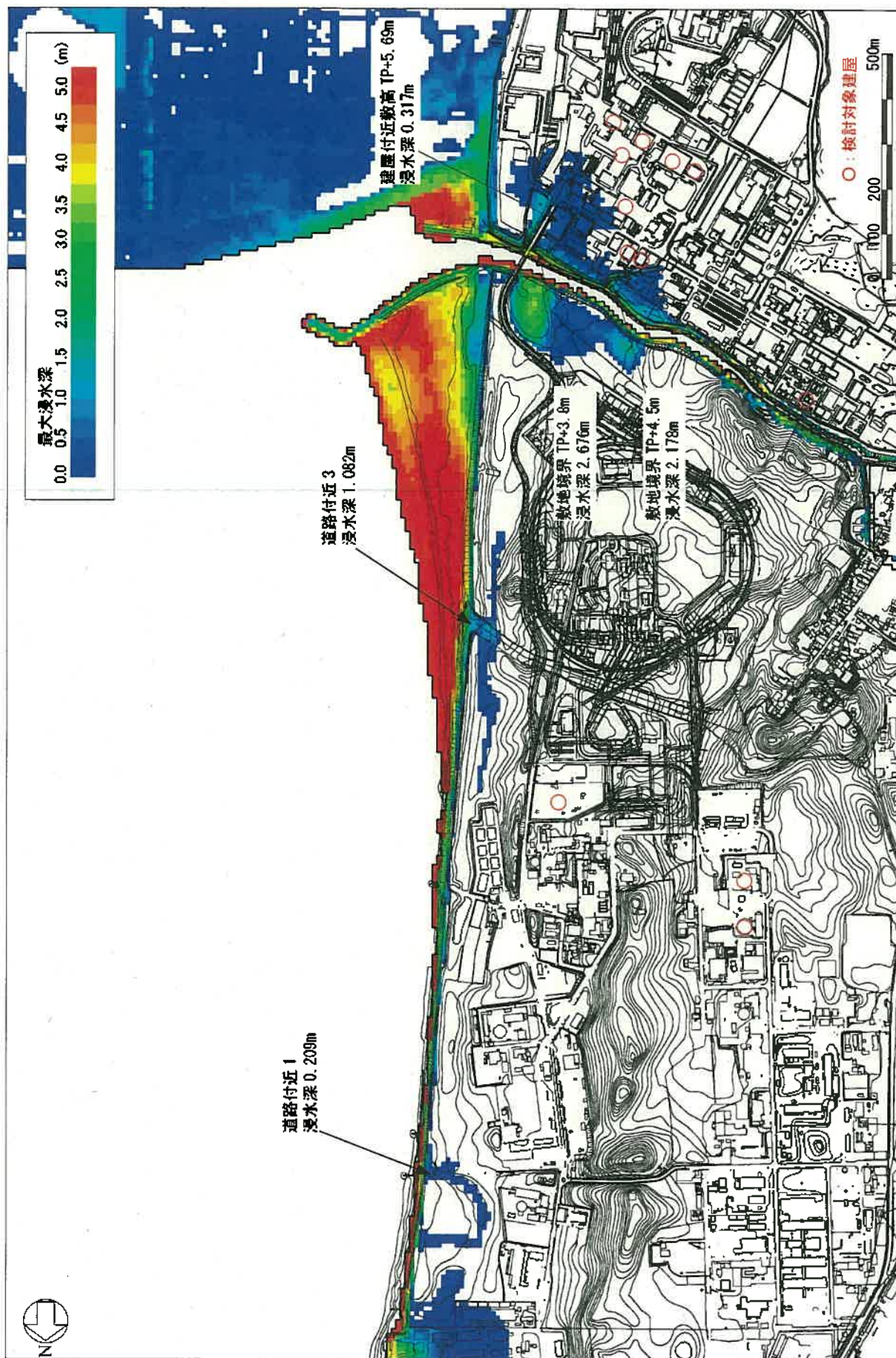


図 5.2-18 最大浸水深分布 (房総沖, R9-BL-15-02)

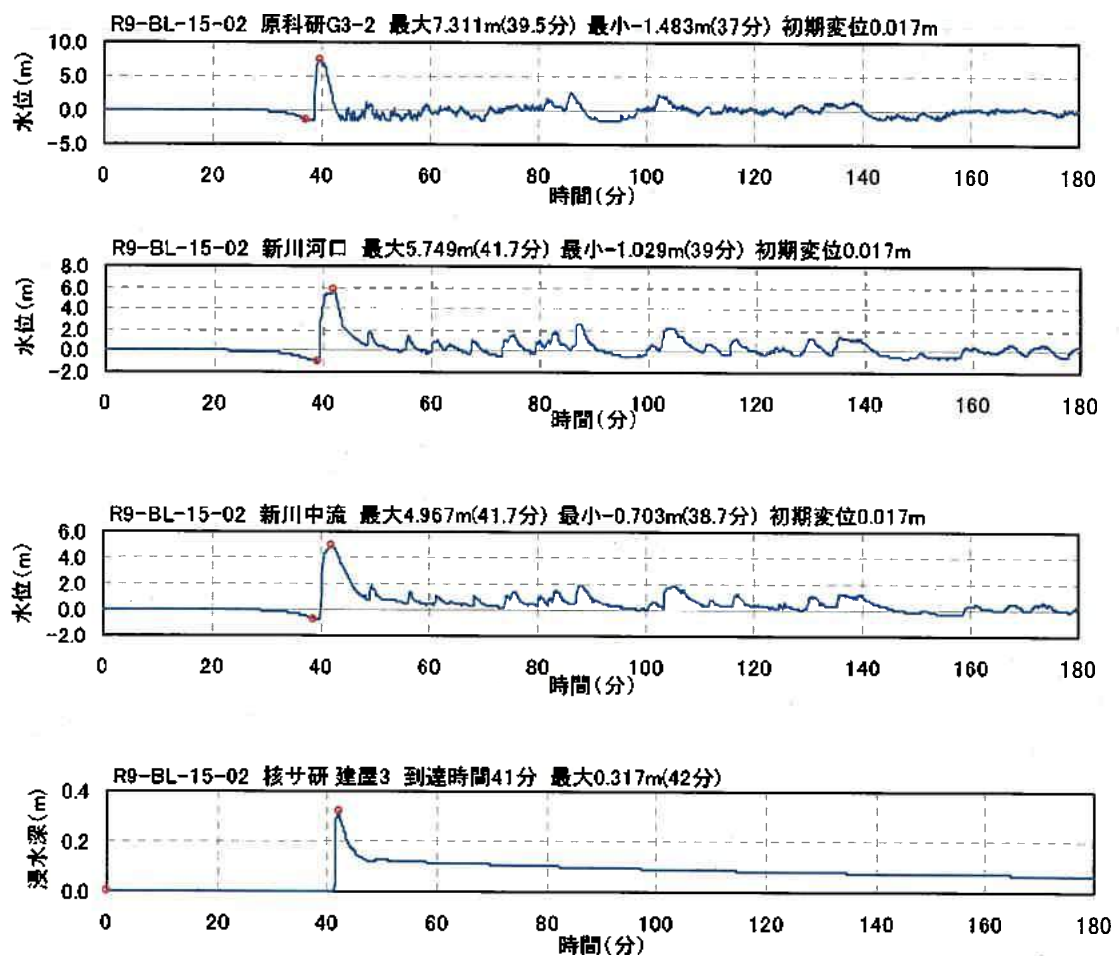
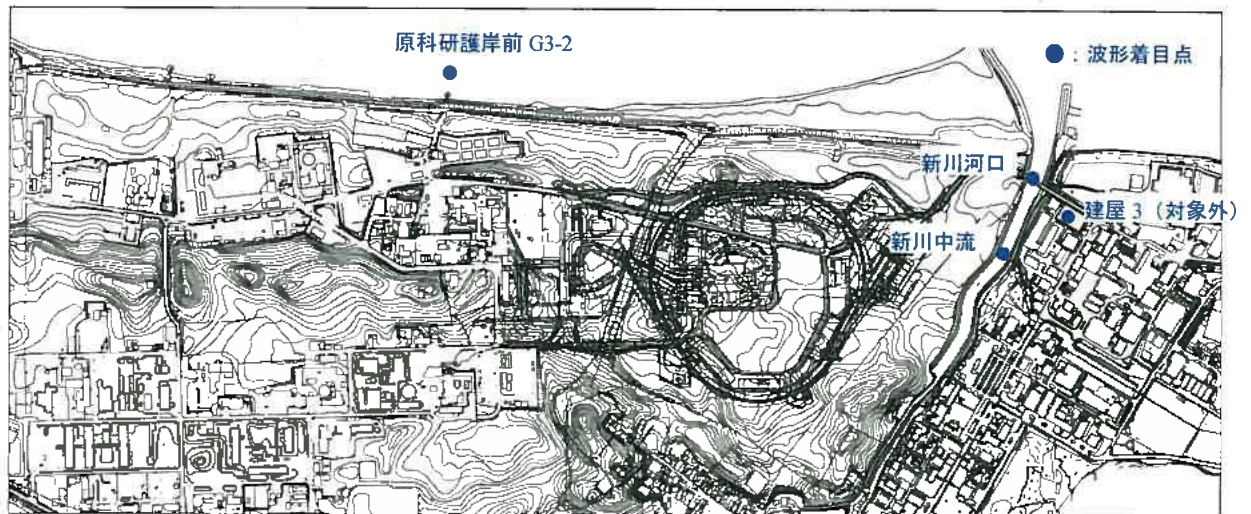


図 5.2-19 代表点の水位及び浸水深波形 (房総沖, R9-BL-15-02)

(3) 推本に基づく三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの想定津波のパラメータスタディ結果

a. 概略検討結果

概略検討結果を表 5.2-5 に示す。これらより、津波地震モデルの最大ケースは、位置が中央で走向が時計回りに基準+0° の R9-08 となり、正断層モデルの最大ケースは、位置がやや南側で走向が時計回りに基準+5° の R10-12 となる。

b. 詳細検討結果

詳細検討結果を表 5.2-6 に示す。

a) 津波地震モデル

原科研側では、R9-08-01 で最大津波高さ TP+11.640m (海岸線全域)、最大浸水深 2.814m(海岸からの進入路)となる。なお、検討対象建物については浸水の影響はない。

核サ研側では、R9-08-02 で新川の真砂橋付近で最大津波高さ TP+8.521m、敷地境界付近で最大浸水深 4.489m となる。検討対象建物については最大浸水深 0.283m、検討対象外の建物では最大浸水深 0.820m であり、津波による浸水対策は必要と考えられる。

b) 正断層モデル

原科研側では、R10-12-01 で最大津波高さ TP+7.557m (海岸線全域)となる。なお、海岸からの進入路および検討対象建物については浸水の影響はない。

核サ研側では、R10-12-02 で新川の真砂橋付近で最大津波高さ TP+4.859m、敷地境界付近で最大浸水深 0.942m となる。検討対象建物及び敷地への浸水の影響は見られない。

上記、最大ケース R9-BL-15-02 及び R10-12-02 の断層位置を図 5.2-20 に、解析領域全体の最大津波高さ分布を図 5.2-21 及び図 5.2-22 に、常陸那珂港周辺の最大津波高さ分布を図 5.2-23 及び図 5.2-24 に、敷地周辺 (10m 格子) の最大津波高さ分布及び浸水深分布をを図 5.2-25～図 5.2-28 に示す。また、代表点における水位及び浸水深波形を図 5.2-29 及び図 5.2-30 に示す。

表 5.2-5 概略検討結果 (日本海溝寄り想定津波)

断層モデル				原子力科学研究所												核燃料サイクル工学研究所												備 考		
				北側エリア				中央エリア								南側エリア	特高変電所～駐車場		駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口	
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下			
					(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m	TP+3m	波形出力点		(参考)	
領域	ケース名	位置	走向	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	浸水深	浸水深	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ	浸水深	津波高さ	津波高さ				
			(°)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(TPm)	(m)	(TPm)	(m)	(m)	(TPm)	(m)	(TPm)	(TPm)	(m)	(m)	(TPm)	(TPm)			
⑨ プレート間(津波地震モデル)	R9-01	北	-5	3.149	3.121	0.000	3.095	3.281	3.076	0.000	3.024	3.065	0.000	0.000	2.971	2.551	0.000	2.997	0.000	0.000	3.509	0.000	2.303	3.584	0.000	0.406	3.192	3.344		
	R9-02		0	3.008	3.008	0.000	2.953	3.105	2.955	0.000	2.915	2.956	0.000	0.000	2.823	2.480	0.000	2.985	0.000	0.000	3.468	0.000	2.235	3.407	0.000	0.088	3.104	3.232		
	R9-03		5	3.008	2.976	0.000	2.903	3.060	2.902	0.000	2.840	2.919	0.000	0.000	2.818	2.403	0.000	2.921	0.000	0.000	3.549	0.000	2.198	3.410	0.000	0.121	2.949	3.110		
	R9-04	やや北	-5	7.151	6.594	0.000	6.535	6.465	5.754	0.000	5.563	6.416	0.000	6.183	6.433	4.435	0.000	5.577	0.737	1.372	5.649	1.029	4.479	5.711	1.699	2.108	4.906	5.902		
	R9-05		0	6.703	6.122	0.000	6.122	6.037	5.643	0.000	5.464	6.007	0.000	5.773	5.829	4.243	0.000	5.554	0.923	1.097	5.640	0.900	4.409	5.469	1.619	2.052	4.851	5.913		
	R9-06		5	5.994	5.693	0.000	5.662	5.752	5.614	0.000	5.485	5.618	0.000	5.431	5.111	3.864	0.000	5.611	0.575	0.598	5.334	0.794	4.108	5.554	1.526	2.026	4.749	5.858		
	R9-07	中央	-5	10.456	9.419	0.589	9.272	9.862	8.927	0.489	8.603	9.862	1.755	9.443	10.038	5.835	0.000	6.578	2.280	2.056	7.383	2.378	5.656	7.114	2.972	3.609	6.532	7.539		
	R9-08		0	10.477	9.435	0.610	9.302	9.902	8.926	0.504	8.616	9.902	1.741	9.438	10.027	5.917	0.000	6.603	2.279	2.028	7.335	2.356	5.686	7.176	3.008	3.653	6.553	7.565		
	R9-09		5	10.315	9.265	0.584	9.156	9.758	8.725	0.374	8.398	9.758	1.567	9.249	9.843	5.826	0.000	6.582	2.181	2.015	7.460	2.422	5.719	7.126	2.935	3.615	6.524	7.460		
	R9-10	やや南	-5	8.919	8.145	0.000	7.969	8.633	7.491	0.000	7.308	8.554	0.683	8.219	8.796	5.171	0.000	6.435	1.619	1.557	6.805	1.859	5.225	6.371	2.427	3.019	5.930	6.578		
	R9-11		0	9.638	8.688	0.101	8.531	9.120	8.151	0.000	7.758	9.120	1.137	8.752	9.319	5.553	0.000	6.575	1.950	2.000	7.058	2.078	5.422	6.682	2.594	3.304	6.163	6.952		
	R9-12		5	10.188	9.065	0.441	8.940	9.575	8.552	0.240	8.212	9.575	1.479	9.144	9.724	5.735	0.000	6.568	2.250	1.914	7.278	2.219	5.560	6.823	2.584	3.342	6.289	7.247		
	R9-13	南	-5	5.512	5.222	0.000	5.122	5.367	5.287	0.000	4.987	5.212	0.000	5.026	4.354	3.485	0.000	5.217	0.195	0.493	4.986	0.240	3.669	4.879	0.866	1.628	4.357	5.251		
	R9-14		0	5.845	5.845	0.000	5.845	5.822	5.489	0.000	5.228	5.745	0.000	5.585	5.143	3.690	0.000	5.629	0.351	0.474	5.074	0.534	3.931	5.249	1.260	1.858	4.579	5.618		
	R9-15		5	6.619	6.318	0.000	6.225	6.195	5.570	0.000	5.383	6.185	0.000	5.973	6.019	3.779	0.000	5.536	0.512	0.593	5.240	0.712	4.135	5.431	1.429	1.985	4.674	5.669		
⑩ プレート内(正断層モデル)	R10-01	北	-10	6.763	4.551	0.000	3.848	4.797	4.661	0.000	3.869	3.820	0.000	0.000	3.839	2.951	0.000	3.627	0.000	0.000	4.464	0.000	2.609	4.190	0.059	1.130	3.689	4.185		
	R10-02		0	4.811	3.619	0.000	3.532	5.216	5.041	0.000	4.130	3.757	0.000	0.000	3.895	2.427	0.000	3.366	0.000	0.000	3.748	0.000	2.255	4.068	0.050	0.102	3.300	3.858		
	R10-03		10	4.380	3.619	0.000	3.234	3.792	3.722	0.000	3.643	3.045	0.000	0.000	3.111	2.374	0.000	2.725	0.000	0.000	3.351	0.000	2.262	2.770	0.000	0.000	2.437	2.797		
	R10-04	やや北	-10	6.188	6.188	0.000	5.052	5.494	4.743	0.000	4.422	4.338	0.000	4.087	4.425	3.208	0.000	3.523	0.000	0.000	4.174	0.000	2.918	4.185	0.000	0.927	3.600	4.629		
	R10-05		0	4.942	4.856	0.000	4.514	4.987	4.606	0.000	4.289	4.143	0.000	0.000	4.383	3.358	0.000	3.963	0.000	0.000	4.670	0.021	3.361	4.507	0.002	1.441	3.964	4.929		
	R10-06		10	4.935	3.904	0.000	3.666	4.579	4.331	0.000	3.913	3.905	0.000	0.000	4.128	3.068	0.000	3.709	0.000	0.000	4.608	0.003	3.101	4.597	0.194	1.597	3.795	4.386		
	R10-07	中央	-10	7.748	5.939	0.000	5.097	6.217	6.217	0.000	5.275	4.494	0.000	4.456	4.615	3.625	0.000	5.197	0.215	0.299	4.743	0.087	3.654	4.826	0.854	1.821	4.342	5.508		
	R10-08		0	6.543	5.662	0.000	4.871	7.169	6.071	0.000	5.601	4.088	0.000	3.844	4.456	3.434	0.000	4.265	0.000	0.000	4.617	0.003	3.505	4.557	0.470	1.491	4.176	4.744		
	R10-09		10	6.252	6.136	0.000	5.472	5.497	4.990	0.000	4.360	3.991	0.000	3.809	4.245	3.542	0.000	3.877	0.000	0.000	4.358	0.000	3.382	4.235	0.086	1.129	3.824	4.398		
	R10-10	やや南	-10	7.580	5.960	0.000	5.354	6.010	6.010	0.000	5.948	4.396	0.000	4.293	4.485	3.844	0.000	4.506	0.220	0.606	4.717	0.041	3.675	4.674	0.749	1.573	4.259	4.940		
	R10-11		0	6.688	6.688	0.000	5.538	7.301	5.969	0.000	5.645	4.167	0.000	3.903	4.583	3.840	0.000	5.353	0.315	0.520	4.910	0.091	3.711	4.790	0.818	1.725	4.359	5.119		
	R10-12		10	7.162	6.468	0.000	6.090	6.612	6.612	0.000	6.148	5.908	0.000	5.479	4.746	3.741	0.000	4.566	0.465	0.666	4.849	0.248	3.722	4.932	0.892	1.744	4.461	5.243		
	R10-13	南	-10	6.488	6.488	0.000	5.859	5.468	4.897	0.000	4.368	4.592	0.000	4.382	4.458	3.357	0.000	4.132	0.000	0.000	4.623	0.003	3.418	4.557	0.170	1.349	3.954	5.039		
	R10-14		0	5.630	5.258	0.000	4.778	5.126	4.882	0.000	4.730	4.324	0.000	3.838	4.487	3.646	0.000	4.524	0.294	0.624	4.805	0.094	3.557	4.920	0.518	1.698	4.142	5.096		
	R10-15		10	6.246	5.523	0.000	4.995	6.070	4.955	0.000	4.459	4.588	0.000	4.520	4.215	3.418	0.000	3.845	0.000	0.000	4.389	0.000	3.474	4.489	0.129	1.199	3.959	4.591		

表 5.2-6(1) 詳細検討結果（日本海溝寄り、津波地震モデル）（その 1）

断層モデル (津波地震モデル)				原子力科学研究所											核燃料サイクル工学研究所											備 考			
				原研北側エリア				原研中央エリア							南側エリア	特高変電所～駐車場		駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口	
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域		真砂橋下道路	真砂橋下	
	(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波形出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波形出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波形出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波形出力点		TP+3.8～6.1m	TP+3m	波形出力点	(参考)					
ケース名	上縁深さ (km)	傾斜角 (°)	マペリ角 (°)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)				
R9-08-01	2.0	25	+10	11.356	10.759	1.741	10.591	10.974	10.088	1.680	9.906	10.974	2.814	10.730	11.640	6.990	0.116	7.709	2.546	2.451	8.132	3.176	6.371	8.506	4.478	3.881	7.312	8.592	最大（原科研側）
R9-08-02			0	11.326	10.711	1.717	10.566	10.920	10.060	1.649	9.875	10.920	2.780	10.689	11.623	6.987	0.085	7.743	2.598	2.418	8.241	3.394	6.382	8.521	4.489	3.879	7.336	8.598	最大（核科研側）
R9-08-03			-10	11.146	10.464	1.541	10.331	10.820	9.976	1.497	9.704	10.820	2.620	10.496	11.352	6.977	0.024	7.756	2.538	2.402	8.054	3.131	6.382	8.395	4.306	3.910	7.268	8.499	
R9-08-04		20	+10	10.909	9.891	0.913	9.628	10.530	9.301	0.824	9.041	10.530	2.134	9.833	10.701	6.032	0.000	7.705	2.301	2.109	7.484	2.629	5.935	7.585	3.439	3.749	6.827	7.902	
R9-08-05			0	10.879	9.895	0.932	9.627	10.545	9.300	0.814	9.026	10.545	2.124	9.819	10.541	6.028	0.000	7.651	2.349	2.138	7.626	2.681	5.948	7.634	3.544	3.835	6.837	7.889	
R9-08-06			-10	10.633	9.700	0.795	9.518	10.347	9.068	0.688	8.877	10.347	1.892	9.622	10.229	6.001	0.000	7.335	2.235	2.229	7.592	2.533	5.988	7.518	3.276	3.760	6.798	7.755	
R9-08-07		15	+10	9.839	8.828	0.172	8.521	9.329	8.181	0.062	7.960	9.329	1.209	8.958	9.531	5.515	0.000	6.548	2.066	2.144	7.015	2.107	5.478	6.767	2.675	3.235	6.115	7.041	
R9-08-08			0	9.884	8.874	0.217	8.563	9.355	8.199	0.059	7.978	9.355	1.228	8.969	9.539	5.554	0.000	6.498	2.009	1.970	6.973	2.063	5.416	6.772	2.487	3.251	6.169	7.052	
R9-08-09			-10	9.645	8.754	0.082	8.414	9.196	8.006	0.000	7.844	9.196	1.060	8.823	9.378	5.486	0.000	6.526	1.949	2.010	7.108	2.069	5.424	6.706	2.454	3.162	6.108	6.945	
R9-08-10	1.0	25	+10	11.190	10.339	1.435	10.227	10.780	9.890	1.380	9.558	10.780	2.609	10.462	11.385	6.972	0.019	7.693	2.394	2.344	7.842	3.056	6.246	8.209	4.200	3.857	7.104	8.285	
R9-08-11			0	11.151	10.315	1.421	10.191	10.757	9.883	1.386	9.558	10.757	2.582	10.435	11.318	6.987	0.060	7.611	2.491	2.477	8.053	3.247	6.251	8.206	4.172	3.888	7.170	8.293	
R9-08-12			-10	11.009	10.226	1.241	10.100	10.563	9.694	1.129	9.366	10.563	2.413	10.208	11.021	6.842	0.002	7.545	2.397	2.287	7.878	3.184	6.193	8.017	4.017	3.889	7.098	8.171	
R9-08-13			+10	10.454	9.444	0.600	9.285	9.910	8.942	0.497	8.615	9.910	1.741	9.445	10.057	5.879	0.000	6.620	2.372	2.000	7.272	2.350	5.675	7.143	2.980	3.613	6.531	7.583	
R9-08-14	1.0	20	0	10.477	9.435	0.610	9.302	9.902	8.926	0.504	8.616	9.902	1.741	9.438	10.027	5.917	0.000	6.603	2.279	2.028	7.335	2.356	5.686	7.176	3.008	3.653	6.553	7.565	基本ケース
R9-08-15	0.0	15	-10	10.360	9.271	0.580	9.167	9.751	8.729	0.395	8.444	9.751	1.579	9.282	9.849	5.807	0.000	6.568	2.387	2.143	7.175	2.313	5.630	7.096	2.914	3.550	6.503	7.448	
R9-08-16			+10	9.151	8.244	0.000	7.944	8.642	7.562	0.000	7.344	8.642	0.679	8.297	8.909	5.101	0.000	6.432	1.590	1.924	6.703	1.763	5.162	6.268	2.296	2.883	5.744	6.551	
R9-08-17			0	9.190	8.300	0.000	7.966	8.667	7.589	0.000	7.368	8.667	0.688	8.319	8.915	5.128	0.000	6.418	1.614	1.938	6.796	1.806	5.174	6.328	2.456	2.928	5.797	6.570	
R9-08-18			-10	9.022	8.205	0.000	7.872	8.533	7.488	0.000	7.251	8.524	0.582	8.169	8.740	5.094	0.000	6.440	1.819	1.469	6.841	1.925	5.147	6.280	2.394	2.860	5.738	6.501	
R9-08-19	0.0	25	+10	11.090	10.169	1.203	10.015	10.660	9.659	1.099	9.319	10.660	2.480	10.279	11.135	6.293	0.000	7.448	2.309	2.241	7.731	2.734	6.091	7.926	3.858	3.833	6.997	8.048	
R9-08-20			0	11.037	10.168	1.187	10.017	10.609	9.640	1.089	9.314	10.609	2.446	10.230	11.108	6.974	0.021	7.641	2.437	2.173	7.679	2.743	6.108	7.931	3.861	3.811	7.010	8.036	
R9-08-21			-10	10.901	9.988	1.019	9.884	10.381	9.493	0.935	9.157	10.381	2.278	10.015	10.796	6.126	0.000	7.470	2.300	2.194	7.914	2.727	6.028	7.822	3.754	3.863	6.935	7.893	
R9-08-22		20	+10	10.301	9.138	0.470	9.015	9.584	8.654	0.278	8.296	9.584	1.536	9.226	9.746	5.758	0.000	6.582	2.110	2.001	6.982	2.207	5.525	6.818	2.612	3.343	6.285	7.232	
R9-08-23			0	10.296	9.139	0.473	9.033	9.560	8.643	0.285	8.299	9.560	1.529	9.216	9.753	5.728	0.000	6.568	2.115	2.005	7.243	2.220	5.499	6.836	2.605	3.347	6.299	7.243	
R9-08-24			-10	10.184	9.011	0.391	8.890	9.403	8.498	0.177	8.110	9.403	1.443	9.070	9.571	5.654	0.000	6.599	2.056	1.903	7.167	2.216	5.459	6.713	2.581	3.305	6.236	7.137	
R9-08-25		15	+10	8.865	7.883	0.000	7.531	8.240	7.256	0.000	6.974	8.171	0.410	7.898	8.379	4.857	0.000	6.336	1.668	1.433	6.562	1.757	4.941	5.976	1.973	2.368	5.402	6.218	
R9-08-26			0	8.887	7.886	0.000	7.559	8.289	7.263	0.000	6.989	8.201	0.451	7.906	8.390	4.837	0.000	6.115	1.383	1.264	6.625	1.731	4.911	5.986	1.902	2.420	5.420	6.249	
R9-08-27			-10	8.745	7.773	0.000	7.477	8.130	7.098	0.000	6.889	8.060	0.340	7.802	8.229	4.817	0.000	6.106	1.309	1.416	6.576	1.737	4.842	5.994	2.036	2.369	5.369	6.168	

表 5.2-6(2) 詳細検討結果（日本海溝寄り，正断層モデル）（その2）

断層モデル (正断層モデル)				原子力科学研究所												核燃料サイクル工学研究所												備 考			
				原科研北側エリア				原科研中央エリア								南側エリア	特高変電所～駐車場			駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口				新川河口	
				エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下				
	(範囲100m)	TP+8.3～8.4m	波高出力点		(範囲100m)	TP+8.0～8.2m	波高出力点	(範囲100m)	TP+7.5～7.8m	波高出力点			TP+6.7～7.2m		TP+3.9～7.2m	TP+3.9m		TP+4.5～6.1m	波高出力点		TP+3.8～6.1m	TP+3m	波高出力点	(参考)							
ケース名	上縁深さ (km)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)					
R10-12-01	2.0	50	—	7.557	6.858	0.000	6.651	6.997	6.997	0.000	6.316	6.118	0.000	5.731	4.953	4.347	0.000	5.217	0.709	0.613	5.019	0.479	3.814	4.886	0.910	1.758	4.465	5.428	最大（原科研側）		
R10-12-02		45		7.284	6.655	0.000	6.309	6.367	6.367	0.000	5.902	5.991	0.000	5.573	4.780	3.818	0.000	5.135	0.350	0.588	5.074	0.534	3.800	4.859	0.942	1.738	4.450	5.491	最大（核サ研側）		
R10-12-03		40	—	6.927	6.348	0.000	5.832	6.161	5.939	0.000	5.610	5.620	0.000	5.272	4.559	3.734	0.000	5.251	0.261	0.674	5.000	0.424	3.781	4.881	0.850	1.671	4.357	5.444			
R10-12-04		50	—	7.435	6.803	0.000	6.554	7.164	7.164	0.000	6.448	6.042	0.000	5.594	4.921	3.879	0.000	4.531	0.463	0.631	4.797	0.165	3.707	4.891	0.844	1.707	4.461	5.209			
R10-12-05	1.0	45	—	7.162	6.468	0.000	6.090	6.612	6.612	0.000	6.148	5.908	0.000	5.479	4.746	3.741	0.000	4.566	0.465	0.666	4.849	0.248	3.722	4.932	0.892	1.744	4.461	5.243	基本ケース		
R10-12-06		40	—	6.828	6.362	0.000	5.758	6.255	6.255	0.000	5.893	5.567	0.000	5.204	4.503	3.693	0.000	5.308	0.211	0.566	4.806	0.181	3.715	4.791	0.815	1.600	4.319	5.239			
R10-12-07	0.0	50	—	7.095	6.794	0.000	6.365	7.153	7.153	0.000	6.488	5.834	0.000	5.373	4.778	3.763	0.000	4.369	0.189	0.000	4.792	0.002	3.670	4.849	0.833	1.628	4.392	5.021			
R10-12-08		45	—	6.806	6.624	0.000	5.965	6.690	6.690	0.000	6.267	5.767	0.000	5.353	4.617	3.676	0.000	5.394	0.173	0.276	4.760	0.035	3.768	4.926	0.852	1.679	4.410	5.117			
R10-12-09		40	—	6.633	6.387	0.000	5.649	6.409	6.409	0.000	6.003	5.526	0.000	5.121	4.417	3.702	0.000	4.346	0.000	0.000	4.783	0.003	3.637	4.740	0.759	1.539	4.269	4.985			

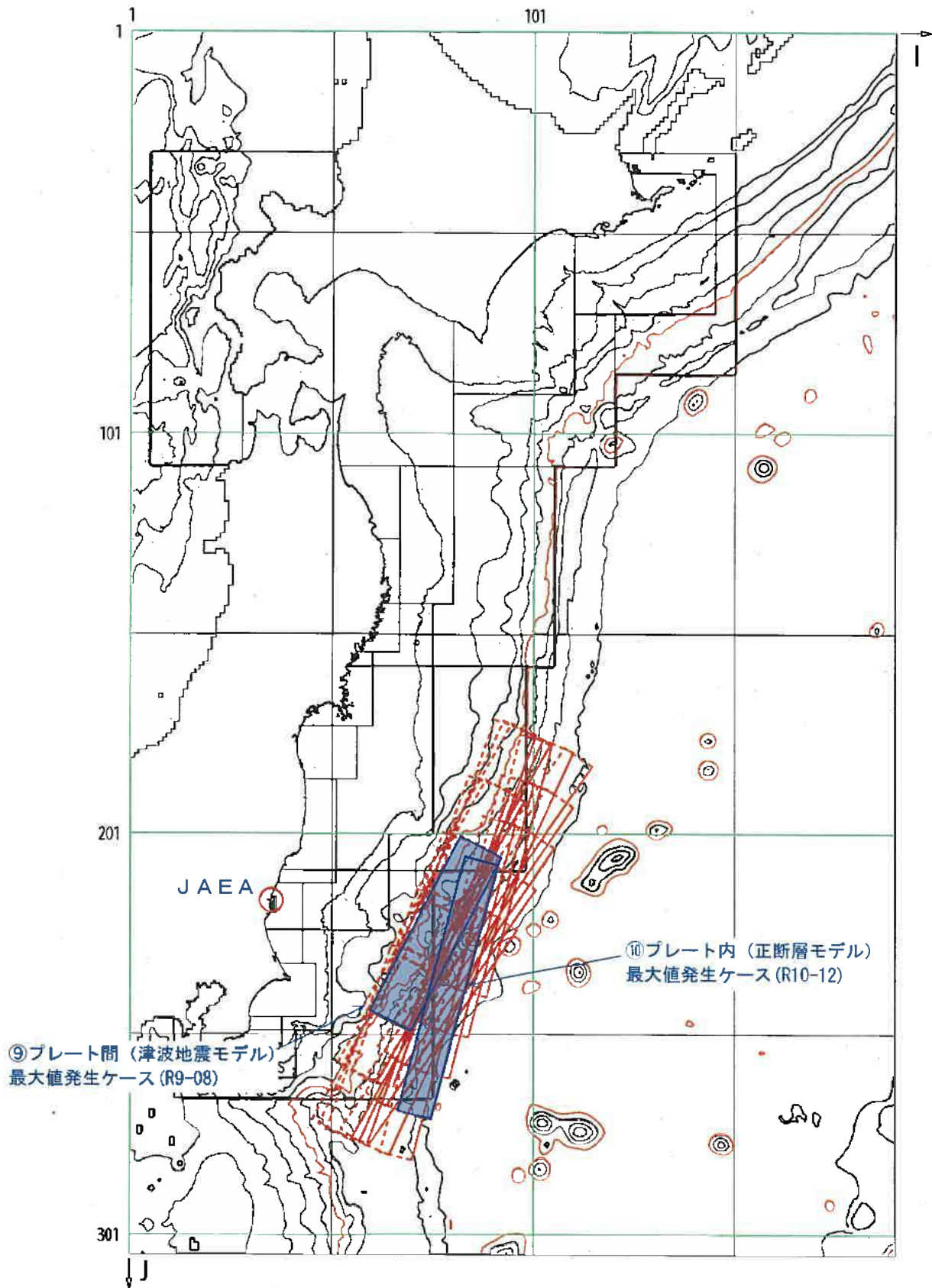


図 5.2-20 最大となった断層モデルの位置 (日本海溝寄り想定津波)

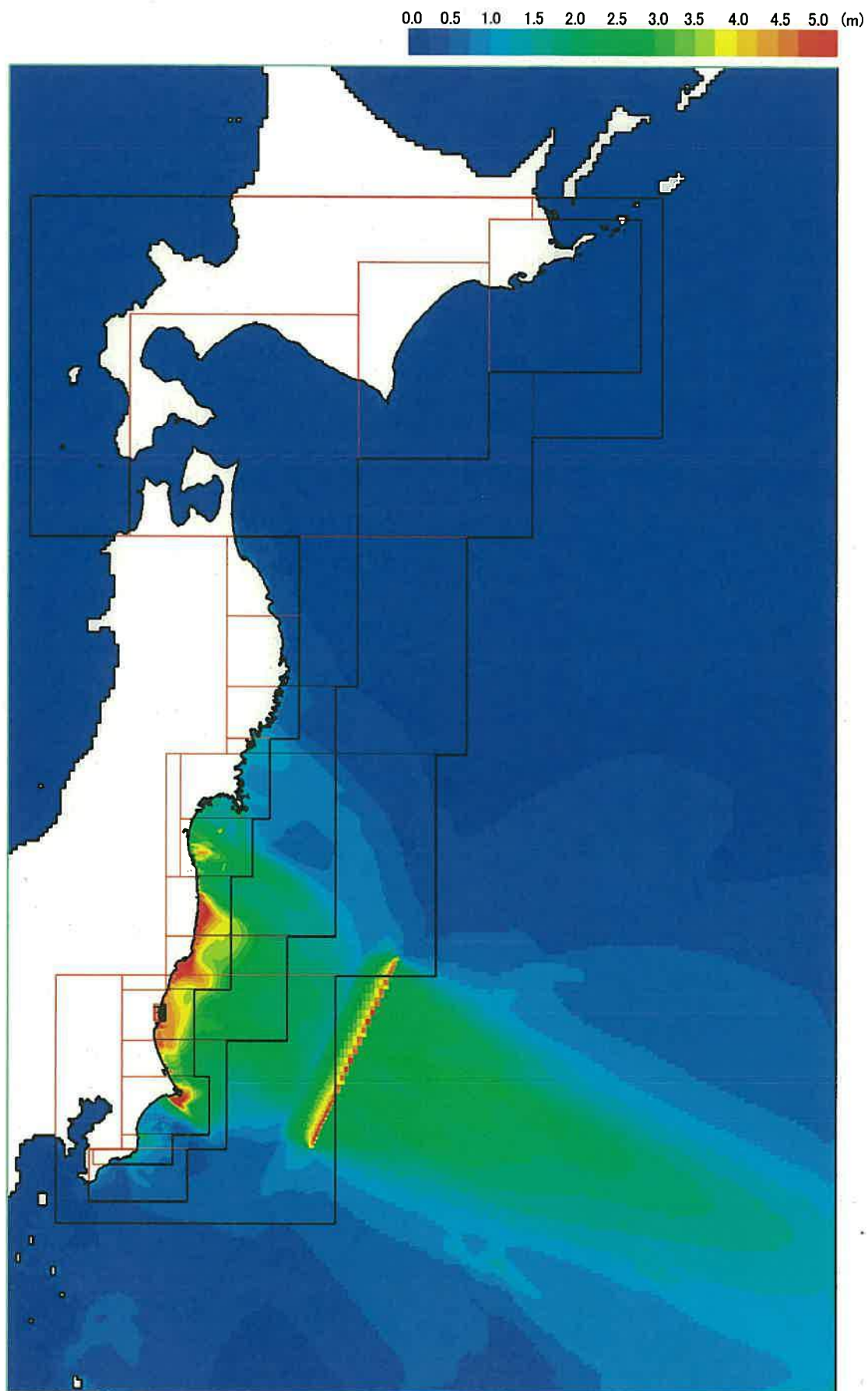


図 5.2-21 最大津波高さ分布（日本海溝寄り，津波地震モデル，R9-08-02）

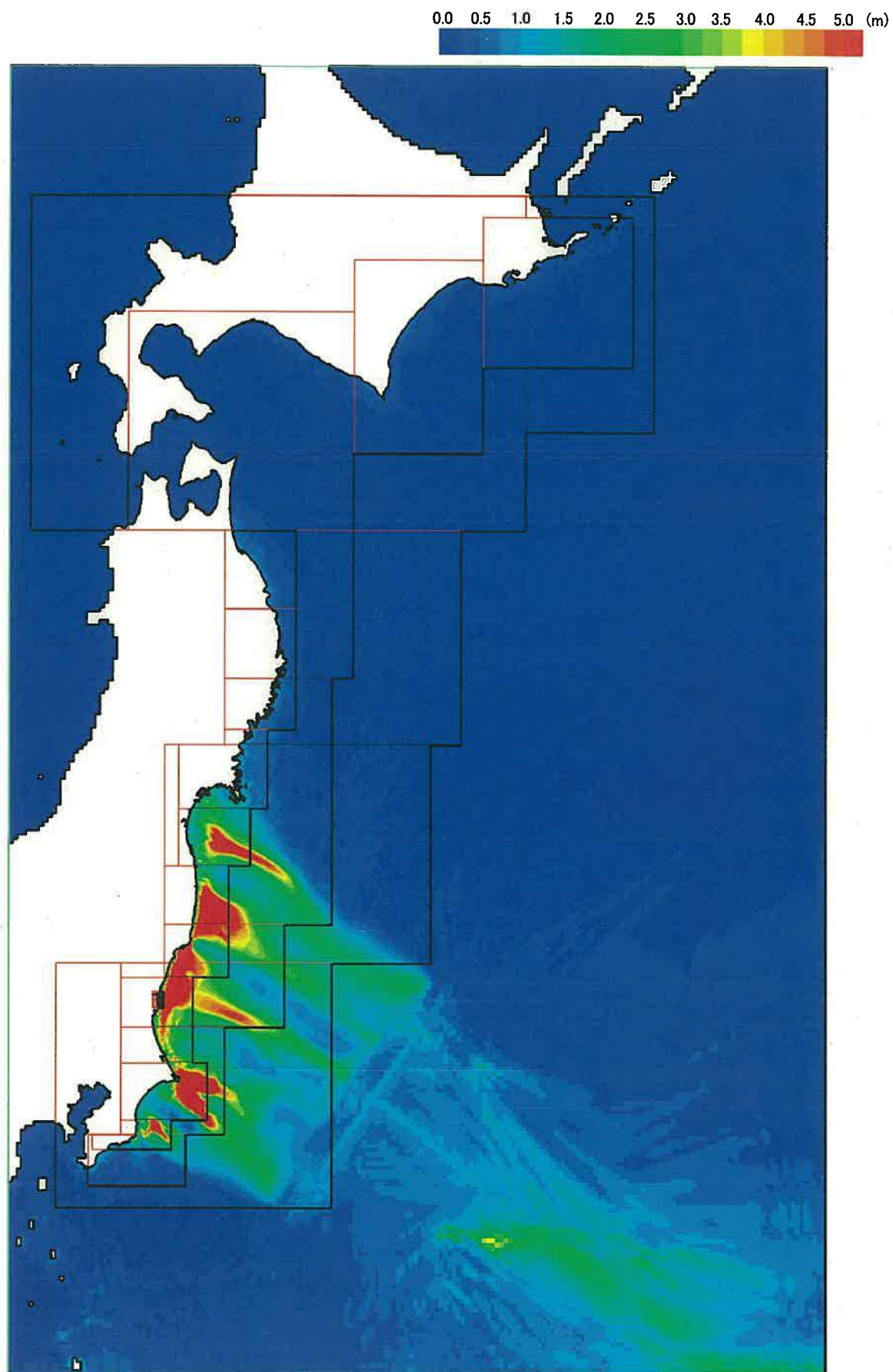


図 5.2-22 最大津波高さ分布（日本海溝寄り，正断層モデル，R10-12-02）

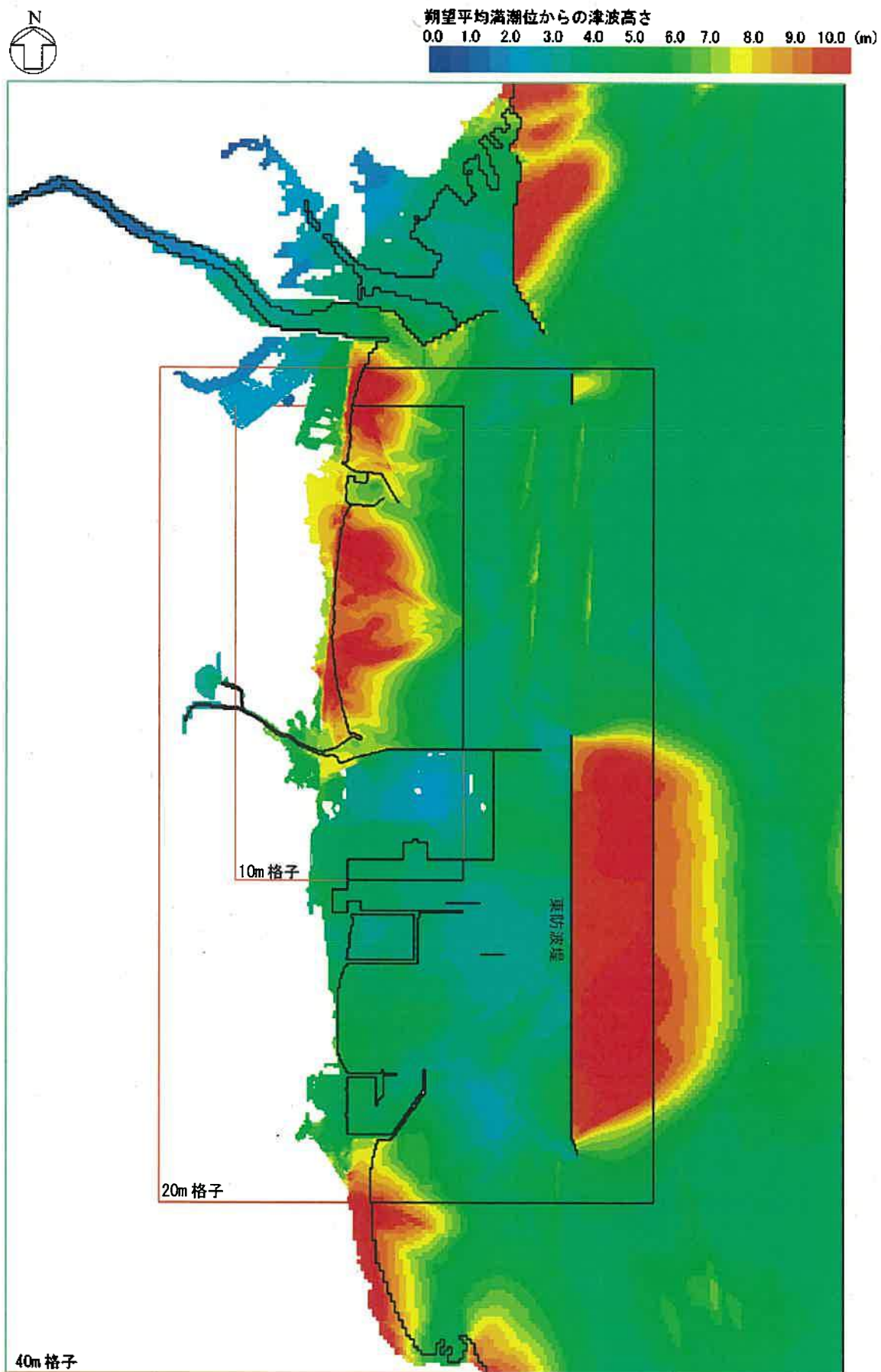


図 5.2-23 常陸那珂港周辺の最大津波高さ分布（日本海溝寄り，津波地震モデル，R9-08-02）

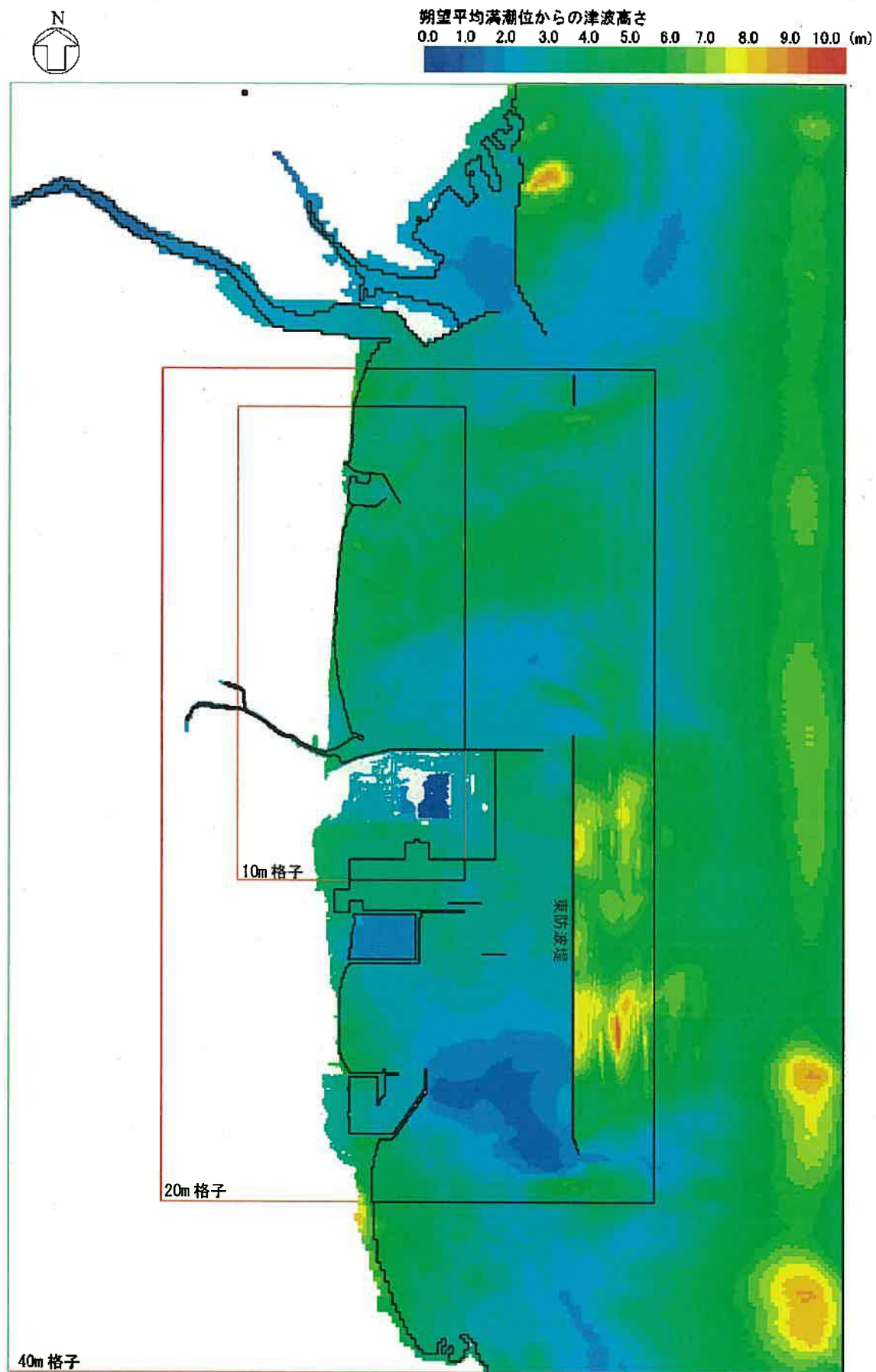


図 5.2-24 常陸那珂港周辺の最大津波高さ分布（日本海溝寄り，正断層モデル，R10-12-02）

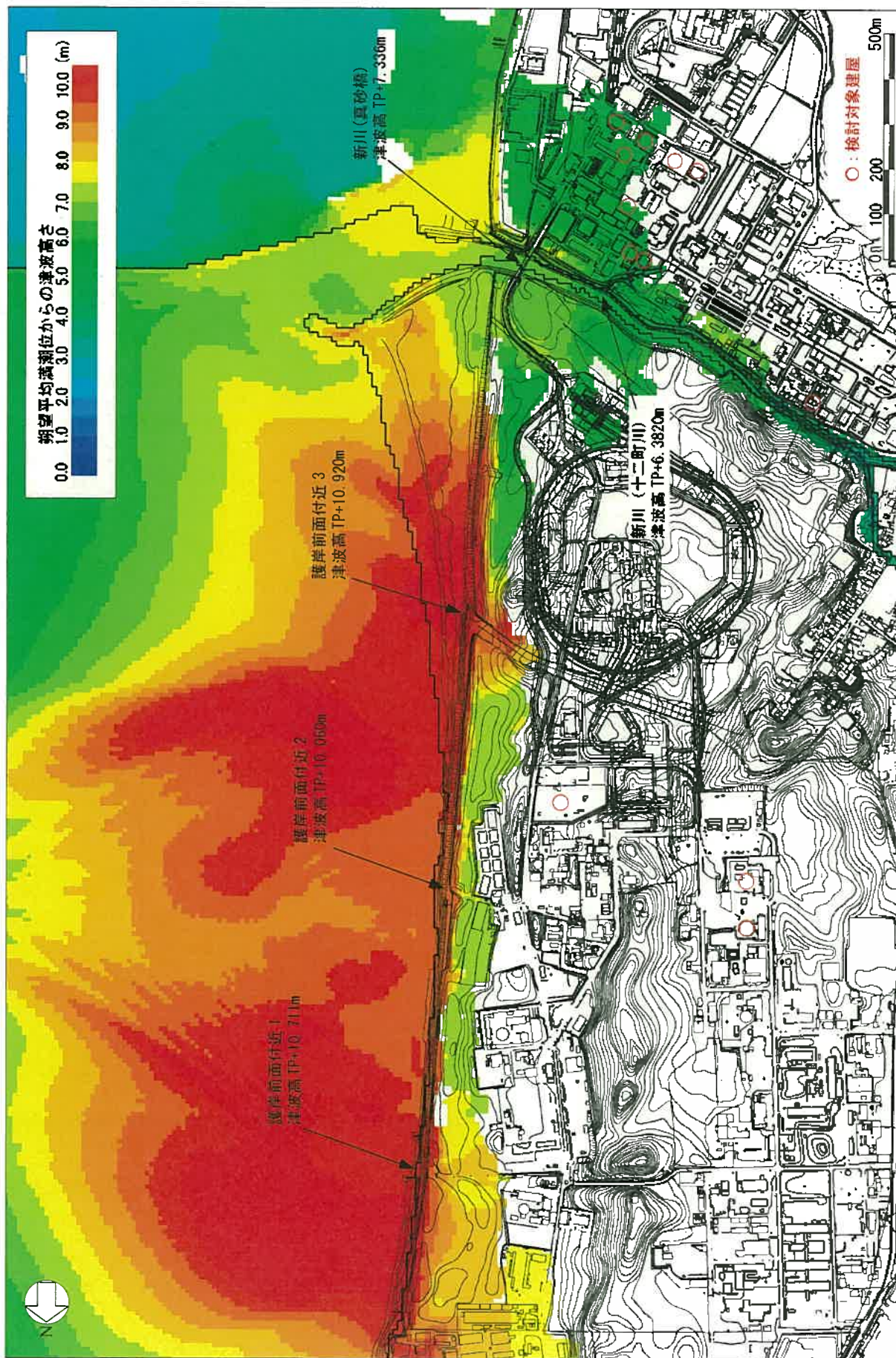


図 5.2-25 最大津波高さ分布 (日本海溝寄り, 津波地震モデル, R9-08-02 (核サ研側最大ケース))

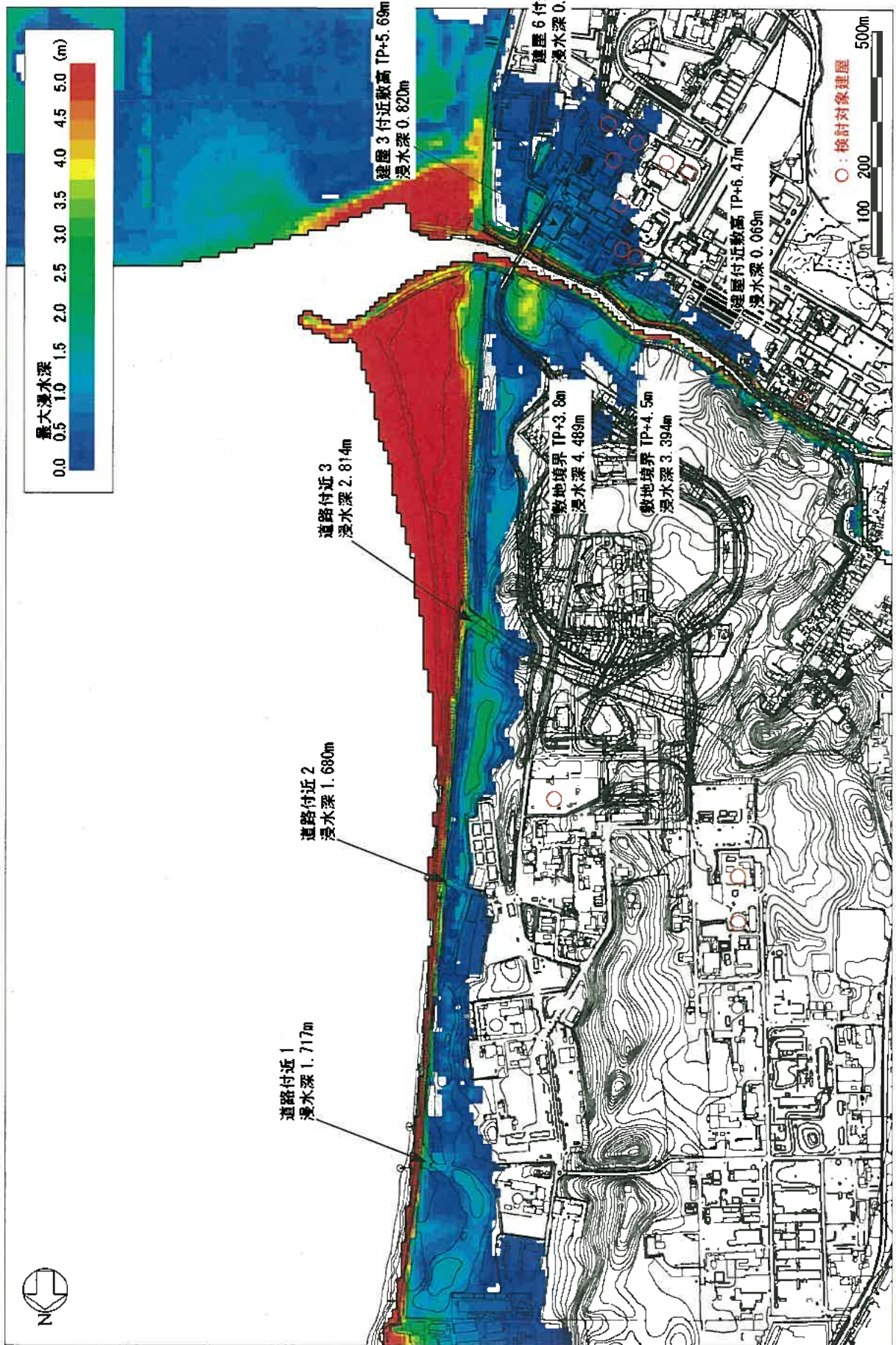


図 5.2-26 最大浸水深分布 (日本海溝寄り, 津波地震モデル, R9-08-02 (核サ研側最大ケース))

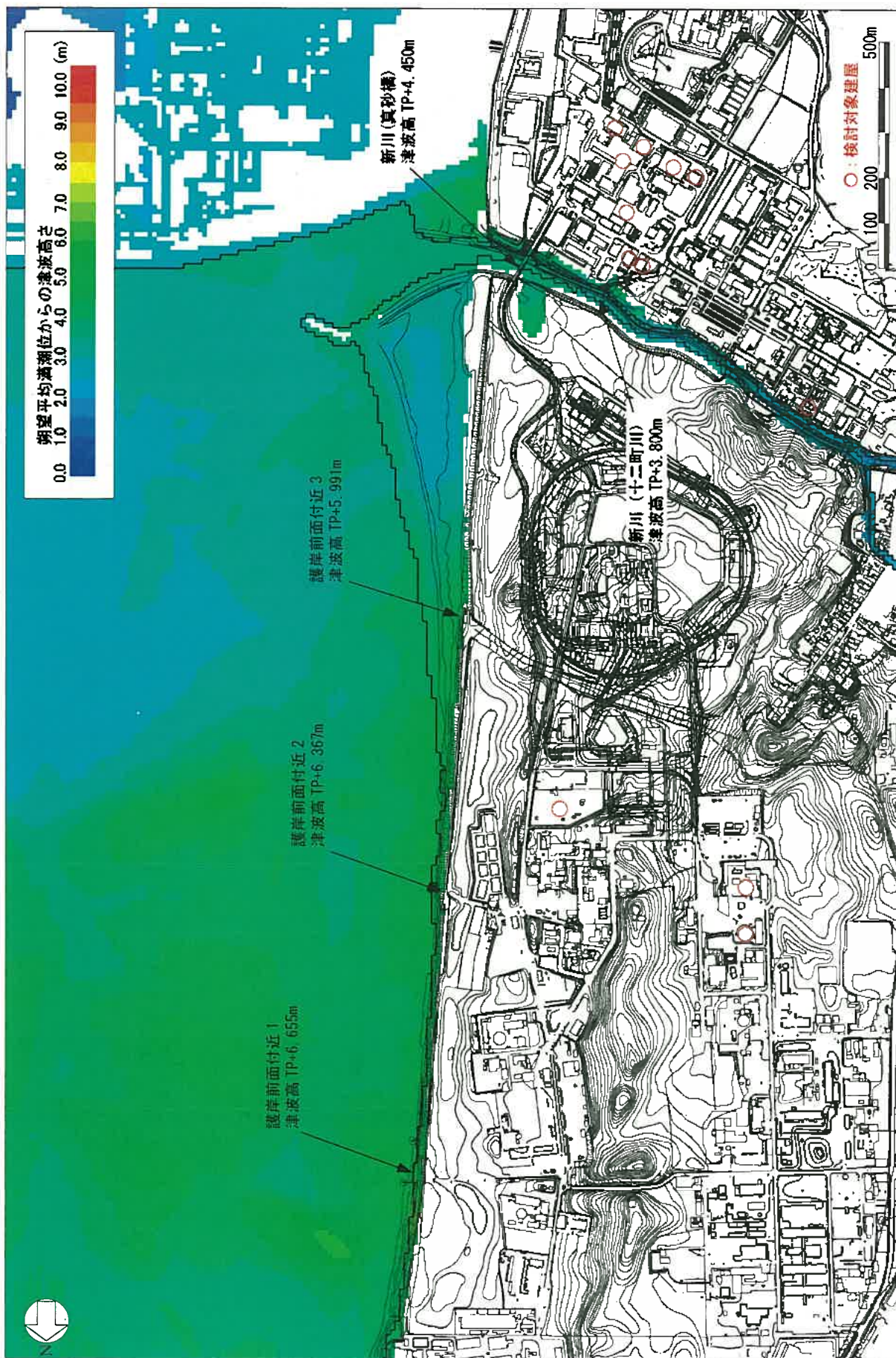


図 5.2-27 最大津波高さ分布 (日本海溝寄り、正断層モデル, R10-12-02 (核サ研側最大ケース))

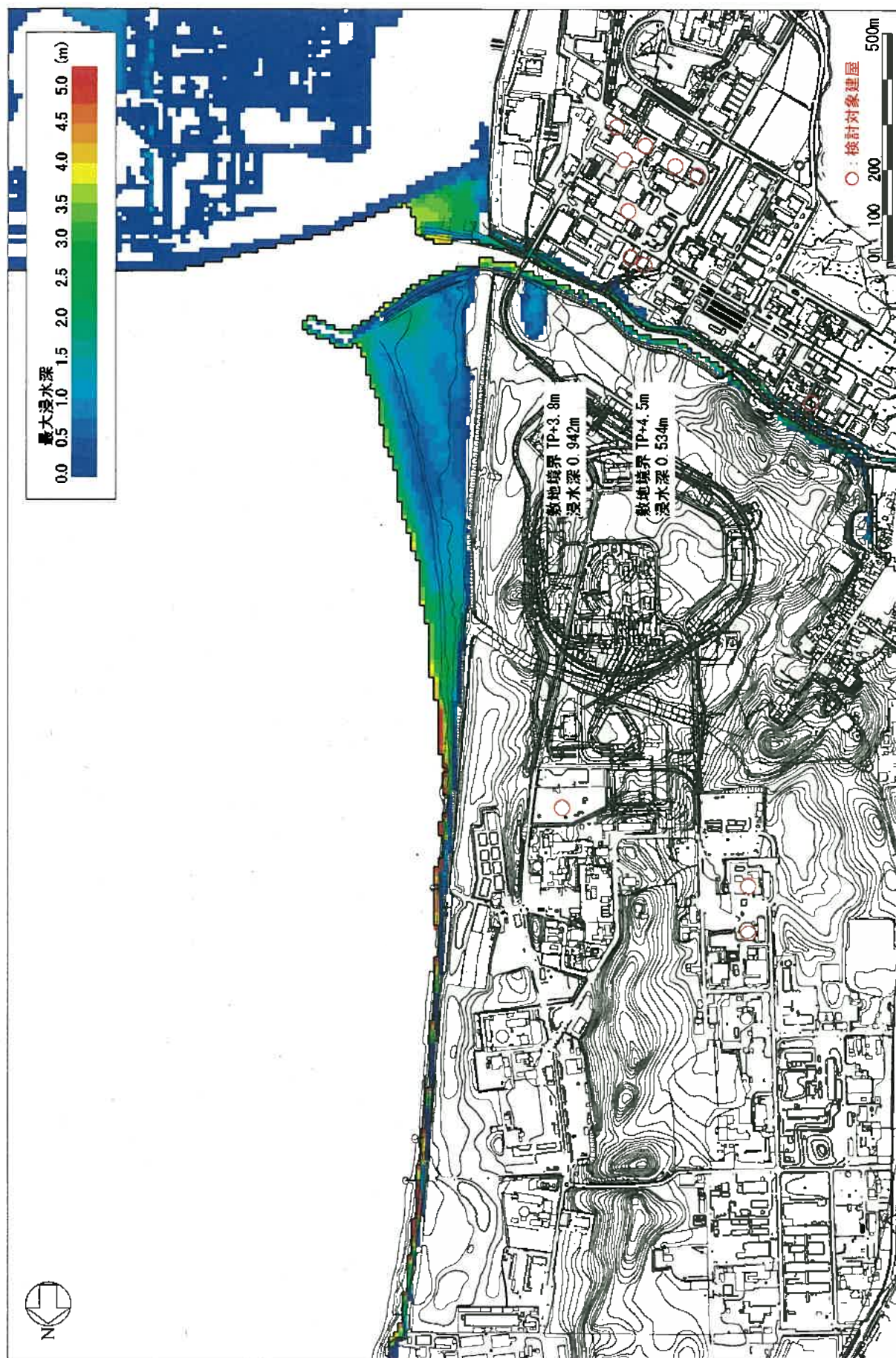


図 5.2-28 最大浸水深分布（日本海溝寄り，正断層モデル，R10-12-02（核サ研側最大ケース））

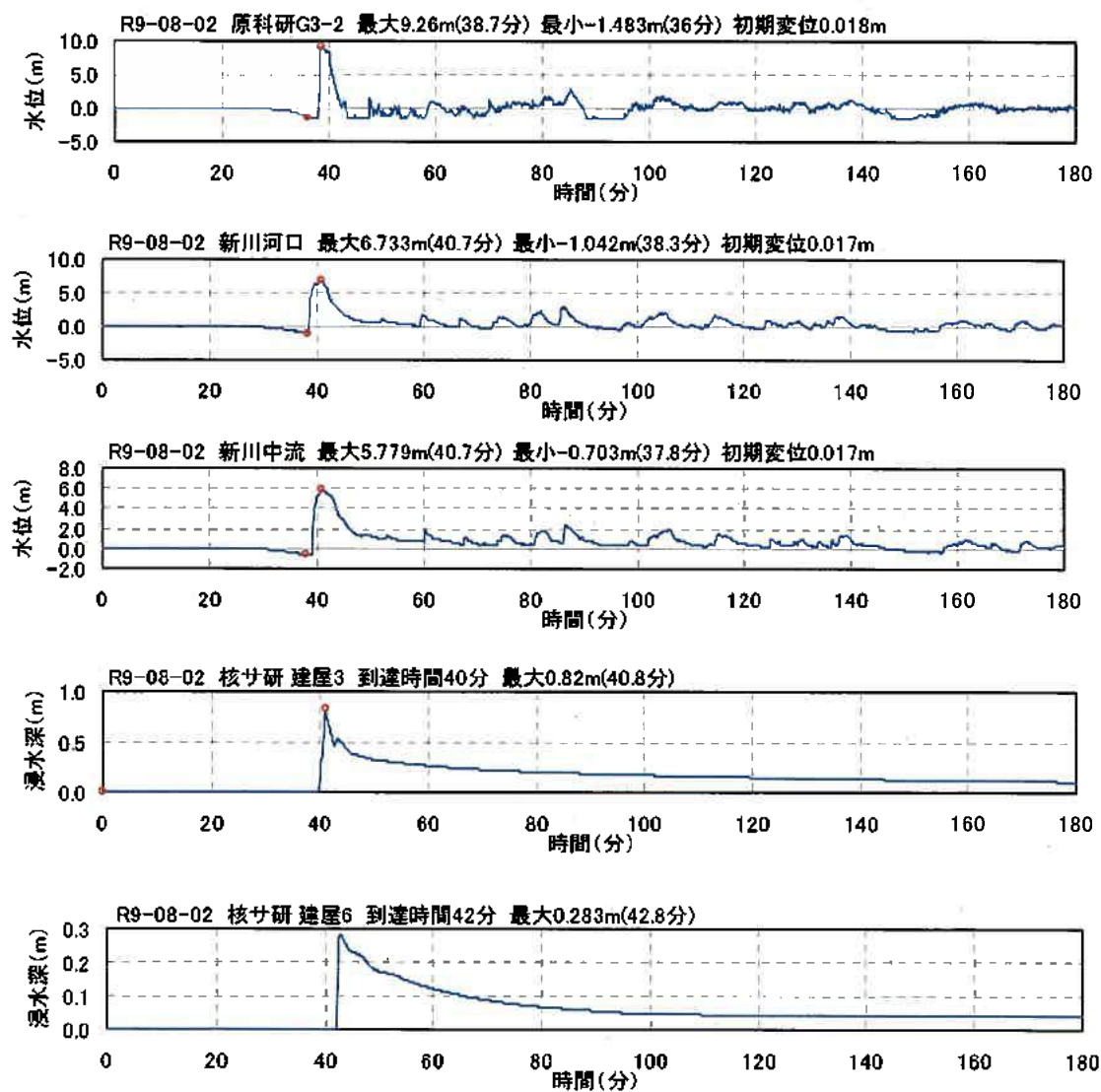
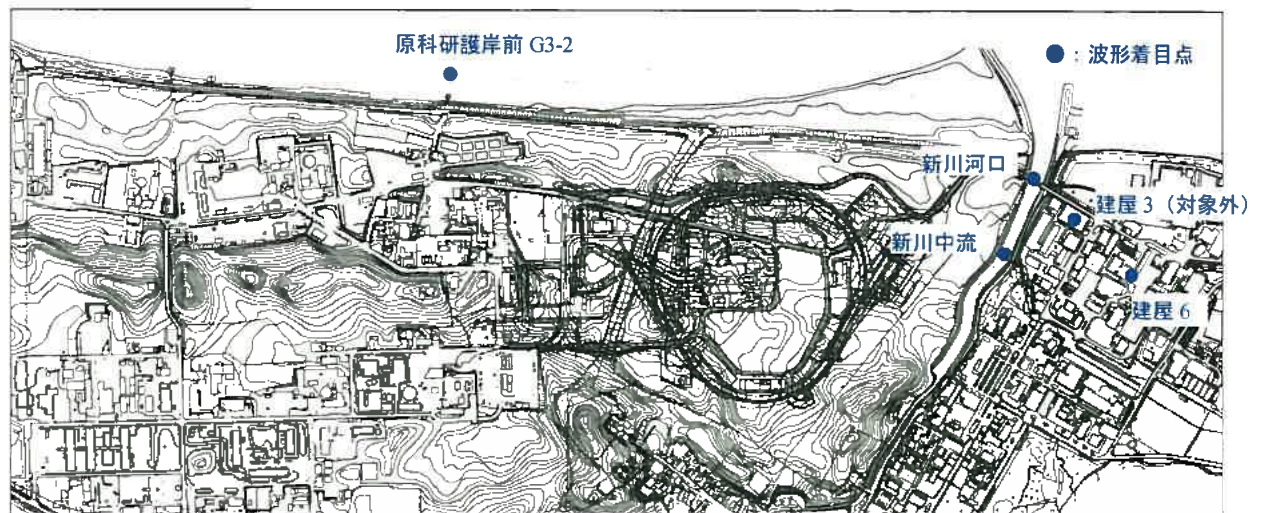


図 5.2-29 代表点の水位及び浸水深波形（津波地震モデル，R9-08-02（核サ研側最大ケース））

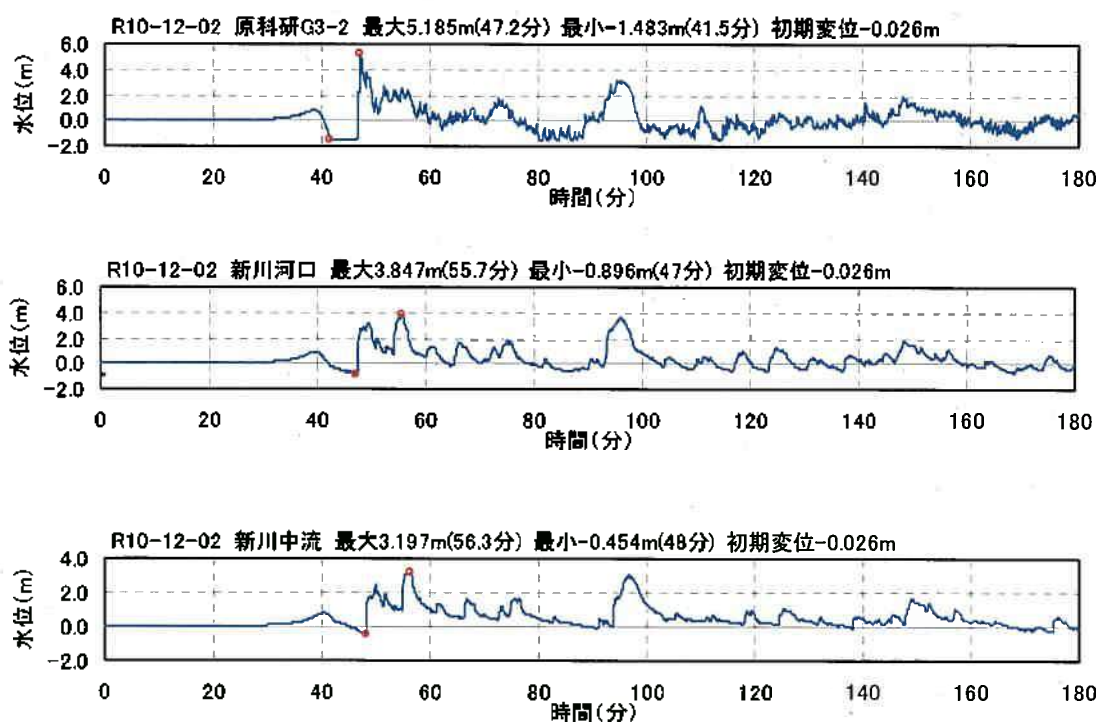
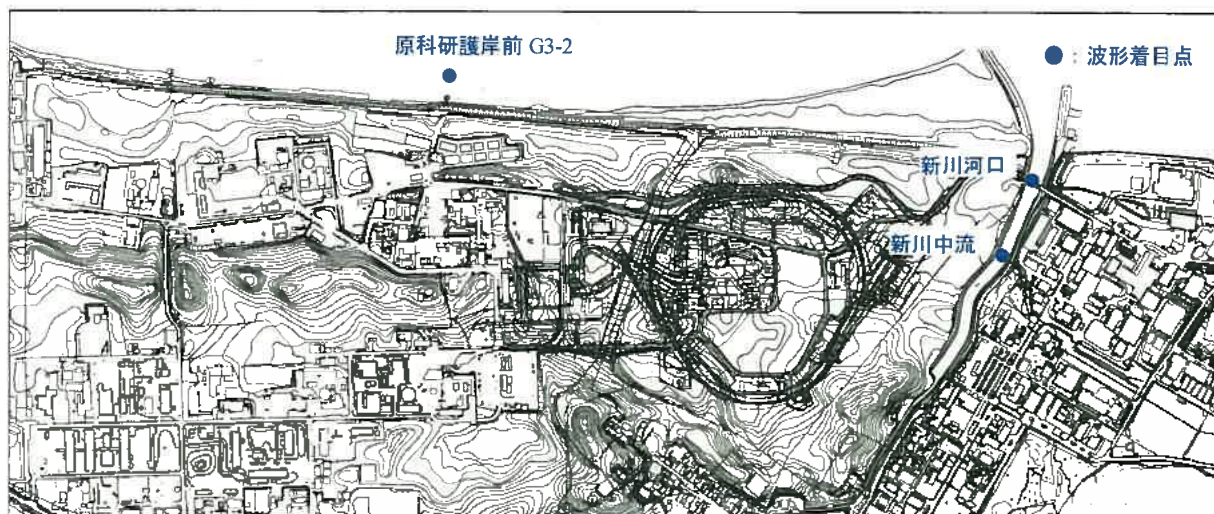


図 5.2-30 代表点の水位及波形 (正断層モデル, R10-12-02 (核サ研側最大ケース))

6. JAEA 東海サイト敷地内の施設等に対する津波影響評価

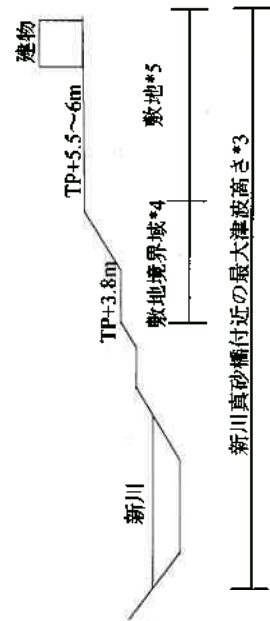
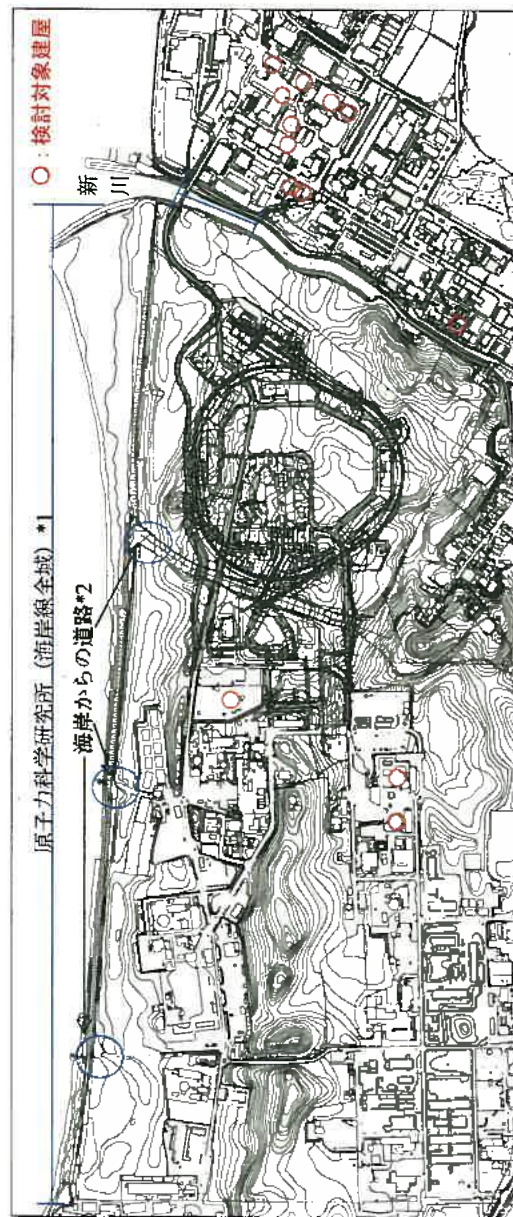
6.1 対象施設等への影響評価

(1) 対象施設等への津波影響評価のまとめ

4.3 で実施した既往津波を用いた JAEA 東海サイト敷地内の施設等に対する検討結果を表 6.1-1 に、同様に 5.2 で実施した想定津波に対する検討結果を表 6.1-2 にまとめて示す。

表 6.1-1 既往津波に対する検討結果一覧

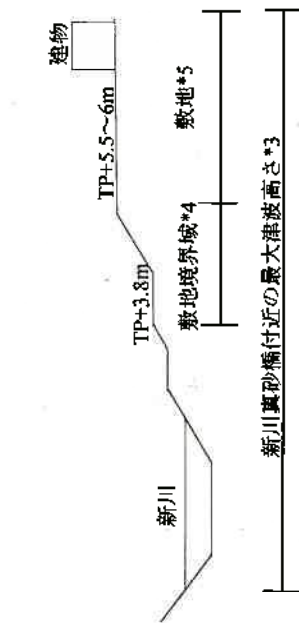
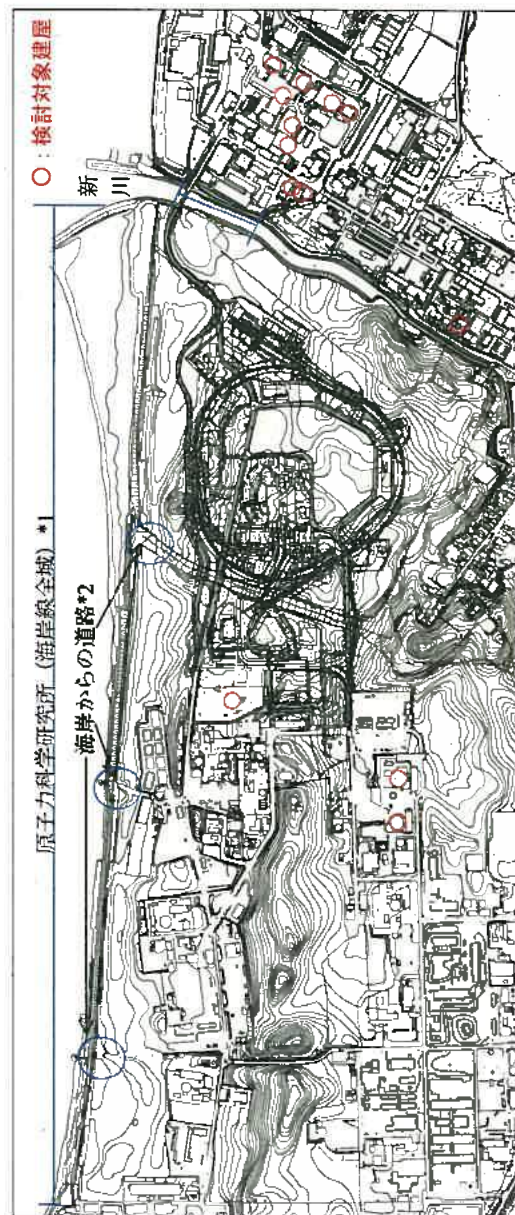
既往 津 波	原子力科学研究所			核燃料サイクル工学研究所			
	海岸線全域の 最大津波高さ*1 (TPm)	海岸から進入通 路の浸水*2 浸水深(m)	対象建屋の浸水 浸水深(m)	真砂橋付近の 最大津波高さ*3 (TPm)	真砂橋付近の 敷地境界域 (TP+3.8m)*4 の 浸水(m)	敷地(TP+5.5~6m) の浸水*5	対象建屋の浸水 浸水深(m)
1677年延宝 房総沖地震津波	土木学会「津波評価基 準」に基づくモデル	なし	なし	3.709	0.116	なし	なし
	土木学会モデルを 北へ80km延長した場合	なし	なし	5.213	1.994	なし	なし
	茨城県モデル	なし	なし	4.678	1.495	なし	なし
1960年チリ沖地震津波	2.827	なし	なし	2.683	なし	なし	なし



真砂橋付近の評価範囲

表 6.1-2 想定津波に対する検討結果一覧

想定津波	原子力科学研究所			核燃料サイクル工学研究所		
	海岸線全域の 最大津波高さ*1 (TPm)	海岸から進入通 路の浸水*2 浸水深(m)	対象建屋の浸水 浸水深(m)	真砂橋付近の 最大津波高さ*3 (TPm)	真砂橋付近の 敷地境界域 (TP+3.8m)*4 の 浸水(m)	敷地(TP+5.5~6m) の浸水*5
土木学会 評価基準	領域③津波地震	なし	なし	1.961	なし	なし
	領域④正断層	なし	なし	2.047	なし	なし
	領域⑤宮城県沖	なし	なし	1.673	なし	なし
	領域⑦前面海城	なし	なし	3.755	なし	なし
	領域⑧房総沖	なし	なし	4.396	0.370	なし
房総沖	遠地チリ津波	なし	なし	3.583	なし	なし
推本に基づく 日本海溝寄り	土木学会 80km 延長	1.082	なし	6.947	2.676	あり
	津波地震モデル	2.814	なし	8.521	4.489	あり
	正断層モデル	7.557	なし	4.932	0.942	なし



真砂橋付近の評価範囲

(2) 対象施設等への津波対策

5.2 で実施した想定津波の内、推本に基づく日本海溝寄りの津波地震では、核サ研側の施設が浸水が生じる可能性がある結果となった。そこで、核サ研側敷地の新川沿い及び東側の敷地境界に対策案の一つとして防潮壁（鉛直壁）を設置すると仮定した場合、どの程度の規模（範囲及び高さ）の防潮壁が必要となるか検討した。

対象想定津波：日本海溝寄りの津波地震モデル R9-08-02

潮位条件：朔望平均満潮位時 TP+0.601m

防潮壁の位置：新川沿い及び敷地東側に鉛直壁を設定

鉛直壁を設定した場合の、鉛直壁の外側の津波高さを図 6.1-1 に示す。これより、新川沿いに河口より特高変電所付近（約 700m）に高さ T.P.+9m が、敷地東側に T.P.+8.1m の防潮壁が必要となる。

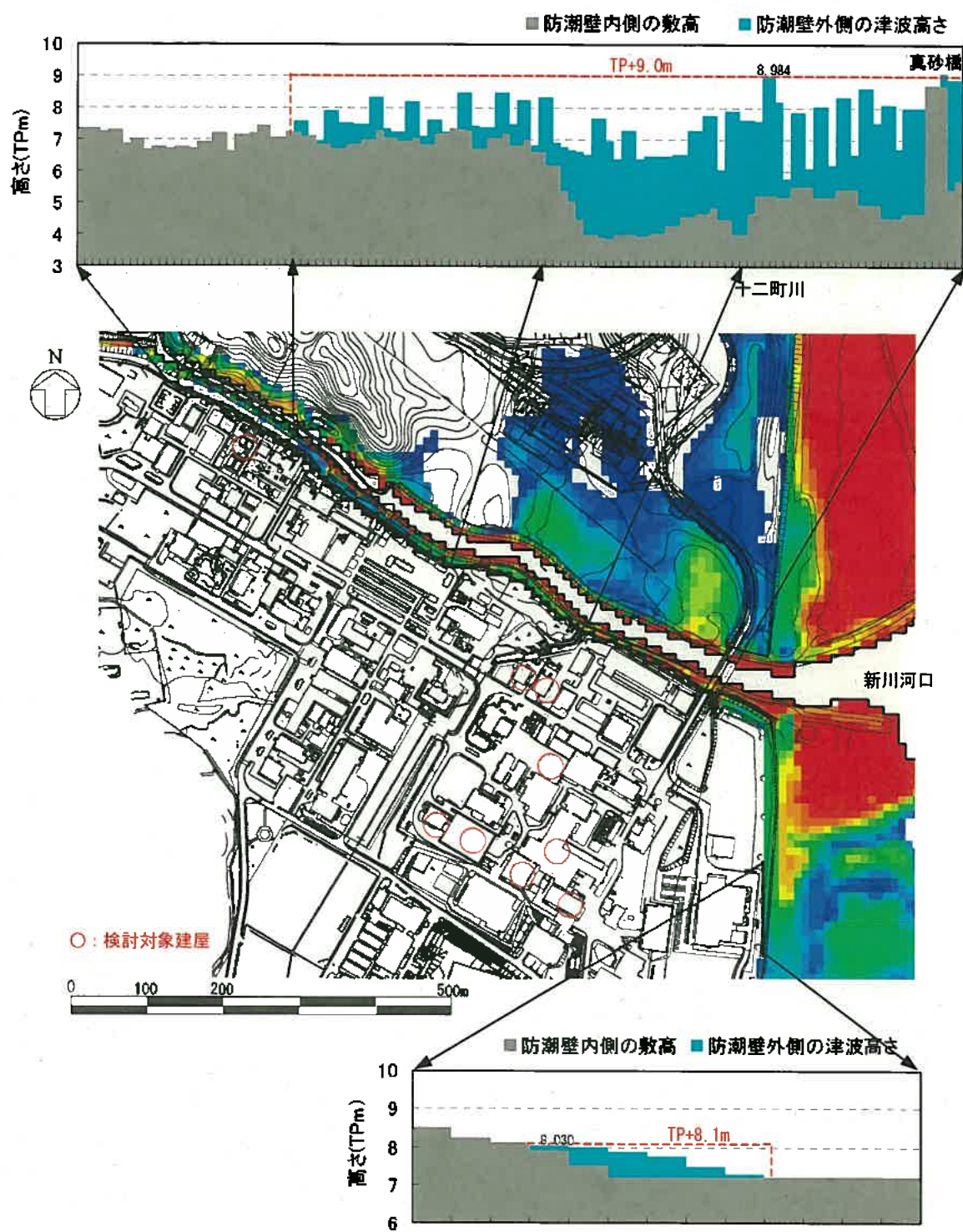


図 6.1-1 津波対策の検討結果（日本海溝寄りの津波地震モデル R9-08-02）

6.2 今後の課題と対応に対する提言

中央防災会議や地震調査研究推進本部地震調査委員会では、日本海溝沿いの津波波源域の区分(三陸沖～房総沖)を提案しているが、土木学会(2002)では、福島県・茨城県沖の日本海溝沿いの津波波源域を設定していない。この両者の日本海溝沿いの津波波源域の区分の設定の違いが今後の大きな課題となる。

また、本検討の東海サイト付近では、海域及び陸域を10mの最小格子間隔でモデル化し津波遡上計算を行っている。現在、実施されている原子力安全・保安院の地震・津波、地質・地盤合同ワーキングにおいて、他の原子力発電所では格子分割の最小格子格子間隔について検討されており、この最小格子間隔について、今後の対応が考えられる。

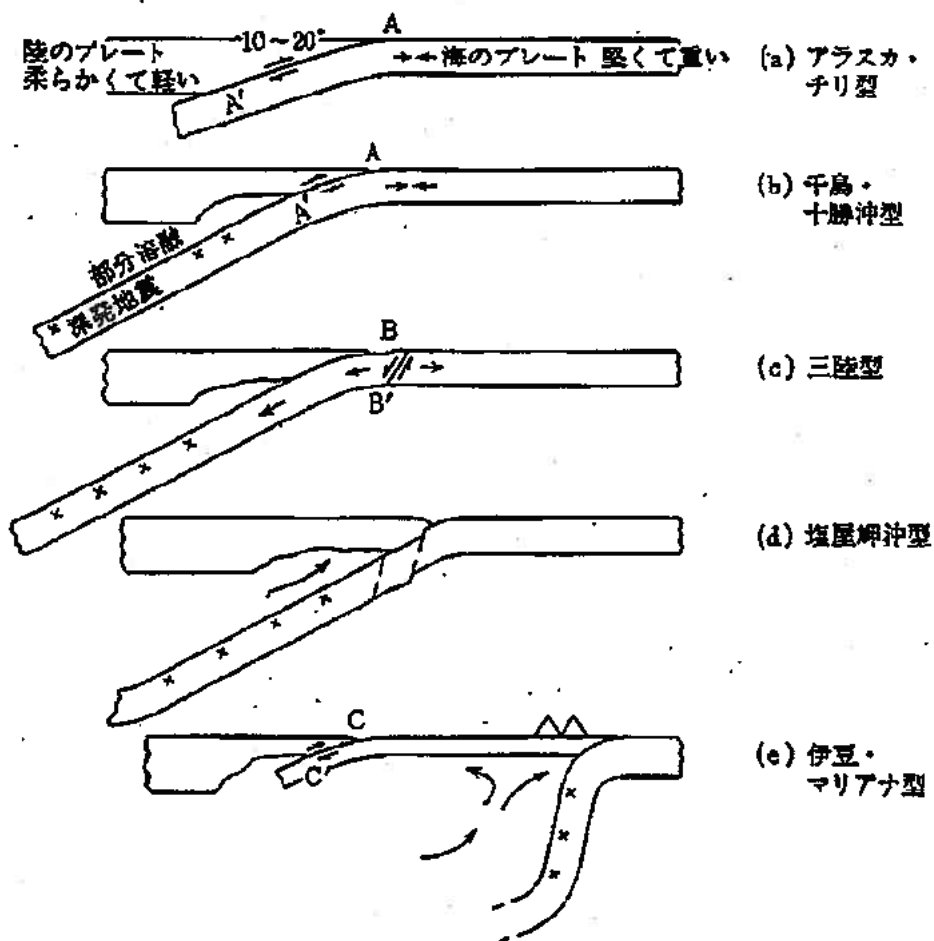
(1) 日本海溝沿いの津波波源域の区分

(a) まえがき

日本海溝では、太平洋プレートが8cm/yr程度の速度で沈み込んでいるが、海溝型地震の発生様式は場所により大きく変化している。そのような変化を解釈する1つのモデルとして、Kanamori(1977)は、図6.2-1に示すような、海のプレートの沈み込みの段階で説明する進化モデルを示している。その後の研究の発展を踏まえて、日本海溝沿いの海溝型地震の発生様式の変化について、どのように理解したらよいか、津波評価の観点から日本海溝沿いの津波波源域の区分をどのように行ったらよいかを検討することが、本稿の課題である。

推本による領域区分を図6.2-2に示す。海溝付近が一括して「三陸沖北部から房総沖の海溝寄り」とまとめられている。地震動の評価においては、影響が大きいことから、そうした扱いがあまり問題とならないが、少なくとも確率論的な津波の評価においては、影響の大きな領域であることから、陸側の領域と同様に、より現実的な区分について検討する必要があると考えられる。

陸側の領域については、既往の地震活動の特徴に基づいて、より詳細な区分が行われており、「原子力発電所の津波評価技術」(2002)の区分ともほぼ一致している。陸側の領域の問題は、その後明らかにされつつある869年貞観型地震津波の波源(佐竹・他(2007, 2008))をどのように考えるかという点である。



(※kanamori(1977)に一部加筆, 変更)

図 6.2-1 陸のプレートと海のプレートの相互作用の諸様式 (阿部(1978)による)

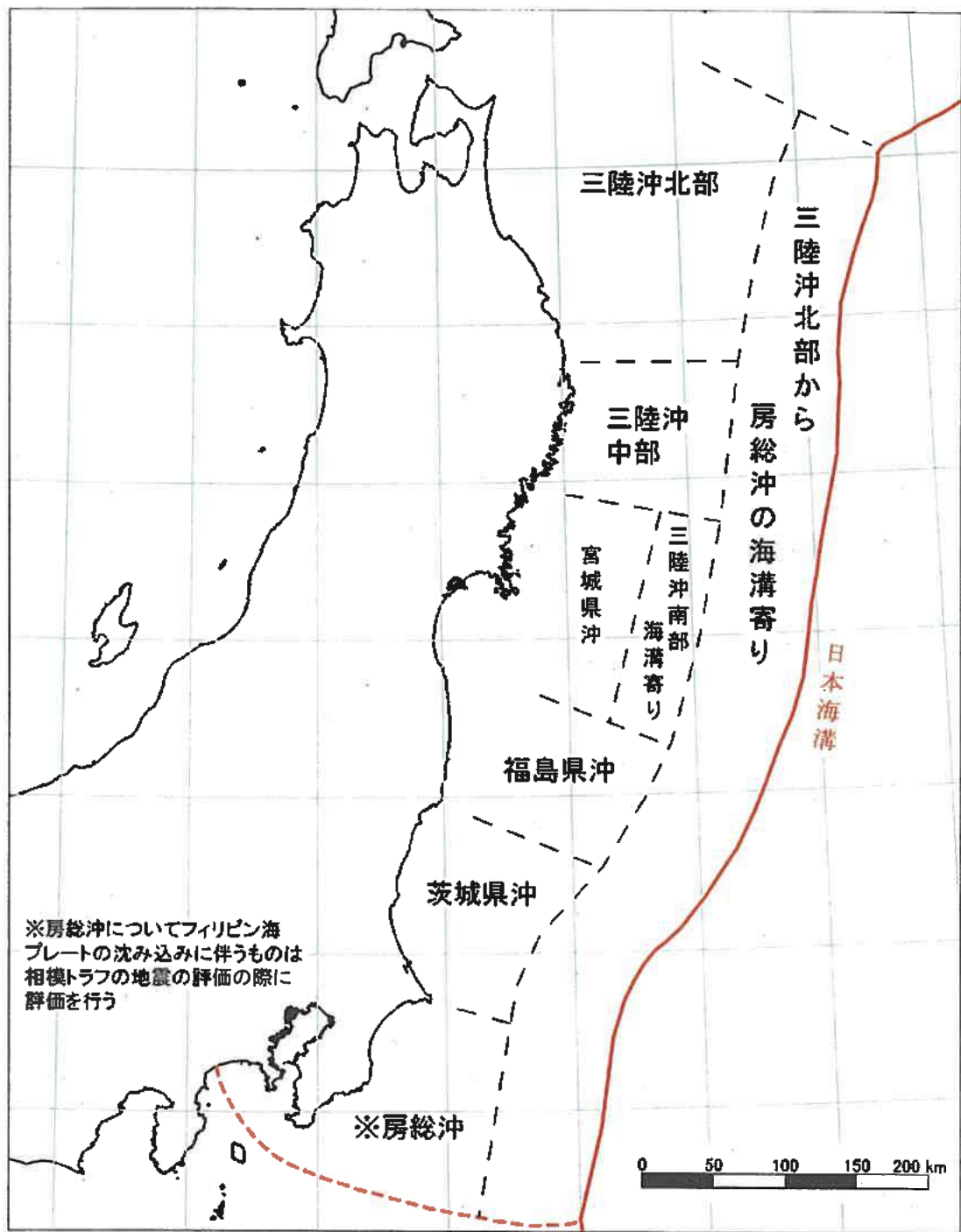


図 6.2-2 推本による評価対象領域の区分

(b) 海溝寄りの津波地震と正断層型地震の発生領域

海溝寄りの津波地震（プレート間大地震）とされているのは、1896 年明治三陸沖、1677 年房総沖、1611 年慶長三陸沖の 3 地震だけであり、海溝寄りの正断層型地震（プレート内大地震）とされているのは 1933 年昭和三陸沖の 1 地震だけである。

1896 年明治三陸沖（Tanioka and Satake (1996)）と 1933 年昭和三陸沖（相田(1977)）の断層面を図 6.2-3 に、1677 年房総沖の断層面を図 6.2-4 に示す。1896 年明治三陸沖と 1933 年昭和三陸沖の断層面の海溝沿いの範囲はほぼ一致している。1677 年房総沖の短い方は「原子力発電所の津波評価技術」(2002)におけるモデル、長い方は近年の痕跡高の見直しを反映して改定したモデルである。

本年度電共研成果によれば、1611 年慶長三陸沖津波の痕跡高は、南部 3 地点（仙台、岩沼、相馬今泉）の痕跡高が中防による推定値ほど大きくないとすれば、1896 年津波の最適モデルのすべり量を少し（3 割程度）大きくすれば、ほぼ説明することができる。南部 3 地点（仙台、岩沼、相馬今泉）の痕跡高が中防による推定値ほど大きくない点は、津波堆積物のデータが支持しており、1611 年慶長三陸沖の断層面が 1896 年明治三陸沖の断層面とほぼ同じであるという仮説は否定されないと考えられる。

これまでに海溝寄りの津波地震が発生している領域では、その陸側で M8 クラスの典型的なプレート間地震が発生していない。その傾向を図 6.2-5 に示す。北緯 39° ～ 40° の陸側（三陸沖中部）、北緯 36° 付近より南側（房総沖と茨城県沖南部）では M8 クラスの典型的なプレート間地震が発生していない。谷岡・佐竹(1996)は、三陸沖に関してこの傾向を指摘し、プレート境界の性質（粗い、なめらか）による説明を行っている（図 6.2-6）。

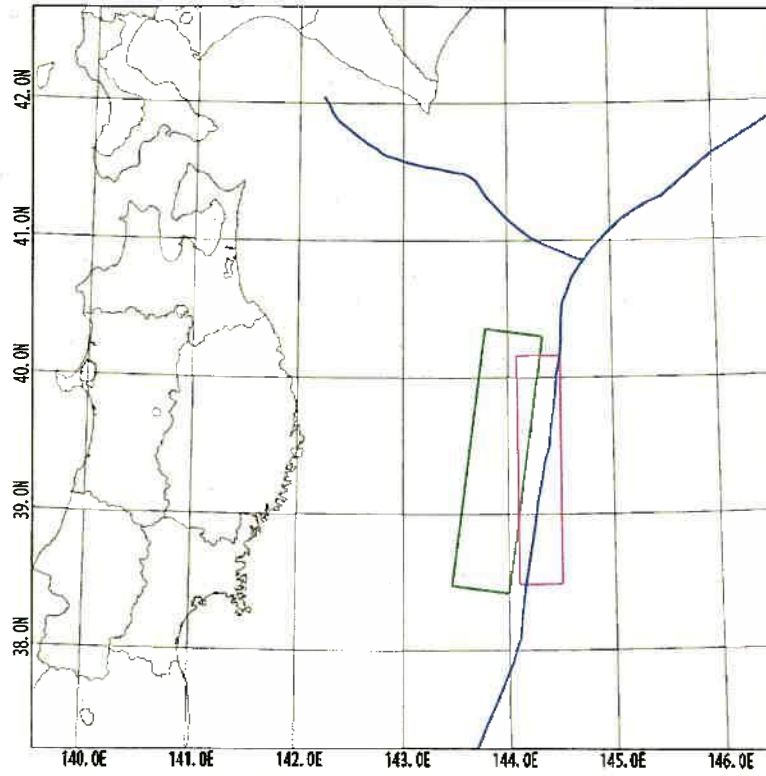


図 6.2-3 1896 年明治三陸沖と 1933 年昭和三陸沖の断層面分布

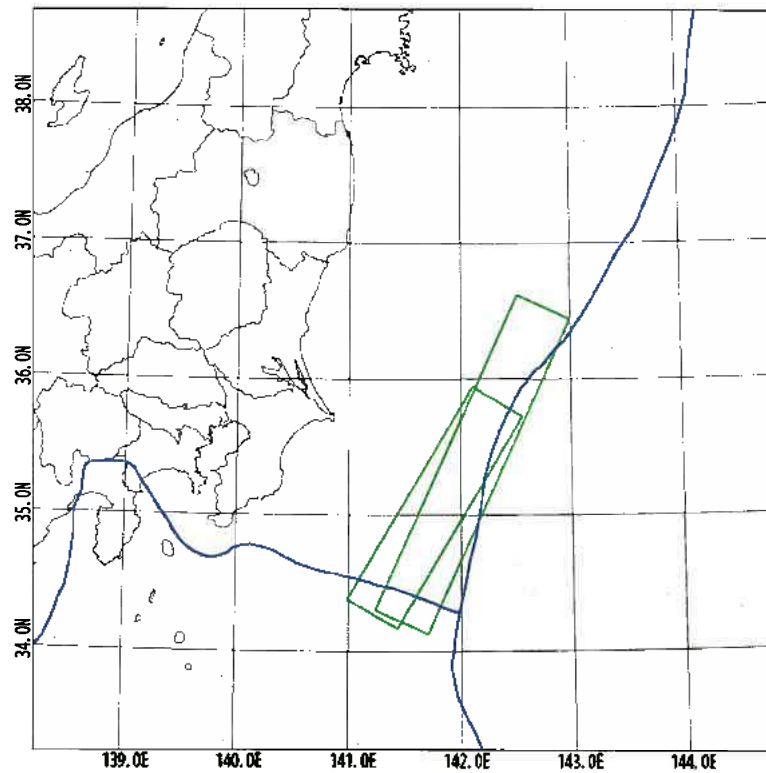


図 6.2-4 1677 年房総沖の断層面分布

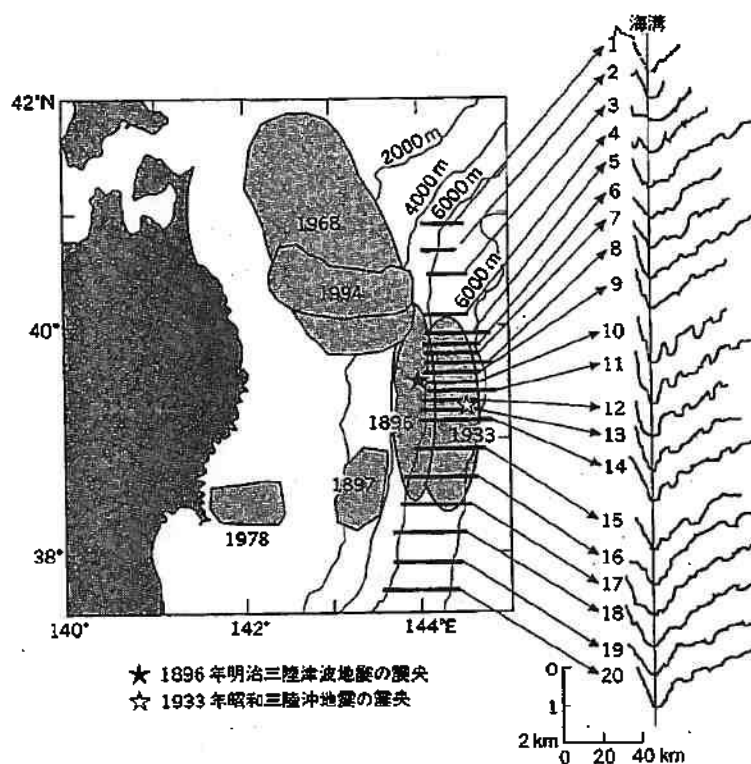


図5 日本海溝付近で最近発生した大地震の震源域とその付近の海底地形断面図。海底地形は本図による。地点10~14の海底面は粗く、地盤-地溝構造が発達している。

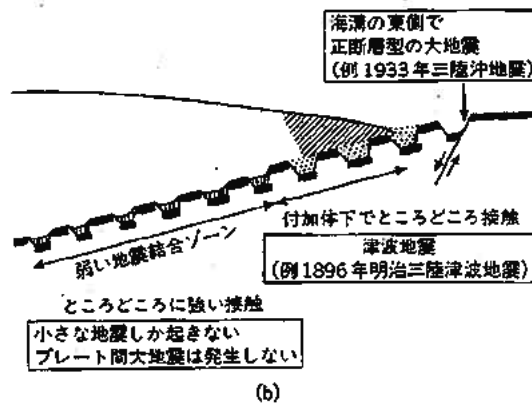
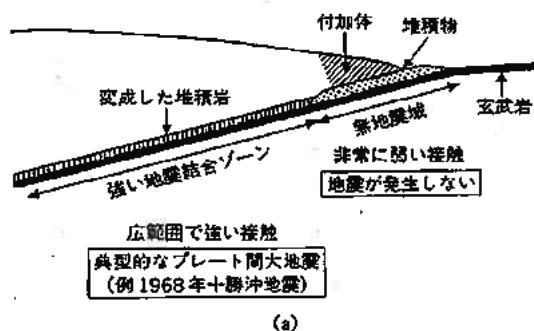


図6 プレート境界面の起伏と地震の発生様式との関係の模式図。(a)なめらかなプレート境界の場合、柔らかい堆積物が沈み込んで海溝近くは無地震域となる。さらに深く沈み込んだところは強い地震結合ゾーンとなり、プレート間大地震を起こす。(b)粗いプレート境界の場合、正断層型の地震が起こって地盤-地溝構造を発達させ、沈み込んだ地盤が海溝近くでゆっくり地震を起こす。深く沈み込んだでも、プレート間の結合が不均質なのでプレート間大地震は起こらない。

図 6.2-6 谷岡・佐竹(1996)による津波地震発生の説明

(c) 海溝寄りの津波地震（プレート間大地震）の発生メカニズム

Satake and Tanioka (1999)は、津波地震が海溝軸近傍の付加体下のプレート境界を破壊する地震であることを、4つの津波地震（1946年アリューシャン、1992年ニカラグア、1896年三陸、1996年ペルー）の解析から示した。

しかし、問題は、海溝付近の浅いプレート境界はふだんずるずるすべっていて地震をほとんど起こさないのに、なぜそこで津波地震が発生するかという点である。

Seno (2002)は、非地震域プレート境界での間隙水圧の極端な増加により、不安定すべりが生じるというモデルを提案している。松澤・内田(2003)は、多数のアスペリティの連動破壊により非常に大規模な低周波地震（津波地震）が生じるというモデルを提案している。

Tanioka and Seno (2001)は、海溝軸近傍の未固結堆積物の影響を無視できないとして、その影響を考慮する方法を示している（図 6.2-7）。モデル A はバックストップの水平変動により斜面上の堆積物のみ上昇するモデル、モデル B はバックストップの水平変動により堆積物全体が一様に上昇するモデル、モデル C は堆積物がゴムの様な振る舞いをするとして、有効ポアソン比 0.49 として数値計算で上昇量を計算したモデルである。追加的上昇を考慮しない場合、観測された検潮記録を再現するために必要なすべり量は 10.4m であるが、追加的上昇を考慮すると、観測された検潮記録を再現するために必要なすべり量はモデル A で 6.7m、モデル B で 6.6m、モデル C で 5.9m となることを示している。この結果によると堆積物の存在は津波を 5 割から 8 割程度大きくする効果がある。

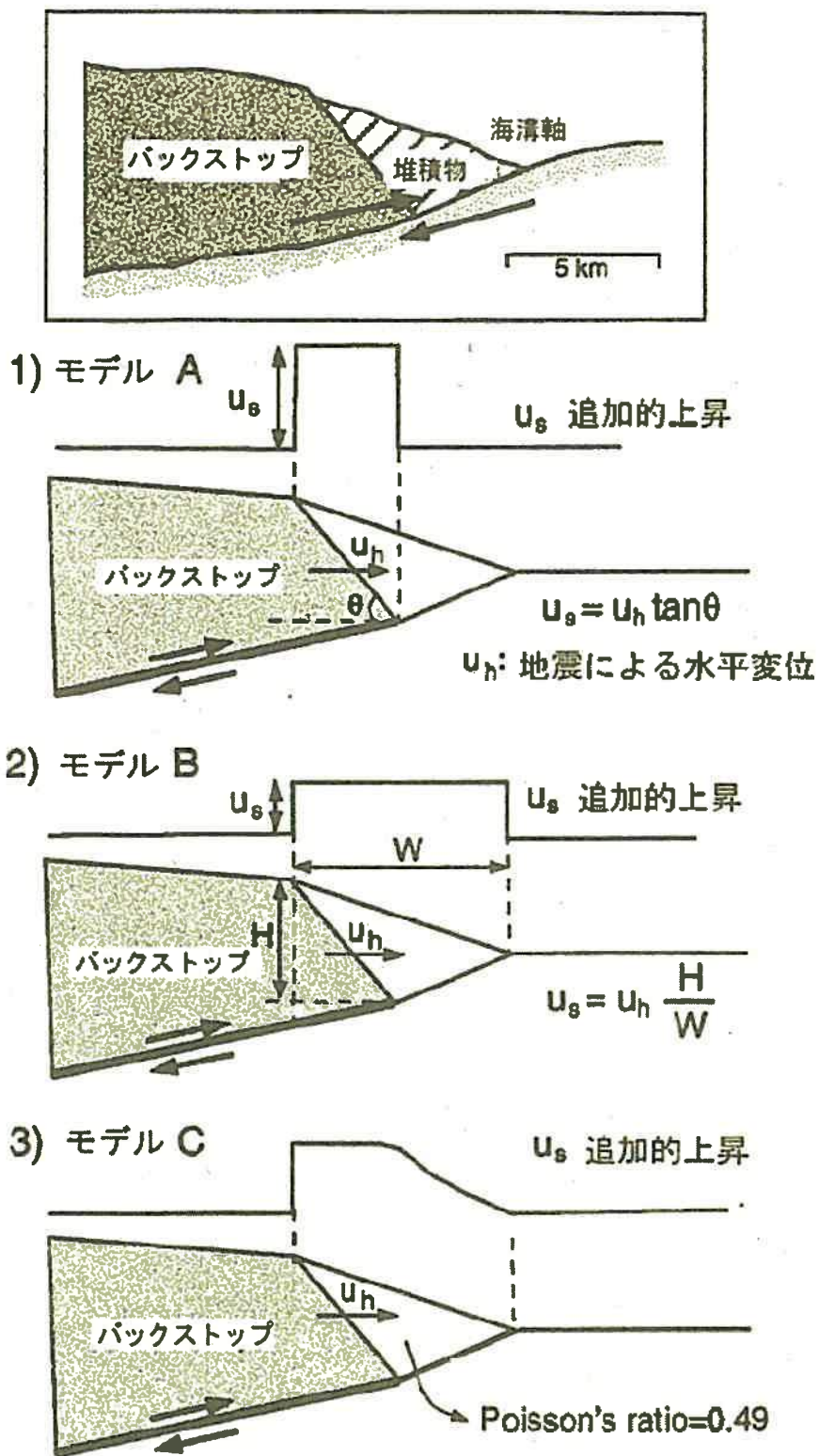


図 6.2-7 Tanioka and Seno (2001)による未固結堆積物の影響の考慮方法 (谷岡・佐竹(2003))

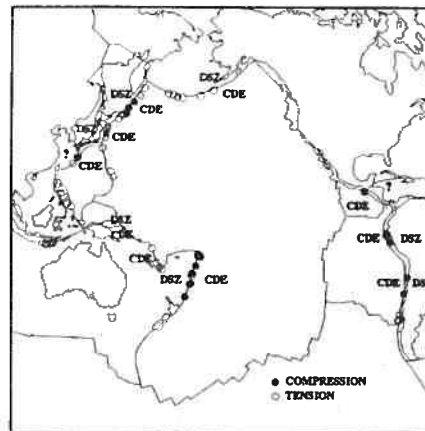
(d) 海溝寄りの正断層型地震（プレート内大地震）の発生メカニズム

海溝寄りの正断層型地震は、海溝から海側にかけて地形的にもりあがった部分（アウターライズと呼ばれる）の下で発生する。このもりあがり沈みこもうとするプレートが海溝の手前から曲がり始めるために出来る。この曲げによってプレート浅部で伸張、深部で圧縮の応力を受け、浅いところで正断層型、深いところで逆断層型となる（図 6.2-8）。

正断層型地震（プレート内大地震）は、プレート間大地震とペアで発生する場合が多いことが指摘されている。Lay et al. (1989) による結果を図 6.2-9 に示す。

最近の例では、2007 年 1 月 13 日に発生した千島列島東方の地震（ $M=8.2$ ）は正断層型の地震であり、2006 年 11 月 15 日に発生したプレート間地震（ $M7.9$ ）に続いて発生した（図 6.2-10）。2005 年 11 月 15 日に発生した気象庁マグニチュード 7.2（モーメントマグニチュード 7.0）の正断層地震の、日野・他（2007）による海底地震計による余震分布を図 6.2-11 に示す。この地震の約 3 ヶ月前の 8 月 16 日に宮城県沖で $M7.2$ のプレート間地震が発生している。海溝寄りではないが、1938 年福島県沖の群発大地震の際にも正断層型地震（プレート内大地震）が発生しているが、それに先行してプレート間大地震が発生している（図 6.2-12）。なお、1933 年と 1896 年も時間差が 37 年あるが、ペアと考えられる。

(a)



(b)

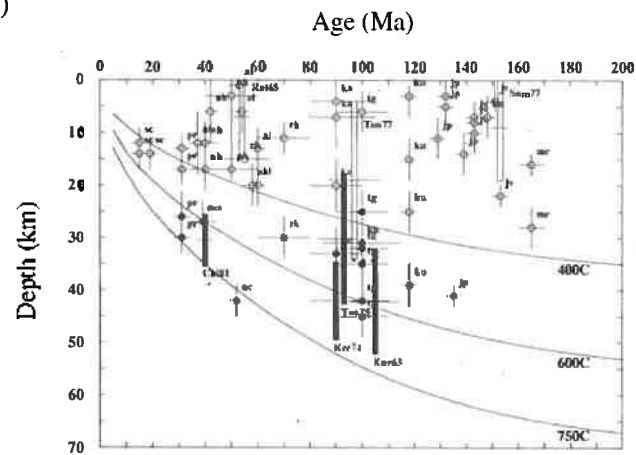


Fig. 1. (a) Spatial distribution of the trench-outer rise events with well-constrained focal depths (Seno and Yamanaka, 1996). Normal and reverse fault earthquakes are labeled by open and closed circles, respectively. The location where a double seismic zone is seen at intermediate depths and that where a compressional deep event is seen in the trench-outer rise are labeled by "DSZ" and "CDE", respectively. (b) Depth distribution of the trench-outer rise events with well-constrained focal depths versus the age of the ocean floor at their epicenters (Seno and Yamanaka, 1996). Normal and reverse fault earthquakes are labeled by open and closed circles (or bars for large events), respectively. The normal fault events are located above the reverse ones. The maximum depth of the events corresponds to the 750°C isotherm of the plate model (Parsons and Sclater, 1977).

図 6.2-8 海溝－アウターライズ地震の分布 (Seno(2005))

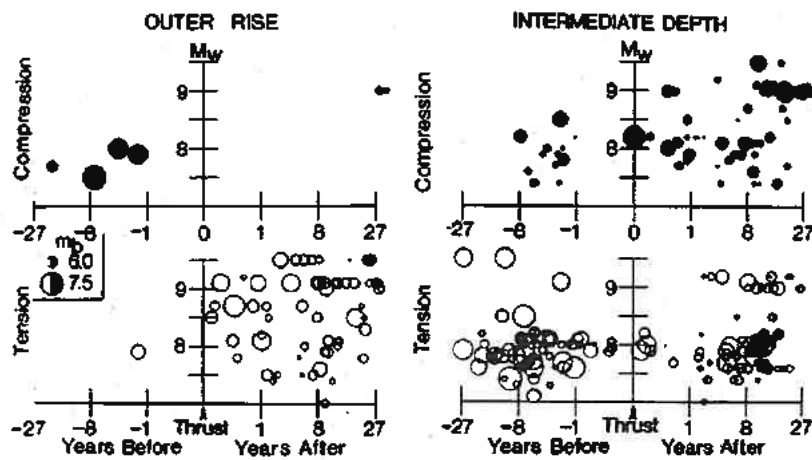
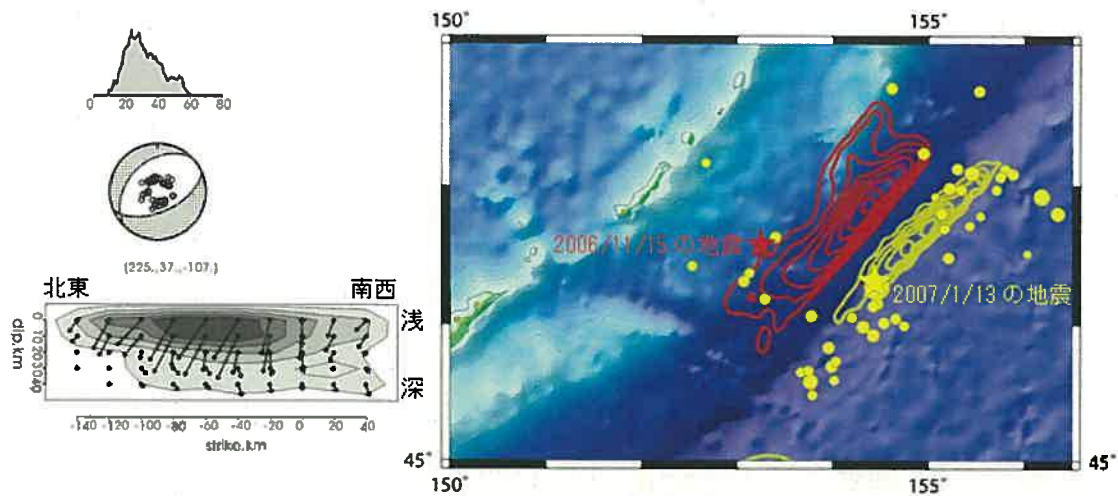
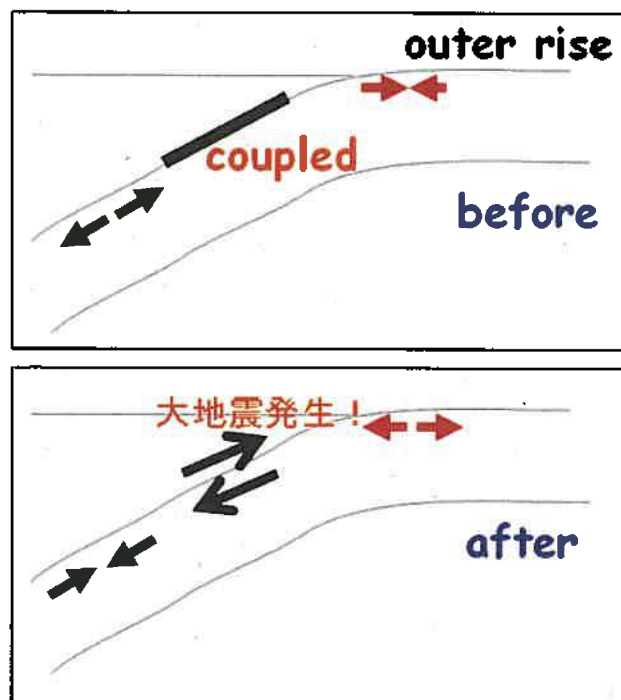


Fig. 3. Composite diagrams of outer rise (left) and intermediate depth (right) earthquakes within subducting slabs that occur seaward or down-dip of large interplate thrust events. The vertical axis indicates the moment magnitude of the thrust event. The intraplate activity is separated into two categories of compressional (solid symbols) and tensional (open symbols) mechanisms on the basis of which stress axis is more closely aligned with the local plate motion vector. The sizes of the symbols are scaled linearly with the magnitude of the intraplate event.

図 6.2-9 アウターライズの正断層地震がプレート間地震の後に多いことを示す図 (左側)
(Lay et al. (1989)による結果)



2007年1月13日の地震の震源過程解析結果(左)とすべり量分布図(右)
 左上図: 震源時刻間数、左中図: 発震機構解、左下図: すべり量分布(濃い色ほどすべり量が大きいことを示す)、右図: 赤=2006年11月15日の地震のすべり量分布、黄色: 2007年1月13日の地震のすべり量分布



今回の地震の発生メカニズム(イメージ図)

東京大学地震研究所資料

図 6.2-10 2006 年 11 月 15 日の地震と 2007 年 1 月 13 日の地震の関係

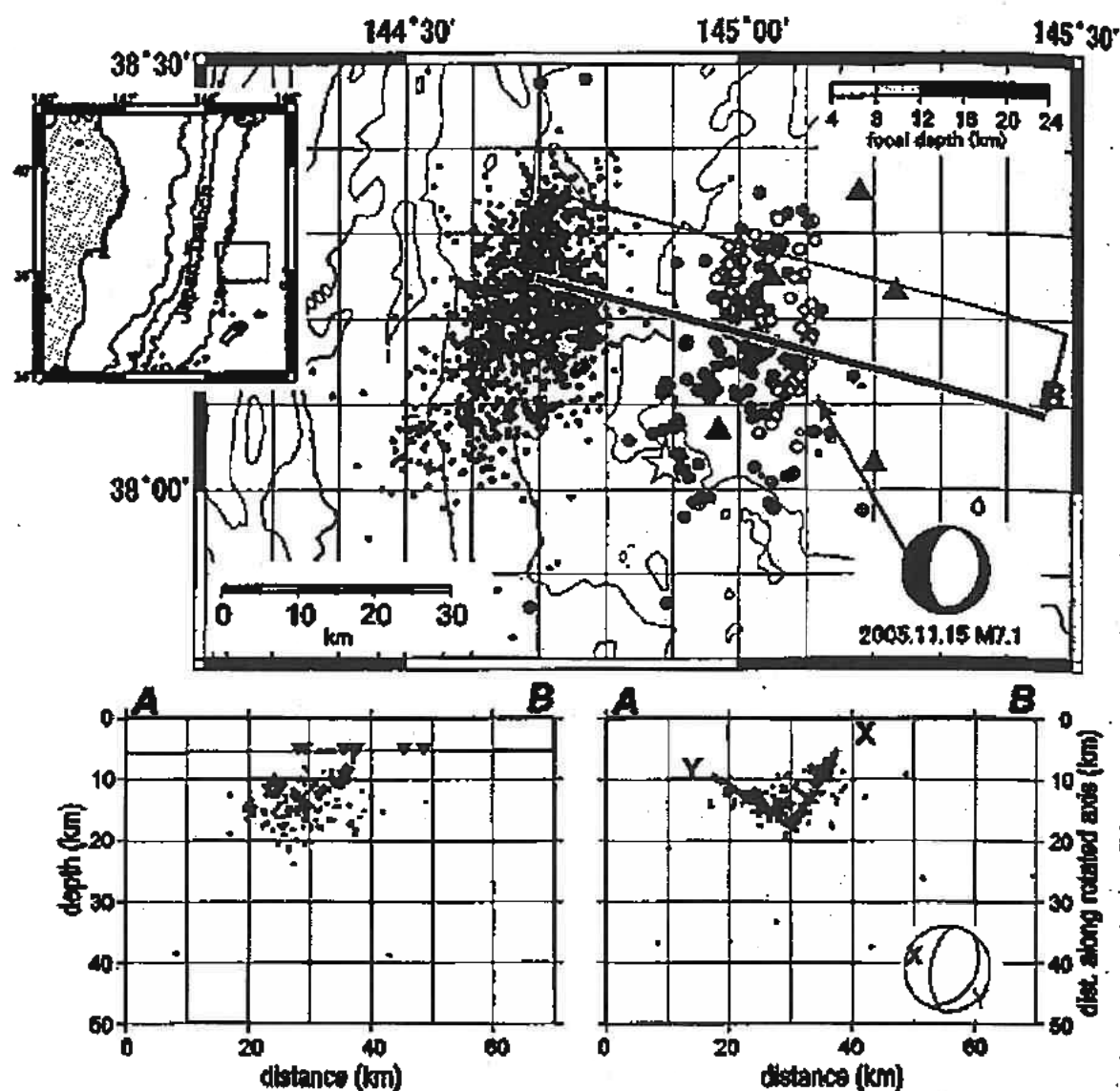


図1. 2005年三陸沖 outer rise 地震 (M7.1) の余震分布. 上: 震央分布図. 観測された地震の震央を震源深さ別に色分けして表示した. ☆と黒点は本震および余震 (2006 年末まで) の震央 (気象庁一元化处理). ▲は OBS の設置位置. メカニズム解 (下半球投影) は F-net のデータを用いた CMT インヴァージョンによるもので, 矢印の先が同時に推定されたセントロイドの位置を示す. 左下: 鉛直断面 (上図中 A-B). 右下: 北北東側に約 80° 傾斜させた面 (上図中に矩形で示す) に投影した震源分布. 右下図の下方に余震分布が示す 2 面 (X および Y) の orientation を下半球投影で示した.

図 6.2-11 日野・他 (2007) による海底地震計による余震分布

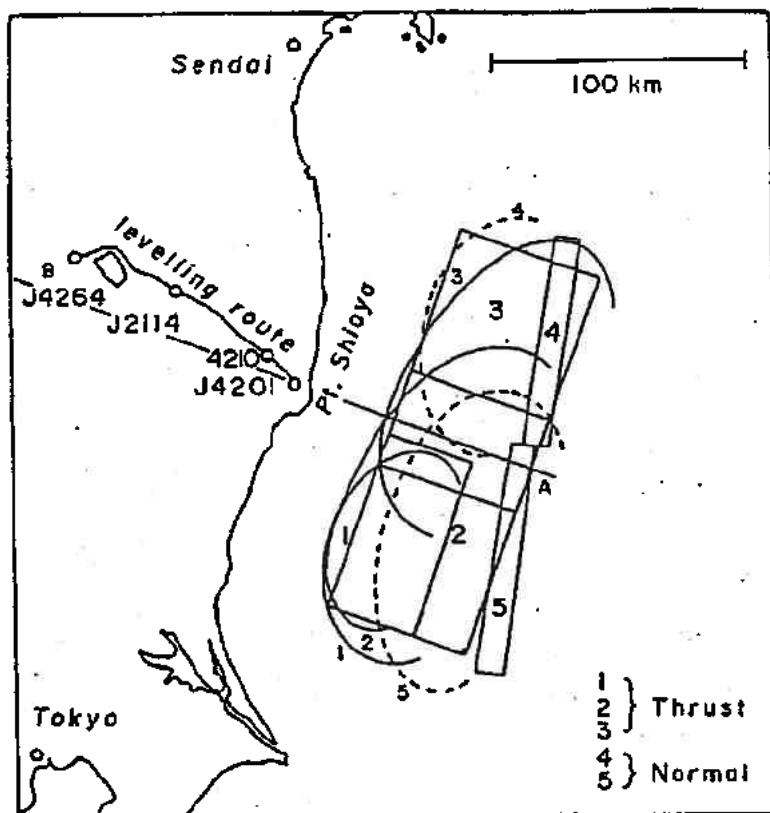


Fig. 7. Horizontal projection of the fault planes (solid rectangles) and the tsunami source areas (solid and broken curves). The serial index indicates the event number. The location of the leveling route is shown.

図 6.2-12 1938 年福島県沖群発大地震の分布 (Abe(1977))

(e) 日本海溝の北部地域と南部地域の違い

1) 島弧沿いの構造変化 (Tsuru et al. (2002))

Tsuru et al. (2002) は、日本海溝を北部と南部に分け、島弧沿いの構造変化、プレート間カップリングにおけるその意義を検討している。

検討対象海域および北部と南部の区分を図 6.2-13 に示す。北緯 38 度 10 分を境に、北部と南部を分けている。海溝の走向はそこで $N06^{\circ} E$ から $N30^{\circ} E$ に変化している。M7.5 を超える大地震の発生は一様ではなく、大部分が北部に位置している。

北部では、海洋プレートは海溝軸に平行な等間隔な地形起伏をもつ。それらはホルストグラベン構造で形成。前弧地域はなめらかで、約 5° の傾斜。

南部では、海洋プレートに海溝軸に平行な等間隔な地形起伏はみられない。海山がある。前弧地域は複雑な構造をもち、沈み込んだ海山のトレースと考えられている。

プレート間の堆積ユニットに 2 種類あり、北部ではくさび型ユニット、南部ではチャンネル状ユニットである。

北部でみられるくさび型ユニットの模式図を図 6.2-14 に、1 から 7 の測線における分布状況を表-1 に、代表的な断面を図 6.2-15 に示す。くさび型ユニットは、北部の前弧地域の上に広範囲に分布している。

南部ではくさび型構造は見られず、チャンネル状ユニット (ユニット U) がみられる。代表的な断面を図 6.2-16 に示す。ユニット U は、海溝軸に直交するライン II ではほぼ一定の厚さ (2km 程度) であるが、海溝軸に平行な方向では厚さの変化が大きく、チャンネル状の分布を示す。海溝軸に平行な測線 C では凸面状の反射面が見られ、海山の大きさと対応している。

低速度堆積ユニットの厚さの地域的変化を図 6.2-17 に示す。プレート境界でのカップリングの変化を示唆する。10-13km より深い領域のカップリングは北部の方が南部より強い。

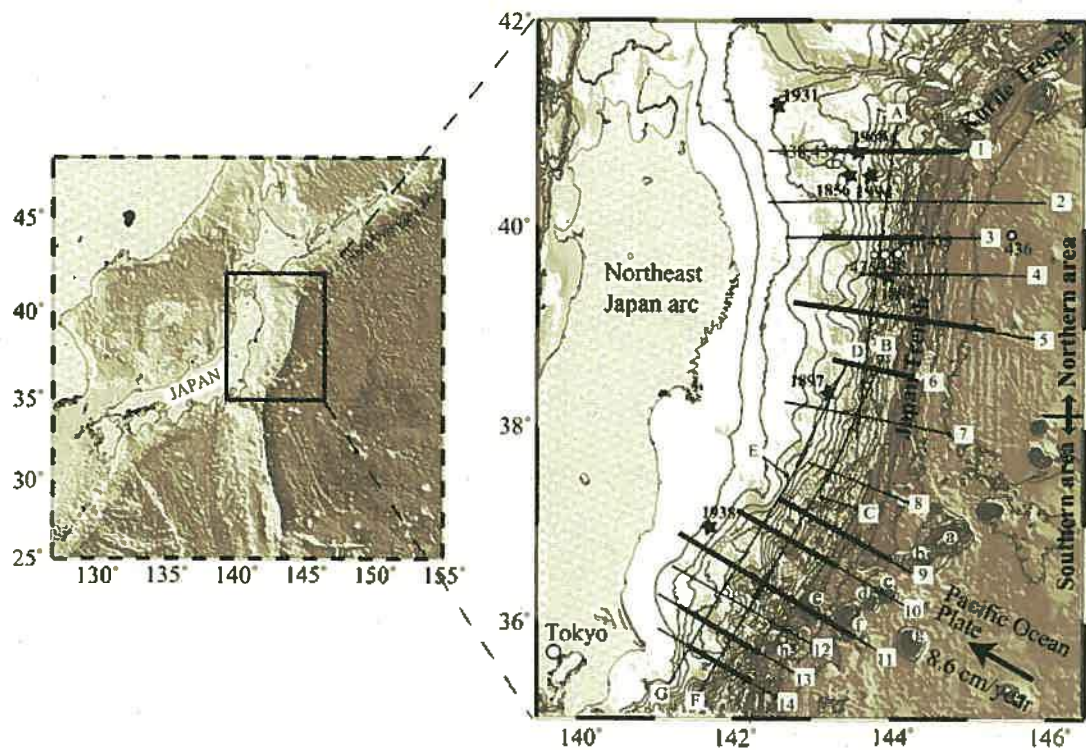


Figure 1. Bathymetry and tracks of seismic reflection lines off the east coast of the northeastern Japan arc. Horst and graben structures develop in the northern area of the Japan Trench outer slope, whereas seamounts are observed in the southern area. The thin solid lines represent seismic reflection survey lines observed from 1996 to 2001 and the bold lines mark segments shown in the subsequent figures. Small open circles marked with numbers represent the DSDP holes drilled on Legs 56 and 57. Stars are large earthquakes (greater than M7.5) recorded from 1850 to 2000; most of these are located in the northern area. Seamounts shown in Figure 16 are marked with letters a through l.

図 6.2-13 Tsuru et al. (2002)の検討対象地域

図 6.2-14 くさび型ユニットの模式図 (Tsuru et al. (2002))

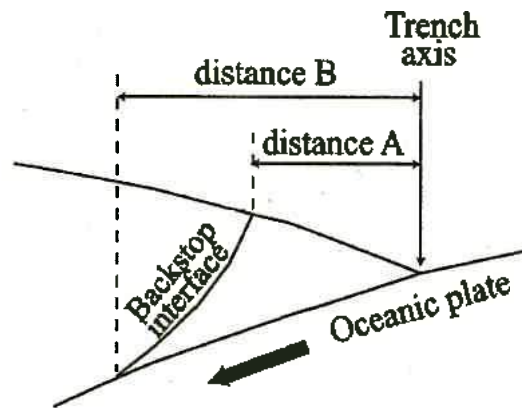


Figure 8. Geometry of the wedge-shaped deformed zone. Distances A and B are referred to in Table 2.

表-1 各測線における距離 A と距離 B の値 (Tsuru et al. (2002))

Table 2. Deformed Zone Observed on MCS Profiles^a

Line Name	Distance A	Distance B
1	25 km	40 km ?
2	23 km	32.5 km
3	23.5 km	28.5 km
4	30 km	>27 km
5	30 km	60 km
6	18 km	40 km
7	16.5 km	25 km

^aDistance A represents a horizontal width of the deformed zone at seafloor, and distance B shows the same at the plate boundary, as shown in Figure 8.

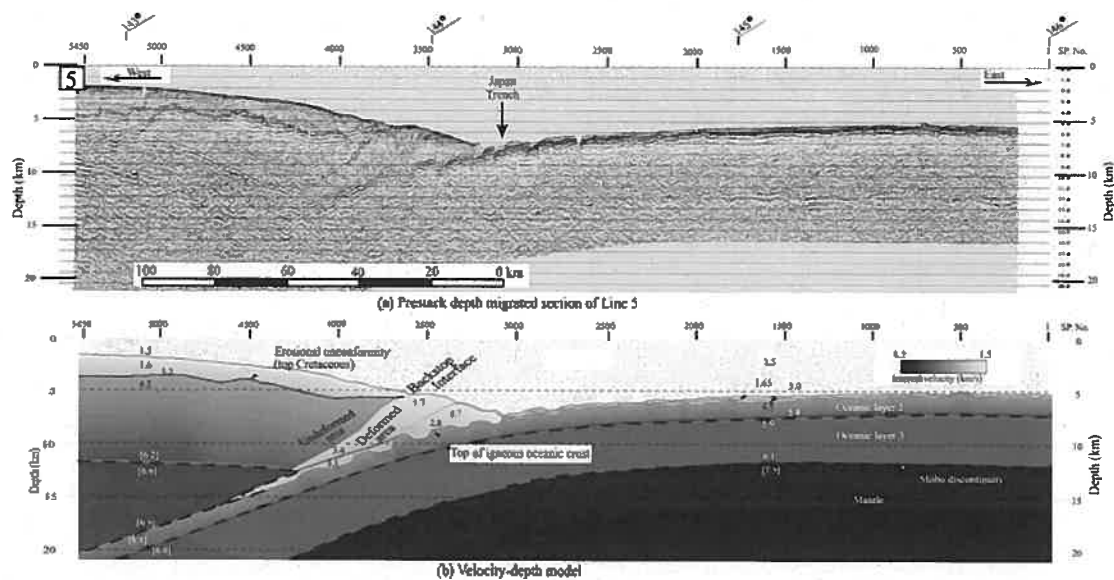


Figure 4. Prestack depth migrated image of line 5 (top) and the velocity model used for the migration (bottom). The wedge-shaped low velocity unit is clearly visible and it is demarcated from more rigid continental framework by the backstop interface. Vertical exaggeration is 3 times. The velocity model is shown by shades of gray keyed to the velocity scale bar and selected values are also shown. Values in brackets express velocities inferred from the previous OBS studies [Murauchi and Ludwig, 1980; Suyehiro and Nishizawa, 1994; Takahashi et al., 1998; after Tsuru et al., 2000].

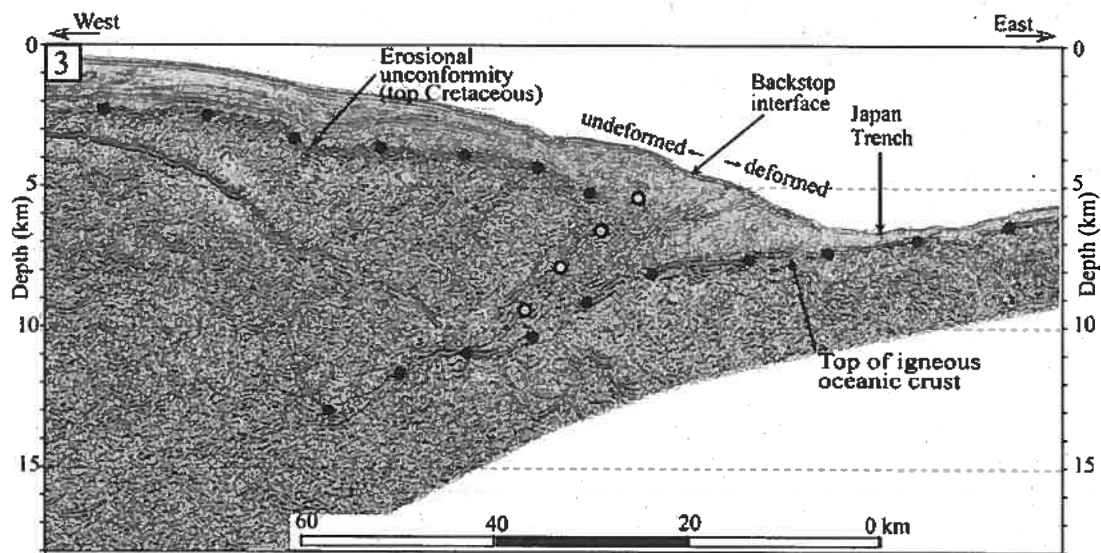


Figure 6. Poststack depth migrated section of line 3. Tectonic structure of this line is similar to that of line 5 (Figure 4).

図 6.2-15 北部の代表的な測線 (Tsuru et al. (2002))

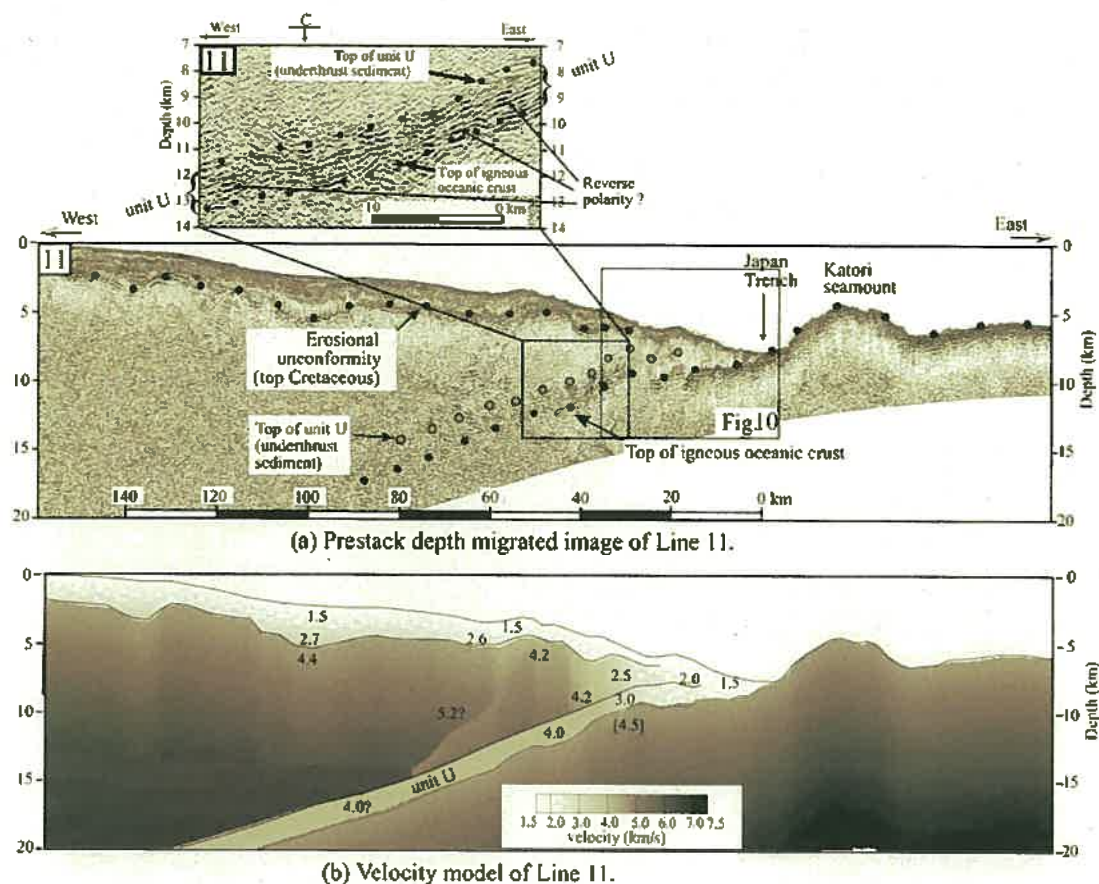


Figure 9. Prestack depth migrated image of line 11 (a) and its velocity model (b). A sedimentary unit (U) of approximately 2 km thickness is distributed at the plate boundary of this line. The P wave velocity of the unit is lower than that of the upper layer. Parallel to subparallel reflections are visible in

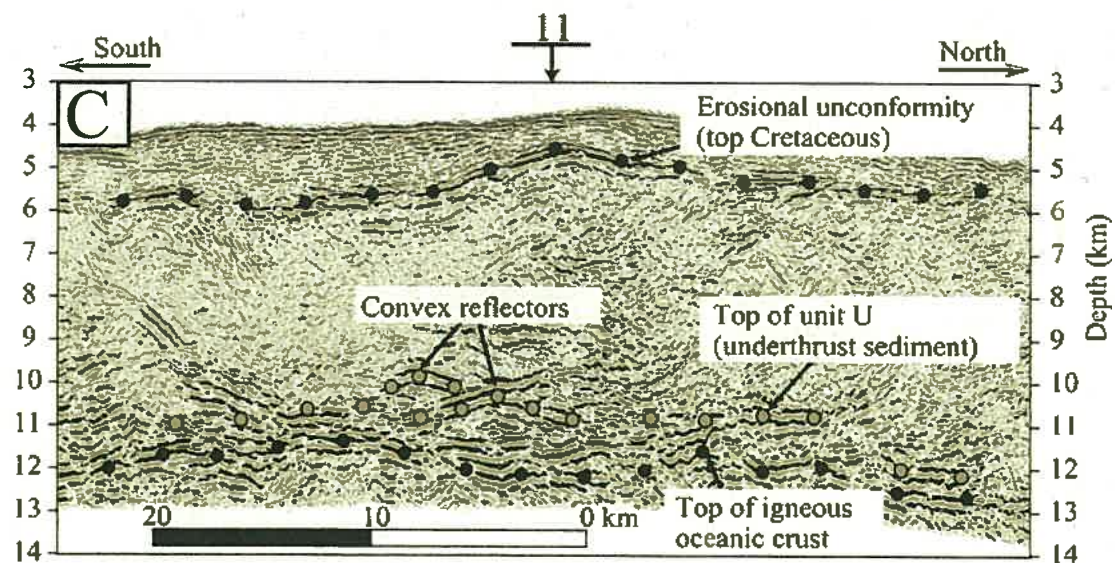


Figure 15. Poststack depth migrated image of line C. Approximately 10-km-wide convex reflectors with strong amplitude are evident around the intersection with line 11.

図 6.2-16 南部の代表的な測線 (Tsuru et al. (2002))

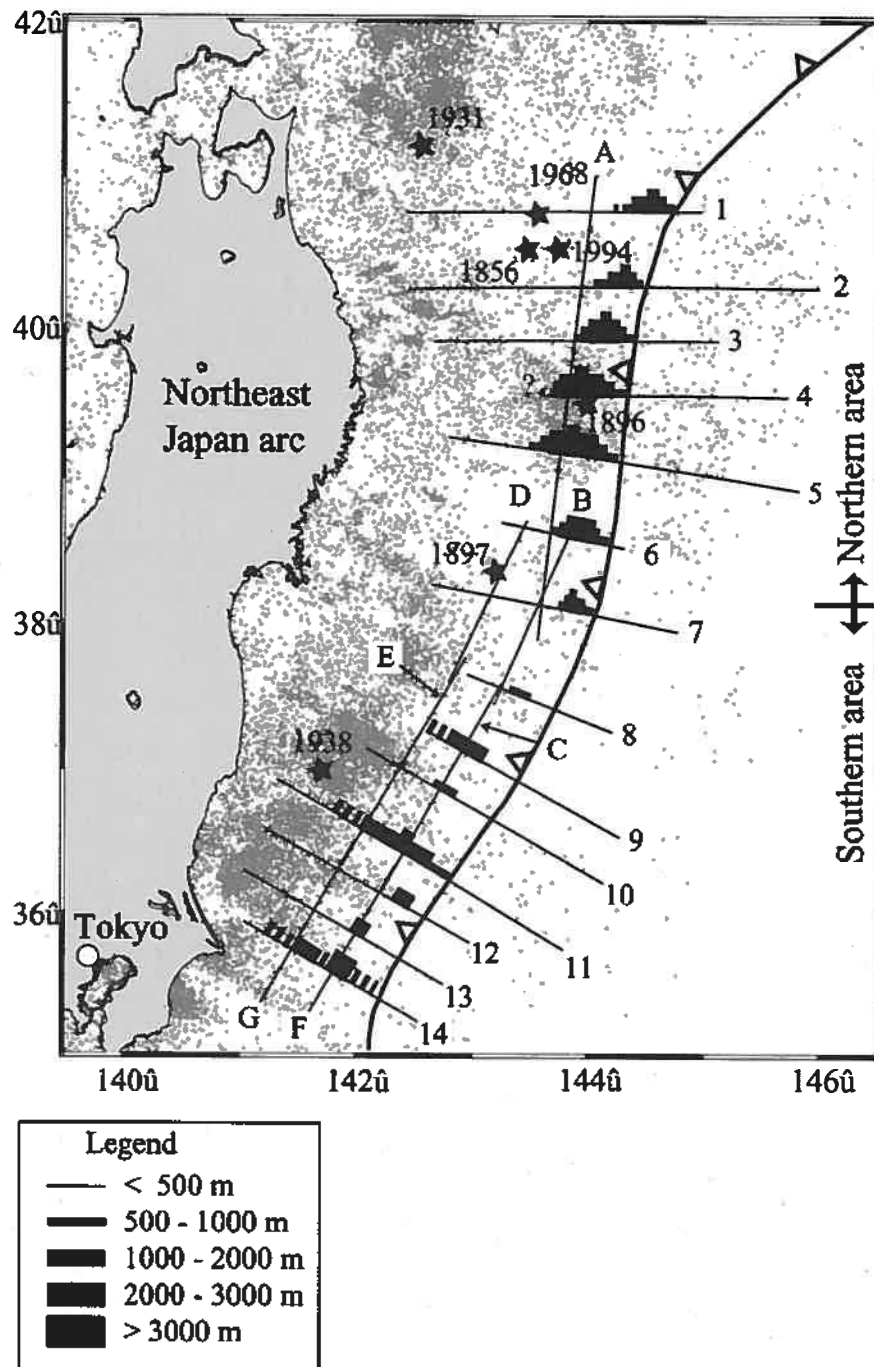


Figure 17. Map view of the low velocity sedimentary units observed on MCS sections in the Japan Trench margin. Small dots represent background seismicity taken from *JMA (Japan Meteorological Agency) HypoCatalog*.

図 6.2-17 低速度堆積ユニットの厚さの地域的变化 (Tsuru et al. (2002))

2) 微小地震活動

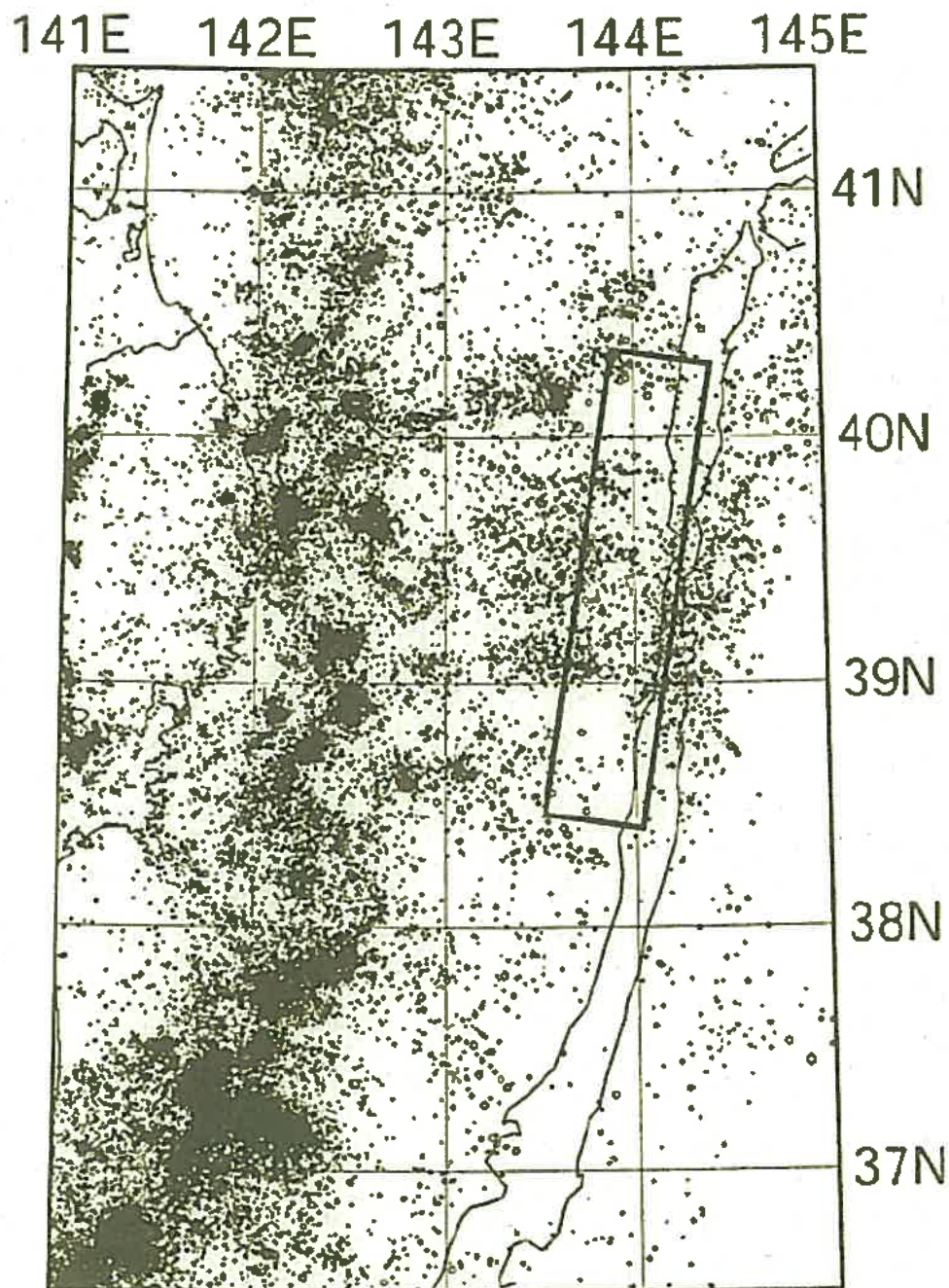
松澤・内田(2003) および松澤・他(1998)による微小地震の震央分布を図 6.2-18 に、繰り返し地震の発生割合を図 6.2-19 に、三陸沖に発生する低周波地震の震央分布を図 6.2-20 に示す。これらの図に関して下記のような点が指摘されている。

- ・ 海岸線から 80～100km 程度の領域で微小地震活動が極めて高い
- ・ 三陸沖では 143 度付近に微小地震活動が低い領域（アスペリティ）、その東側で活動がやや高く、海溝の西側で低調、海溝軸の東側で活動（プレート内部の地震）
- ・ 海溝軸の西側、地震活動が低調から活発への境界付近に低周波地震が多い
- ・ GPS におけるすべり欠損率が高いところで、繰り返し地震の発生率は低い
- ・ すべり欠損率が小さく、繰り返し地震がないところは非地震的にすべっている
- ・ 三陸沖の海溝近くで、すべり欠損率が低く、繰り返し地震の発生割合が高い
- ・ 三陸沖の海溝近くで、繰り返し地震の発生率の高い領域の東端と津波震源域が一致。この領域は、プレート間の固着が弱く、また厚い堆積物がプレート境界に入り込んでいる領域とも対応。
- ・ 三陸沖と同様に福島県沖から茨城県沖にかけても繰り返し地震の発生率が高い
- ・ 福島県沖の海溝近傍では、三陸沖のような厚い堆積物は見つかっていない

松澤・内田(2003)は、上記の結果から、「津波地震が巨大な低周波地震であるならば、三陸沖のみならず、福島県沖から茨城県沖にかけても津波地震発生の可能性がある」こと、「ただし、海溝における未固結の堆積物は三陸沖にのみ顕著であるため、三陸沖以外においては巨大低周波地震は発生しても津波地震には至らないかもしれない」ことを指摘している。この指摘は、1677 年房総沖による津波が 1896 年三陸沖に比べ小さいことと対応している。

海底地震観測による福島県沖プレート境界域の微小地震活動の検討結果を図 6.2-21～図 6.2-23 に示す (Shinohara et al. (2005))。

海溝から陸側の低活動帯の存在が知られている。北緯 40° 付近では、低活動帯は水深 4000m 以上の範囲に対応している (Hirata et al. (1985))。福島沖の結果は図 6.2-22 であり、白丸は陸側地殻内、黒丸はプレート境界面、灰色は沈み込むプレート内の二重地震面の下面に対応している。浅い地震の活動の東端は水深 2000m の等深線と対応しており、海溝軸から約 100km の位置にある。



January 1997 - July 2001 $h < 60 \text{ km}$

図1 東北大学の地震カタログによる東北地方太平洋下の微小地震活動. 1997年1月から2001年7月の期間の深さ60km以浅の地震の震央を示す. 矩形はTanioka and Satake^[11]が求めた1896年の津波地震の震源域を示す.

図 6.2-18 微小地震の震央分布 (松澤・内田(2003))

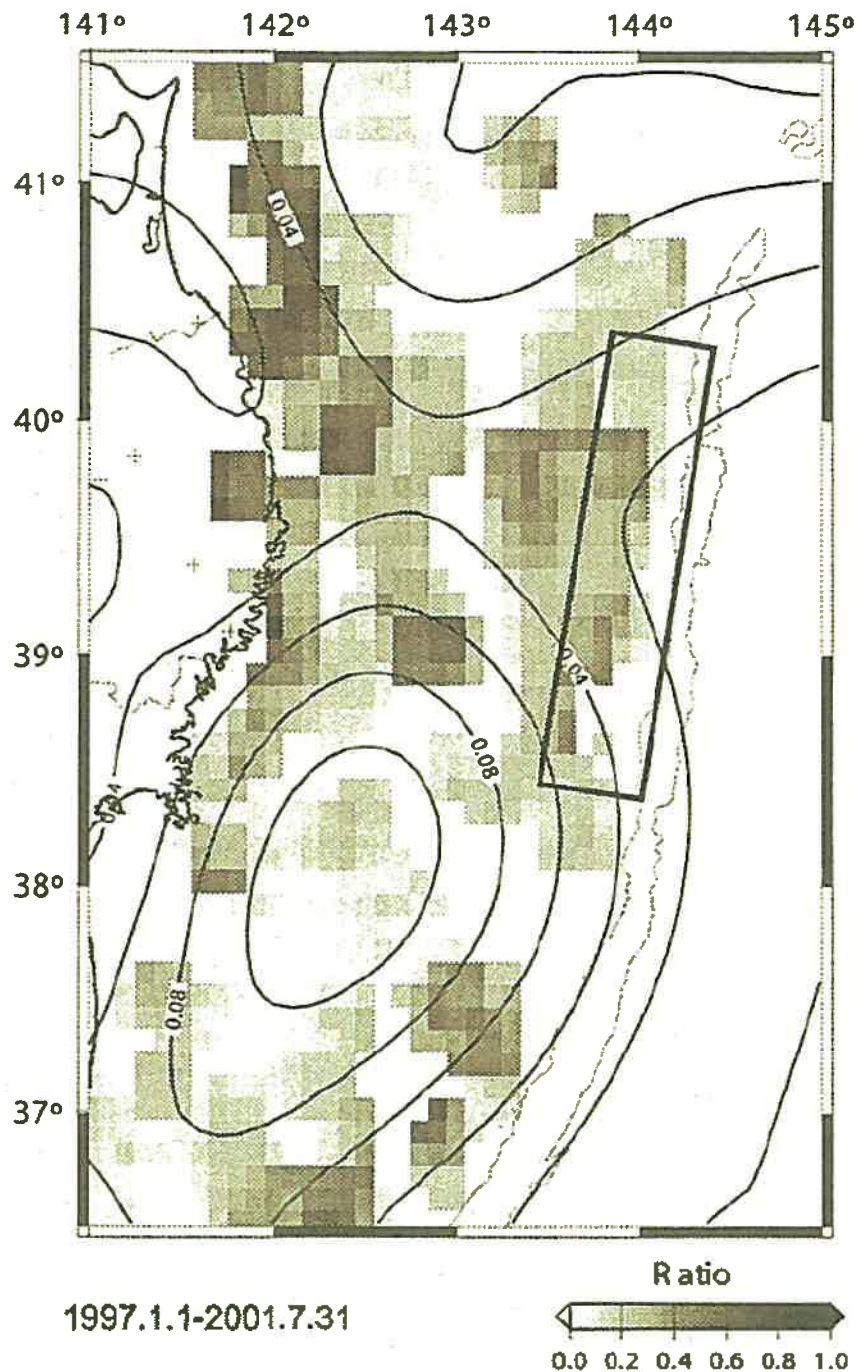


図2 繰り返し地震の発生割合. 0.3度四方の領域において1997年1月から2001年7月の期間に発生したM2.5以上の地震のうち繰り返し地震が含まれる割合を, その中心の0.1度四方のピクセルの濃淡で示す. コンターは, 諏訪^[5]によってGPSデータから推定された, この期間におけるプレート境界のすべり欠損レート (単位: m/年) を示す. 矩形はTanioka and Satake^[11]が求めた1896年の津波地震の震源域を示す.

図 6.2-19 繰り返し地震の発生割合 (松澤・内田(2003))

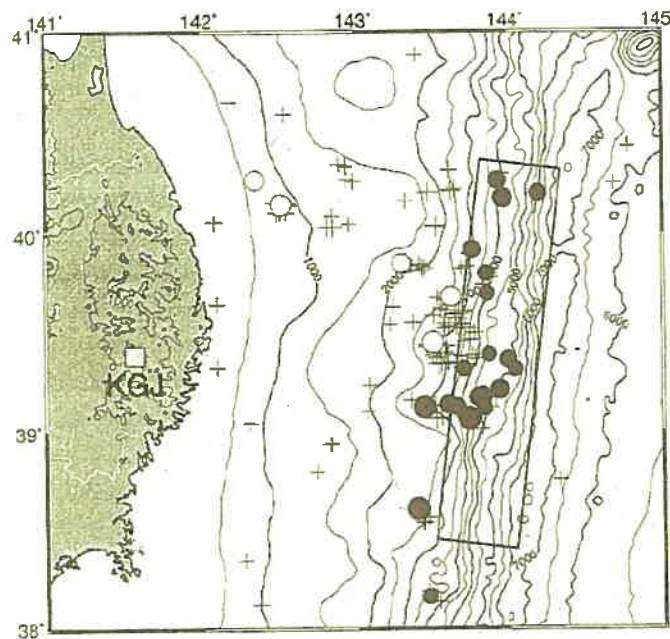


図2 三陸沖に発生する低周波地震の震央分布 (黒丸)⁽⁸⁾。観測点KGJにおけるSTS-1/VBBの観測速度波形の卓越周波数が、地震の規模から期待される卓越周波数の半分以上の地震 (低周波地震) を黒丸で、倍以上の地震 (高周波地震) を白丸で、それ以外の地震を十字印で示す。期間は1988年7月～1992年7月。震源データは図1と同じ。1896年三陸地震津波の震源域⁽⁷⁾を枠で示す。

図 6.2-20 三陸沖に発生する低周波地震の震央分布 (松澤・他(1998))

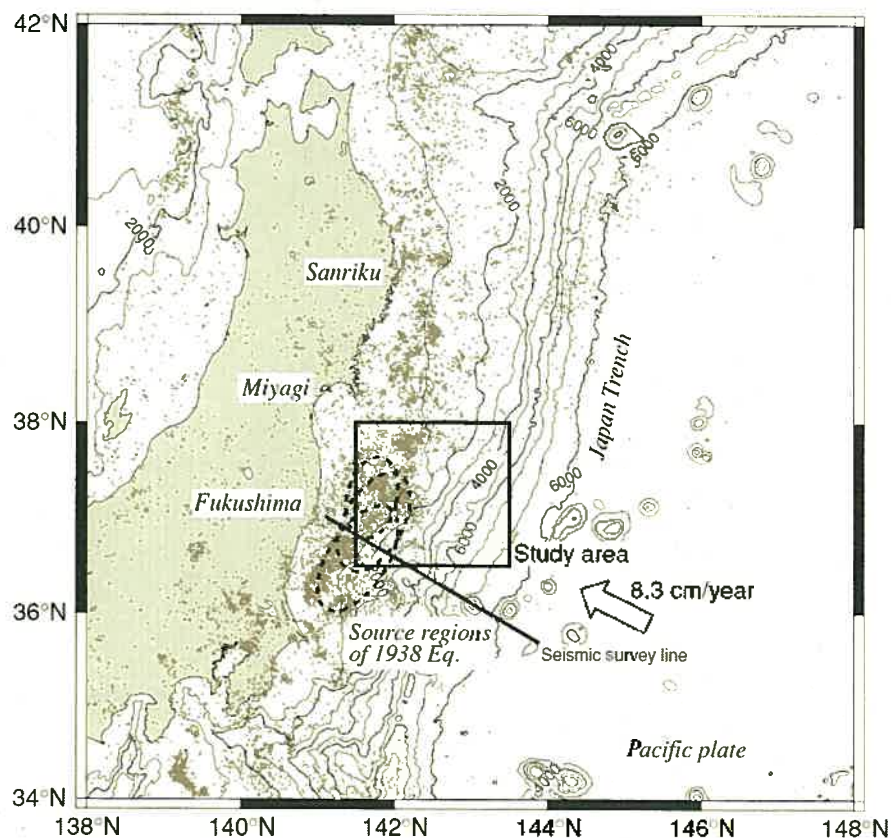


Fig. 1. Bathymetry map of the Japan Trench area. Contour interval 1000 m. The rectangle indicates the survey area. Small gray dots denote epicenters with magnitudes of greater than 2 determined by Japan Meteorological Agency in 2002. The Pacific plate subducts with a convergence rate of about 8 cm/year. Thick straight line indicates the profile of seismic velocity survey (Mura et al., 2003). Regions surrounded by dashed curves denote the source regions of the 1938 large earthquakes inferred by Abe (1977).

図 6.2-21 検討対象海域 (Shinohara et al. (2005))

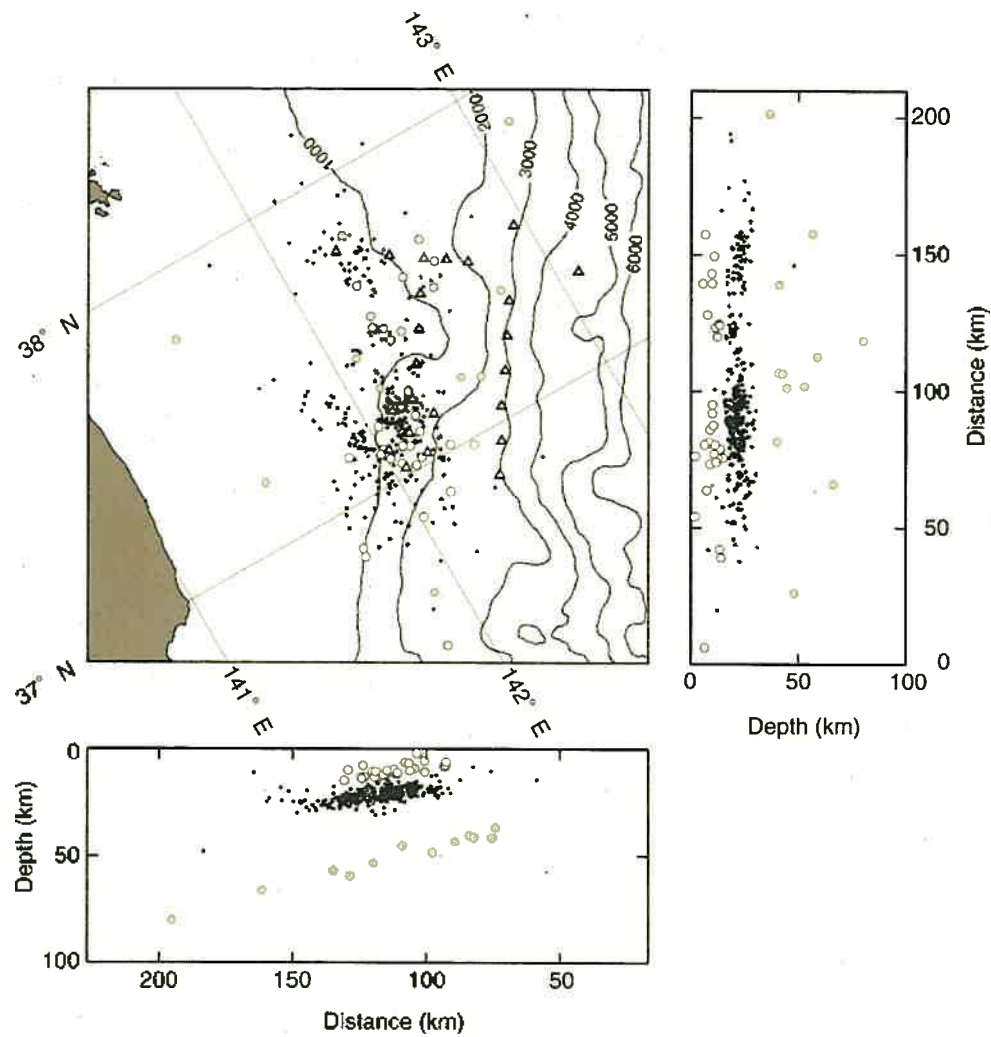


Fig. 7. Final hypocenter distribution (August 8th–August 24th, 1997) arrived at using the simultaneous inversion with bathymetry. Earthquakes with an error of less than 3 km for the horizontal direction and less than 5 km in depth are selected for the simultaneous inversion. Open circles and black dots show hypocenters in the overriding landward crust and in the vicinity of the plate boundary interface, respectively. Gray circles represent hypocenters in the lower plane of the double seismic zone within the subducting slab. Triangles indicate the positions of OBSs. A double seismic zone is clearly recognized in the vertical section perpendicular to the trench axis.

図 6.2-22 震源分布 (Shinohara et al. (2005))

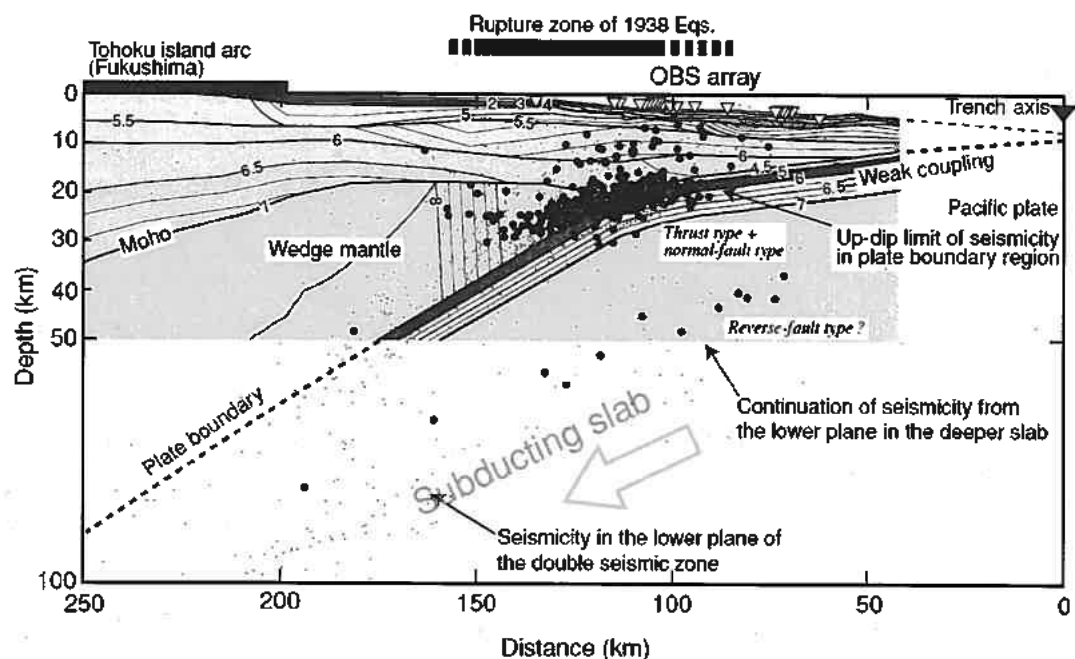


Fig. 9. Comparison with P-wave velocity structure of the subduction zone off Fukushima, the Japan Trench (Miura *et al.*, 2003). Contours and numerals indicate P-wave velocities. Solid circles and gray small circles show the hypocenters determined by this study and by land stations with a single offshore station (Igarashi *et al.*, 1996, 1997), respectively. Thick solid line at top shows the source regions of large thrust-type earthquakes in 1938 (Abe, 1977). The up-dip limit of the seismogenic zone is close to the major bending point of the subducting oceanic plate. In addition, there is seismic activity in the crust of the overriding landward plate. The lower seismic zone beneath the OBS array recognized by this study seems to be continuous with the lower plane of the double-planned deep seismic zone determined from land stations.

図 6.2-23 速度構造との比較 (Shinohara *et al.* (2005))

(f) 海溝寄りの津波地震と正断層型地震に関する分岐案

以上の結果から、海溝寄りの津波地震と正断層型地震に関する分岐案を設定した。

1) 海溝寄りの津波地震（プレート間大地震）に関する分岐

- ・ これまでに発生した領域のみで発生：特別な領域であるという認識
- ・ どこでも発生するが、北部に比べ南部の津波地震は小さい：巨大低周波地震としての津波地震はどこでも発生する可能性があるが、南部では津波を大きくする低速度くさび型堆積物がみられないため、北部の場合ほど大きな津波を生じないという認識
- ・ どこでも発生し、南部でも北部と同程度の津波地震が発生する：巨大低周波地震としての津波地震はどこでも発生し、低速度くさび型堆積物の影響はそれほど大きくないという認識

2) 海溝寄りの正断層型地震（プレート内大地震）に関する分岐

- ・ これまでに発生した領域のみで発生：特別な領域であるという認識
- ・ 海溝寄りの津波地震（プレート間大地震）が発生する領域の OUTER RAYS で発生：津波地震に関する分岐に対応

(g) 869 年貞観型地震津波の波源 (佐竹・他(2007, 2008))

澤井・他(2006)は、869 年貞観津波が仙台平野において明治及び昭和三陸地震や 1611 年慶長地震による津波よりも大きなものであった可能性があることを指摘している。その後、澤井・他(2007)は、石巻平野でも、仙台平野と同様に、貞観津波の堆積物が観察されること、貞観津波より古い津波堆積物が観察され、約 2700 年～2300 年前の間に少なくとも 2 回の巨大津波が襲ったと推定されることを示している。

佐竹・他(2007)は、上記のような津波を発生させた波源モデルを検討した。検討結果を図 6.2-24 に示す。プレート間地震、津波地震、正断層地震の可能性を検討しており、幅を 100km とした場合のプレート間地震により、仙台平野・石巻平野における津波堆積物の分布を再現できるような浸水域が得られることを示している。提案されているプレート間地震のモーメントマグニチュードは

$$L=200\text{km}, W=100\text{km}, D=5\text{m}$$

より、標準的な剛性率 ($\mu=5.0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$) を用いると $M_w=8.40$ である。

佐竹・他(2008)は、プレート間地震についてすべり量を 7m とした方が津波堆積物の分布をよりよく再現できることを指摘している。

佐竹・他(2007)によるプレート間地震の断層面と既往の確率論的津波ハザード解析モデルの波源域区分の関係を図 6.2-25 に示す。1793 年宮城県沖地震が含まれる波源域 (JTN3) と 1938 年福島県沖地震が含まれる波源域 (JTS1) をまたいで断層面が分布しており、現状のモデルでは表現できない。JTN3 のマグニチュード範囲は、JTN2 と連動した場合にマグニチュード 8.4 まで考慮されている。JTS1 のマグニチュード範囲は最大 8.1 まで考慮されている。

諏訪・他(2004)によるバックスリッププレート (すべり欠損プレート) の分布を図 6.2-26 に示す。佐竹・他(2007)によるプレート間地震の断層面はすべり欠損プレートの大きな領域とほぼ対応している。

仙台平野・石巻平野における津波堆積物を生じさせた津波が存在したことはかなり確実であることから、これをモデルに組み込む必要があると考えられる。ただし、発生間隔がかなり長い (約 1000 年程度) こと、既知の地震との関係が不明確なことから、現状のモデルを修正して対応するのは簡単ではない。そのため、別の波源としてモデルに追加するのが現実的と考えられる。波源域は佐竹・他(2007)によるプレート間地震の断層面の範囲とし、規模は 8.4 程度、平均発生間隔は 1000 年程度、最新発生時期は 869 年としてモデル化することが考えられる。

図1(下) 貞観津波のモデルとして検討した断層
(正断層型, 津波地震型, プレート境界型
(幅 50km, 100km). この範囲の地震活動
(気象庁一元化震源) も示す.

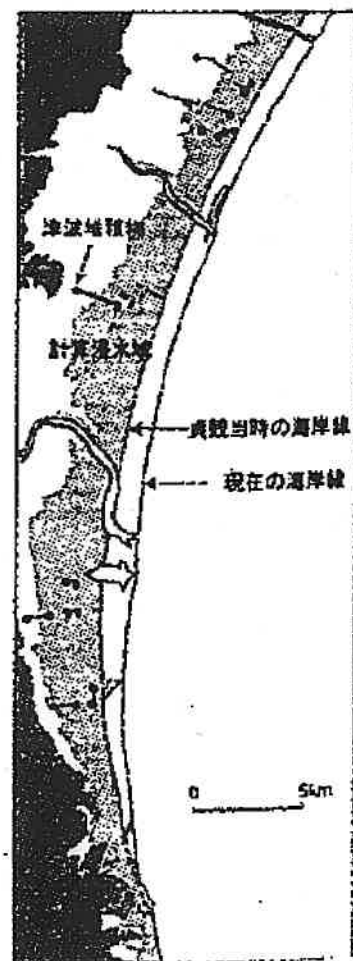
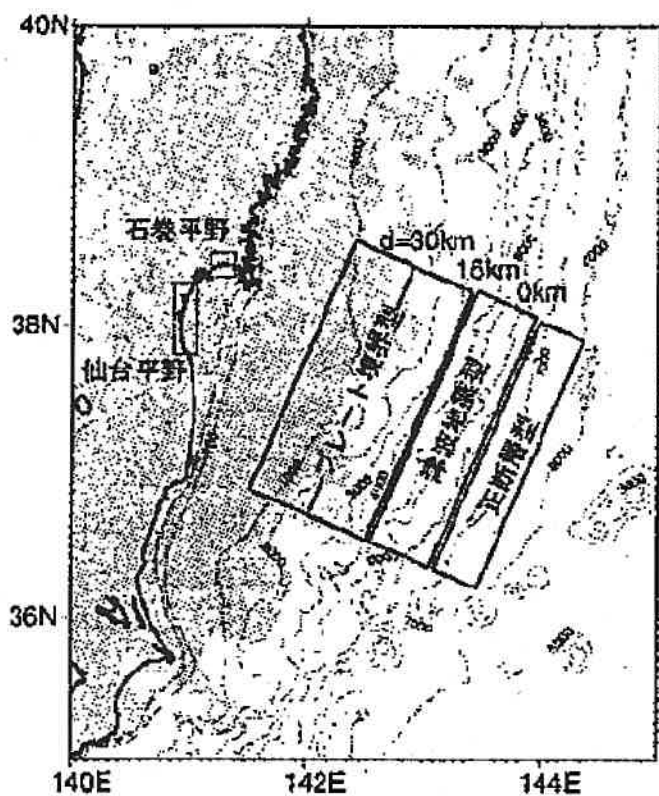


図2(上) 仙台平野における貞観当時の地形(海岸線), 津波堆積物の分布, 幅 100 km の断層からの計算浸水域.



図3(左) 石巻平野における同様の比較.

図 6.2-24 佐竹・他(2007)による検討結果

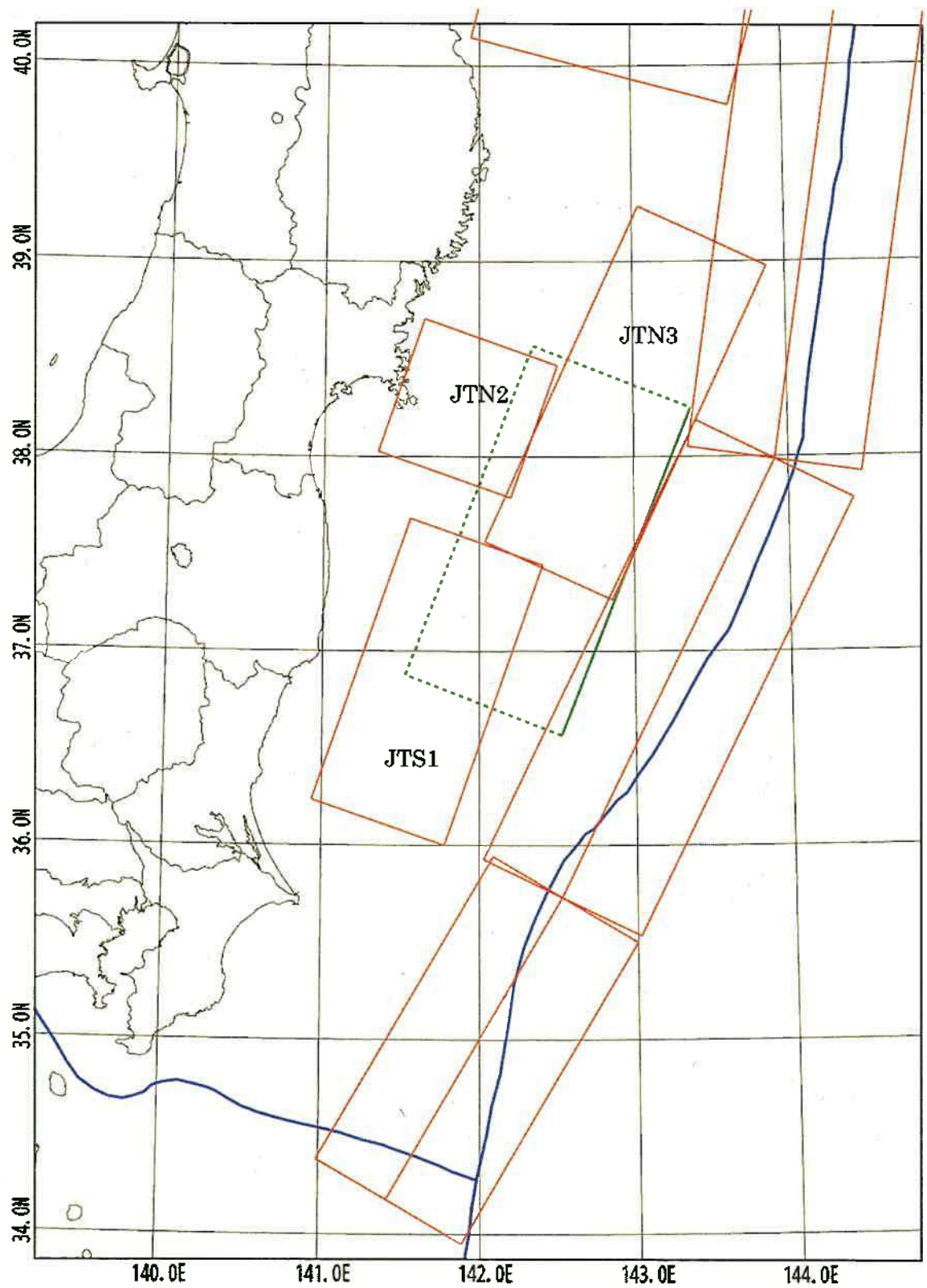


図 6.2-25 佐竹・他(2007)によるプレート間地震の断層面（緑）と既往の確率論的津波ハザード解析モデルの波源域区分（赤）の関係

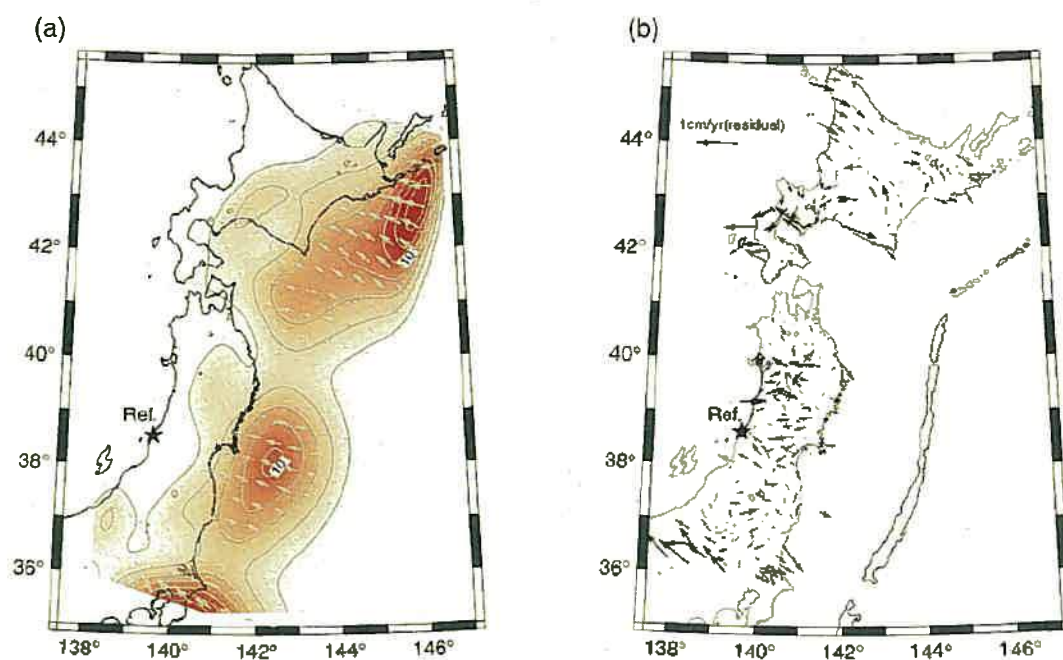


Fig. 6. (a) Distribution of back-slip rate with a contour interval of 2 cm/yr. The vectors denote the motion of the hanging wall. The anomalously large back-slip around the northernmost and southernmost edge of the model fault is artificial effect because of discarding the back-slip actually existing at the northern and southern extension of the fault. (b) Residual by subtracting the calculated velocity from the observed one.

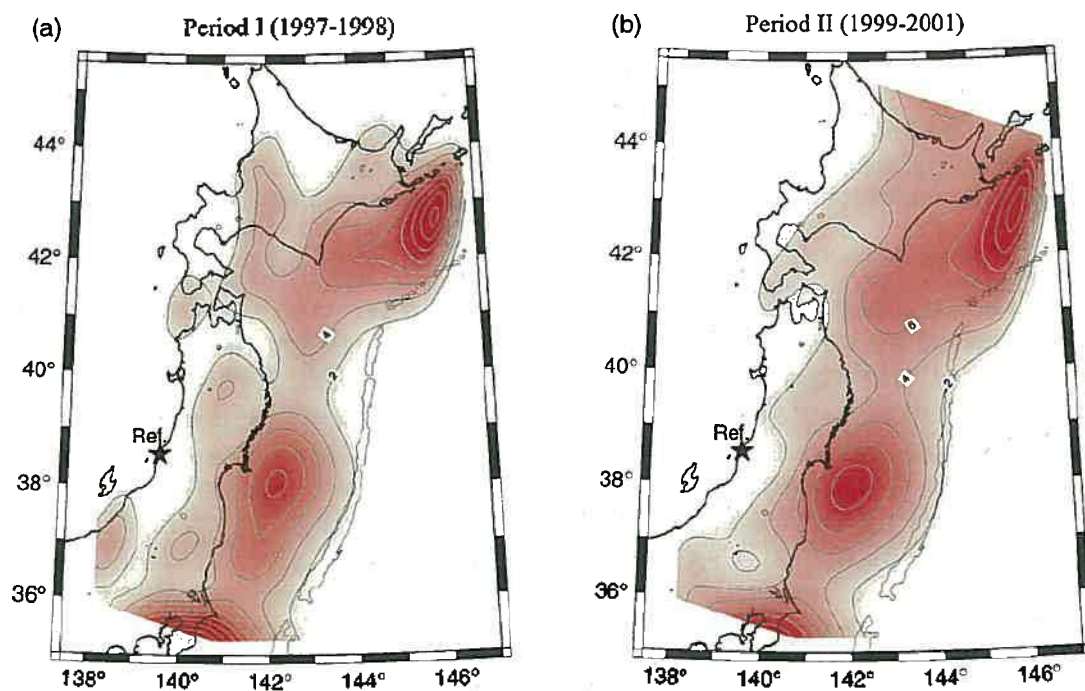


Fig. 10. Distribution of back-slip rate for Period I (a), and II (b), with a contour interval of 2 cm/yr.

図 6.2-26 諏訪・他(2004)によるバックスリップ速度の分布

【参考文献】

- (1)阿部勝征(1978): プレートテクトニクスと島弧の大地震, 金森博雄編, 岩波講座地球科学 8 地震の物理, pp.148-158, 岩波書店.
- (2)佐竹健治・行谷佑一・穴倉正展・澤井祐紀・岡村行信・山木滋(2007): 869 年貞観津波の波源モデル—仙台・石巻平野の津波堆積物分布と浸水シミュレーションに基づく—, 日本地震学会講演予稿集, 2007 年度 秋季大会, (社)日本地震学会, D21-09, p.126.
- (3)佐竹健治・行谷佑一・山木滋(2008): 石巻・仙台平野における 869 年貞観津波の数値シミュレーション, 活断層・古地震研究報告, 現在投稿中.
- (4)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, pp.71-101.
- (5)谷岡勇市郎・佐竹健治(1996): 津波地震はどこで起こるか 明治三陸津波から 100 年, 科学, Vol.66, No.8, pp.574-581.
- (6)Tetsuzo Seno(2002): Tsunami earthquakes as transient phenomena, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL.29, NO.10, 10.1029/2002GL014868.
- (7)松澤 暢・内田直希(2003): 地震観測から見た東北地方太平洋下における津波地震発生の可能性, 月刊 地球, Vol.25, No.5, pp.368-373.
- (8)Tanioka, Y. and T. Seno(2001): Sediment effect on tsunami generation of the 1896 Sanriku tsunami earthquake, Geophysical Research Letters, 28, 17, 3389-3392.
- (9)谷岡勇市郎・佐竹健治(2003): 津波地震の発生メカニズム, 月刊地球, 25, 5, pp.347-354.
- (10)Tetsuzo Seno(2005): The September 5, 2004 off Kii Peninsula earthquakes as a composition of bending and collision, Earth planets Space, 57, 327-332.
- (11)Lay, Thorne, Luciana Astiz, Hiroo Kanamori and Douglas H. Christensen (1989): Temporal variation of large intraplate earthquakes in coupled subduction zones, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 54, 258-312.
- (12)日野亮太・伊藤喜宏・山本楊二郎・鈴木健介・鈴木秀市・宮下誠・友利敏宏・草薮光春・丹下豪 (2007): 2005 年に三陸沖 trench outer rise 域で発生したプレート内地震(M7.1)の余震分布, 日本地震学会講演予稿集, 2007 年度 秋季大会, (社)日本地震学会, B12-04, p.46.
- (13)Abe, Kat. (1977): Tectonic implication of the large Shioya-Oki earthquakes of 1938, Tectonophysics, Vol.41, pp.269-289, 1977.
- (14)Tsuru, Tetsuro, Jin-Oh Park, Seiichi Miura, Shuichi Kodaira, Yukari Kido, and Tsutomu Hayashi(2002): Along-arc structural variation of the plate boundary at the Japan Trench margin: Implication of interplate coupling, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 107, NO. B12, 2357, doi:10.1029/2001JB001664.
- (15)松澤暢・日野亮太・岡田知己・小菅正裕・今村文彦(1998): 三陸沖地震予知総合観測計画, 月刊 地球/号外, No.20, pp.85-89.
- (16)Masanao Shinohara, Ryota Hino, Takashi Yoshizawa, Minoru Nishino, Toshinori Sato, and Kiyoshi Suyehiro(2005): Hypocenter distribution of plate boundary zone off Fukushima, Japan, derived from

ocean bottom seismometer data Hirata et al. (1985), *Earth Planets Space*, 57, 93–105.

- (17) 澤井祐紀・宍倉正展・岡村行信・アオンタン テイン・松浦旅人・高田圭太・藤井雄士郎・佐竹健治(2006): 仙台平野を襲った巨大津波の浸水履歴, 日本地球惑星科学連合 2006 年大会予稿集, S208-009.
- (18) 澤井祐紀・宍倉正展・岡村行信・松浦旅人・高田圭太・Than Tin Aung・小松原純子・藤井雄士郎・藤原治・佐竹健治・鎌滝孝信・佐藤伸枝(2007): ハンディジオスライサーを用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亘理町・山元町)における古津波痕跡調査, 活断層・古地震研究報告, No. 7, pp. 47-80.
- (19) 諏訪謡子・三浦哲・長谷川昭・佐藤俊也・立花憲司(2004): 東北日本沈み込み帯におけるプレート境界の固着状況, 地震 第2輯, 第56巻, pp.471-484.

(2) 最小格子間隔について

本検討において東海サイト付近では、海域及び陸域を 10m 格子間隔でモデル化し津波遡上計算を行っている。現在、実施されている原子力安全・保安院の地震・津波、地質・地盤合同ワーキングにおいて、他の原子力発電所では格子分割の最小格子格子間隔について検討されている。この最小格子間隔について、今後の対応を整理する。

①「原子力発電所の津波評価技術 平成 14 年 2 月 社団法人 土木学会 原子力土木委員会 津波評価部会」

土木学会手法では、港湾が存在する場合は、その港口部付近では港口幅の 1/5 程度以下の計算格子を用いれば港内水位を精度よく計算されるとしている。

②合同 C6-3-1「高速増殖原型炉もんじゅ新耐震指針に照らした耐震安全性評価（地震随伴事象に対する考慮） 平成 20 年 10 月 20 日 独立行政法人日本原子力研究開発機構」

現地調査における「津波ミュレーションにおける港内のメッシュ 25m は粗い印象を受ける。最大波源を対象に 5m クラスのメッシュの場合を想定して、流況が再現できるか検討すること」というコメントに対して、サイト付近を 25m, 12.5m, 6.25m の最小格子間隔で数値計算を実施し比較検討している。

最小格子間隔 25m と 6.25m では、取水口前面における水位の差異は、約 1 割程度であり、津波評価として大きな差異がないことを確認しており、12.5m と 6.25m では、あまり違いが見られない結果となっている。砂移動の評価においては、局所的地形変化に差は出るものの、取水に影響を与える取水口前面における堆積量に差はないことを確認している。

③合同 W23-2-1「柏崎刈羽原子力発電所「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」の改訂に伴う耐震安全性評価地震随伴事象に対する考慮津波に対する安全性 平成 20 年 12 月 4 日 東京電力株式会社」

柏崎サイトは、港口幅の 1/5 程度以下の格子間隔を考えると、最小格子間隔は約 40m 程度で十分ではあるが、水位変動の検討には最小格子間隔 10m を用い、砂移動の検討には最小格子間隔 5m を用いており、特に、最小格子間隔に対するコメントはなかった。

したがって、東海サイトは、港湾施設がなく取水に対する検討ではないため、土木学会(2002)の基準は適用できない。また、取水に対する影響としての砂移動の評価を行わないため、最小格子間隔 6.25m～5m の検討も必要ないと考えられる。本検討における東海サイトの最小格子間隔 10m は、津波による水位変動評価には十分であると考えられる。

しかし、東海サイトの津波による水位変動の検討において、新川河口付近から遡上し評価対象施設近くまで浸水が見られる。この遡上に対して最小格子間隔が十分かコメントされる可能性があるため、新川河口付近をさらに詳細な最小格子間隔 5m を用いて遡上計算を行い、最小格子間隔の妥当性を確認しておく必要があると考えられる。

7. まとめ

(1) 東海サイトにおける現状整理

・文献調査

東海サイトに対する津波の影響について文献調査を行った。この津波の痕跡高及び波源モデルについて整理した結果、東海サイトに大きな影響を与えた津波は、

①1677年延宝房総沖地震津波(近地津波)

②1960年チリ沖地震津波(遠地津波)

であると考えられる。

・他機関の動向調査

国(中央防災会議および地震調査委員会)や茨城県による東海地域の津波評価について整理した。その結果、東海地域に対する津波の評価としては、日本海溝沿いの津波波源域の区分と1677年延宝房総沖地震津波の波源モデルの考え方が問題となることがわかった。

・現地調査

東海サイトの津波解析モデル(地形データ)を作成する際に必要となる、地図及び図面に記載されている標高の確認、対象施設、護岸高さ及び河川形状の把握を目的に現地調査を行った。

(2) 東海サイトのモデル化

津波解析モデル(地形データ)は、日本海溝全域を含む南北1317.6km、東西820.8kmの長方形の領域を計算領域とし、沖合から順次4320m→2160m→720m→240m格子と細分化し、常陸那珂港周辺から東海サイトまで80m→40m→20m→10m格子と陸上地形や河川形状が模擬できるように現地調査結果を踏まえて詳細にモデル化した。

(3) 既往津波に関する検討

・モデル化手法及び数値計算手法の妥当性の検討

モデル化手法及び数値解析手法について、土木学会手法(2002)との比較を示した。さらに、1677年延宝房総沖地震津波の検証計算を行い、本検討でのモデル化手法および計算手法の妥当性を検討した。

・津波の数値シミュレーション

1677年延宝房総沖地震津波及びチリ沖地震津波に対して津波の数値シミュレーションを行い、東海サイト敷地内にある各施設への津波の影響を検討した。なお、1677年延宝房総沖地震津波としては、以下の3つを対象とした。

①土木学会モデル

②土木学会モデル(北側へ80km延長)

③茨城県モデル

②の土木学会 80km 延長モデルでは、核サ研側の真砂橋付近の境界域で浸水深は最大 1.994m となり、茨城県モデルでは 1.495m の浸水深となったが、いずれも対象施設への浸水まで至っていない。なお、①土木学会モデル及びチリ沖津波では、対象施設への浸水の影響はないことがわかった。

(4) 想定津波に関する検討

東海サイトへ影響を与えると考えられる津波として、土木学会手法(2002)に基づく近地・遠地津波の波源を対象し、各施設への津波影響検討を行った。なお、検証計算として用いた 1677 年延宝房総沖地震津波（土木学会モデルを北へ 80km 延長したモデル）、さらに、地震調査委員会(2005)で公表された三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの地震の活動域についても参考としてパラメータスタディの対象とした。

①土木学会に基づく近地・遠地津波

房総沖の想定津波で真砂橋付近で津波高さ T.P.+4.4m と最も大きくなったが、各施設への浸水の影響はない。

②房総沖の近地津波（土木学会 80km 延長モデル）

土木学会 80km 延長モデルによる想定津波では、原科研側海岸前面で津波高さが最大 T.P.+9.5m、真砂橋付近で T.P.+6.9m と大きく、核サ研敷地へ一部が浸水する。

③推本に基づく三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの近地津波

津波地震モデルでは、原科研側海岸前面で津波高さが最大 T.P.+11.6m、真砂橋付近で T.P.+8.5m と大きく、核サ研敷地では浸水し、対象建屋周辺でも 30cm 程度浸水することがわかった。

(5) JAEA 東海サイト敷地内の施設等に対する津波影響評価

・対象施設等への影響評価

東海サイトへ影響を与えると考えられる既往津波及び想定津波による各施設への津波検討結果をまとめ、さらに浸水の影響が大きいと考えられる津波について津波対策の検討を実施した。

・今後の課題と対応に対する提言

中央防災会議や地震調査研究推進本部地震調査委員会では、日本海溝沿いの津波波源域の区分(三陸沖～房総沖)を提案しているが、土木学会(2002)では、福島県・茨城県沖の日本海溝沿いの津波波源域を設定していない。この日本海溝沿いの津波波源域の区分について、最新の知見をまとめた。

また、現在、実施されている原子力安全・保安院の地震・津波、地質・地盤合同ワーキングにおいて、他の原子力発電所での最小格子格子間隔について検討結果を整理し、東海サイトの最小格子間隔に対する今後の対応を提案した。

参 考 資 料

参考資料－１

地震動評価モデルに基づく津波影響検討

参考資料ー1 地震動評価モデルに基づく津波影響検討

1. 検討目的

地震動評価モデルの内、東海サイトの前面海域で発生した 1896 年鹿島灘の地震 (M7.3) の地震モデルを対象に、東海サイトにおける各施設の津波の影響について検討した。

2. 断層モデルの設定

解析で用いた断層モデルは、「19 核サ研 断層モデルによる地震動評価業務 (その 3) 鹿島灘の地震 中間報告書」より、津波の影響が大きいと考えられる断層位置の水深が深く、かつアスペリティのすべり量が大きい CASE4 及び CASE7 とした。報告書による断層パラメータを付表 1 及び付表 2 に、断層モデル図を付図 1 及び付図 2 に示す。

3. 検討結果

断層モデルによる初期変位量を付図 3 及び付図 4 に、検討結果一覧を付表 3 に、東海サイト周辺の最大津波高さ分布を付図 5 及び付図 6 に示す。

これらより、新川 (真砂橋) 付近の津波高さは CASE4 で最大 T.P.+1.440m となり、各施設への浸水の影響はないことがわかる。

付表1 断層パラメータ (CASE4)

断層パラメータ		設定方法	設定結果	モデル化後の値
基準点座標 (断層北東端)		1896年鹿島灘の地震の震央を断層中心とする	36°37' 45" N 141°29' 34" E	36°37'45"N 141°29'34"E
断層上端深さ		推本(2002)のプレート境界面により設定	32.0 km	32.0 km
気象庁マグニチュード		M_J : 垣見マップによる	7.5	7.5
地震モーメント		$M_0=10^{1.5M+9.2}$	2.82E+20 N・m	2.82E+20 N・m
モーメントマグニチュード		$M_w=(\log M_0-9.1)/1.5$	7.6	7.6
走向		推本(2002)のプレート境界面により設定	209°NE	209°NE
傾斜角		推本(2002)のプレート境界面により設定	22°	22°
平均応力降下量		$\Delta\sigma=(7/16)\times M_0/R^3$	2.19 MPa	2.19 MPa
短周期レベル		$A=2.021\times 10^{17}\times (M_0\times 10^{17})^{1/3}$	2.86E+19 N・m/s ²	2.86E+19 N・m/s ²
断層面積		$S=\pi R^2$	4621 km ²	4624 km ²
等価半径		$R=(7\pi M_0\Delta)^{0.5}\times (S/S_a)^{0.25}\times \beta/2$	38.4 km	38.4 km
断層長さ		$L=S^{0.5}$	68.0 km	68.0 km
断層幅		$W=S^{0.5}$	68.0 km	68.0 km
剛性率		佐藤(2003)による($\beta=4\text{km/s}$, $\rho=3\text{g/cm}^3$)	4.80E+10 N/m ²	4.80E+10 N/m ²
平均すべり量		$D=M_0/(\mu S)$	127.1 cm	127.1 cm
破壊伝播速度		$V_R=0.72\beta$ (Geller, 1976)	2.88 km/sec	2.88 km/sec
破壊開始点		パラメータとする	-	-
破壊伝播形式		同心円状	-	-
アスペリティ	面積	$S_a=0.348S$	1610 km ²	1630 km ²
	等価半径	$r_a=(S_a/\pi)^{0.5}$	22.6 km	22.8 km
	応力降下量	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma\times (S/S_a)$	6.27 MPa	6.27 MPa
	平均すべり量	$D_a=2.0D$	254.1 cm	254.1 cm
	地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	1.96E+20 N・m	1.99E+20 N・m
アスペリティ1	面積	$S_{a1}=(S_a\times (2/3))$	1073 km ²	1144 km ²
	等価半径	$r_{a1}=(S_{a1}/\pi)^{0.5}$	18.5 km	19.1 km
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	6.27 MPa	6.27 MPa
	平均すべり量	$D_{a1}=M_{0a1}/\mu/S_{a1}$	281.6 cm	281.6 cm
	地震モーメント	$M_{0a1}=M_{0a}\times S_{a1}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	1.45E+20 N・m	1.55E+20 N・m
アスペリティ2	面積	$S_{a2}=(S_a\times (1/3))$	537 km ²	486 km ²
	等価半径	$r_{a2}=(S_{a2}/\pi)^{0.5}$	13.1 km	12.4 km
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	6.27 MPa	6.27 MPa
	平均すべり量	$D_{a2}=M_{0a2}/\mu/S_{a2}$	199.1 cm	199.1 cm
	地震モーメント	$M_{0a2}=M_{0a}\times S_{a2}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	5.13E+19 N・m	4.64E+19 N・m
背景領域	地震モーメント	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	8.54E+19 N・m	8.50E+19 N・m
	面積	$S_b=S-S_a$	3011 km ²	2994 km ²
	平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	59.1 cm	59.1 cm
	実効応力	$\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$	1.25 MPa	1.25 MPa
短周期レベル(参考)		$A=(A_a^2+A_b^2)^{0.5}$, $A_i=4\pi r_i\sigma_i\beta^2$ ($i=a,b$)	2.96E+19 N・m/s ²	2.98E+19 N・m/s ²
Q値		佐藤(2003)による	154f ^{0.91}	154f ^{0.91}
f_{max}		推本(2002)による	13.5Hz	13.5Hz

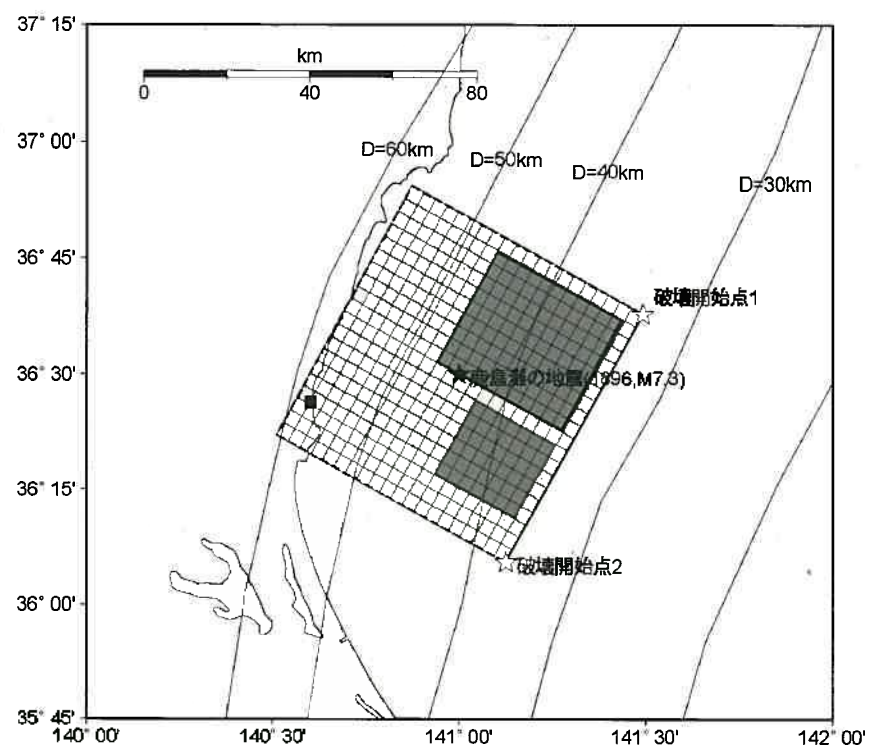
注:「19核サ研 断層モデルによる地震動評価業務(その3) 鹿島灘の地震 中間報告書」より引用

付表2 断層パラメータ (CASE4)

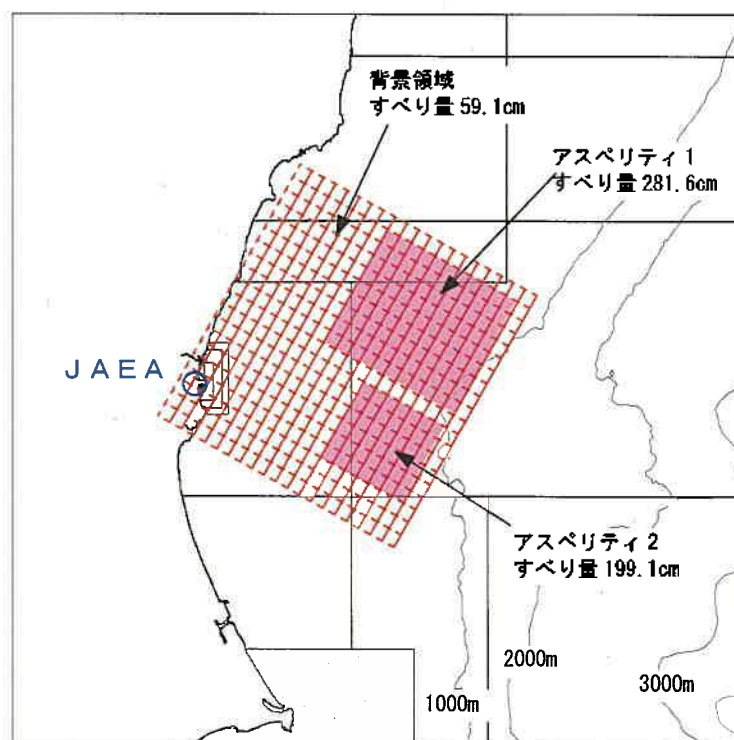
断層パラメータ	設定方法	設定結果	モデル化後の値
基準点座標 (断層北東端)	断層中心がサイト最短となるように設定	36°36' 18" N 141°15' 53" E	36°36'18"N 141°15'53"E
断層上端深さ	推本(2002)のプレート境界面により設定	35.2 km	35.2 km
気象庁マグニチュード	M_J : 垣見マップによる	7.5	7.5
地震モーメント	$M_0=10^{1.5M+9.2}$	2.82E+20 N・m	2.82E+20 N・m
モーメントマグニチュード	$M_w=(\log M_0/9.1)/1.5$	7.6	7.6
走向	推本(2002)のプレート境界面により設定	196°NE	196°NE
傾斜角	推本(2002)のプレート境界面により設定	23°	23°
平均応力降下量	$\Delta\sigma=(7/16)\times M_0/R^3$	2.19 MPa	2.19 MPa
短周期レベル	$A=2.021\times 10^{17}\times (M_0\times 10^3)^{1/3}$	2.86E+19 N・m/s ²	2.86E+19 N・m/s ²
断層面積	$S=\pi R^2$	4621 km ²	4624 km ²
等価半径	$R=(7\pi M_0A)^{0.5}\times (S/S_0)^{0.25}\times \beta/2$	38.4 km	38.4 km
断層長さ	$L=S^{0.5}$	68.0 km	68.0 km
断層幅	$W=S^{0.5}$	68.0 km	68.0 km
剛性率	佐藤(2003)による($\beta=4\text{km/s}$, $\rho=3\text{g/cm}^3$)	4.80E+10 N/m ²	4.80E+10 N/m ²
平均すべり量	$D=M_0/(\mu S)$	127.1 cm	127.1 cm
破壊伝播速度	$V_R=0.72\beta$ (Geller, 1976)	2.88 km/sec	2.88 km/sec
破壊開始点	パラメータとする	-	-
破壊伝播形式	同心円状	-	-
アスペリティ	面積	$S_a=0.348S$	1610 km ²
	等価半径	$r_a=(S_a/\pi)^{0.5}$	22.6 km
	応力降下量	$\Delta\sigma_a=\Delta\sigma\times (S/S_a)$	6.27 MPa
	平均すべり量	$D_a=2.0D$	254.1 cm
	地震モーメント	$M_{0a}=\mu S_a D_a$	1.96E+20 N・m
アスペリティ1	面積	$S_{a1}=(S_a\times (2/3))$	1073 km ²
	等価半径	$r_{a1}=(S_{a1}/\pi)^{0.5}$	18.5 km
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a1}=\Delta\sigma_a$	6.27 MPa
	平均すべり量	$D_{a1}=M_{0a1}/\mu S_{a1}$	281.6 cm
	地震モーメント	$M_{0a1}=M_{0a}\times S_{a1}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	1.45E+20 N・m
アスペリティ2	面積	$S_{a2}=(S_a\times (1/3))$	537 km ²
	等価半径	$r_{a2}=(S_{a2}/\pi)^{0.5}$	13.1 km
	応力降下量	$\Delta\sigma_{a2}=\Delta\sigma_a$	6.27 MPa
	平均すべり量	$D_{a2}=M_{0a2}/\mu S_{a2}$	199.1 cm
	地震モーメント	$M_{0a2}=M_{0a}\times S_{a2}^{1.5}/(S_{a1}^{1.5}+S_{a2}^{1.5})$	5.13E+19 N・m
背景領域	地震モーメント	$M_{0b}=M_0-M_{0a}$	8.54E+19 N・m
	面積	$S_b=S-S_a$	3011 km ²
	平均すべり量	$D_b=M_{0b}/(\mu S_b)$	59.1 cm
	実効応力	$\sigma_b=0.2\Delta\sigma_a$	1.25 MPa
短周期レベル(参考)	$A=(A_a^2+A_b^2)^{0.5}$, $A_i=4\pi r_i\sigma_i\beta^2(i=a,b)$	2.96E+19 N・m/s ²	2.98E+19 N・m/s ²
Q値	佐藤(2003)による	154 $f^{0.91}$	154 $f^{0.92}$
f_{max}	推本(2002)による	13.5Hz	13.5Hz

CASE4 と異なる点

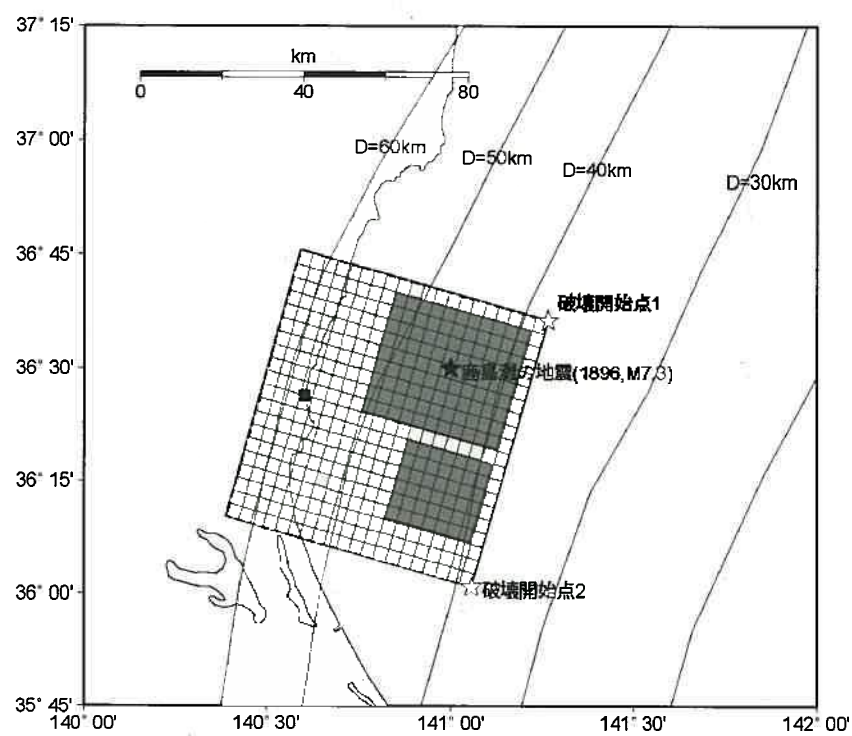
注:「19核サ研 断層モデルによる地震動評価業務(その3) 鹿島灘の地震 中間報告書(その2)」より引用



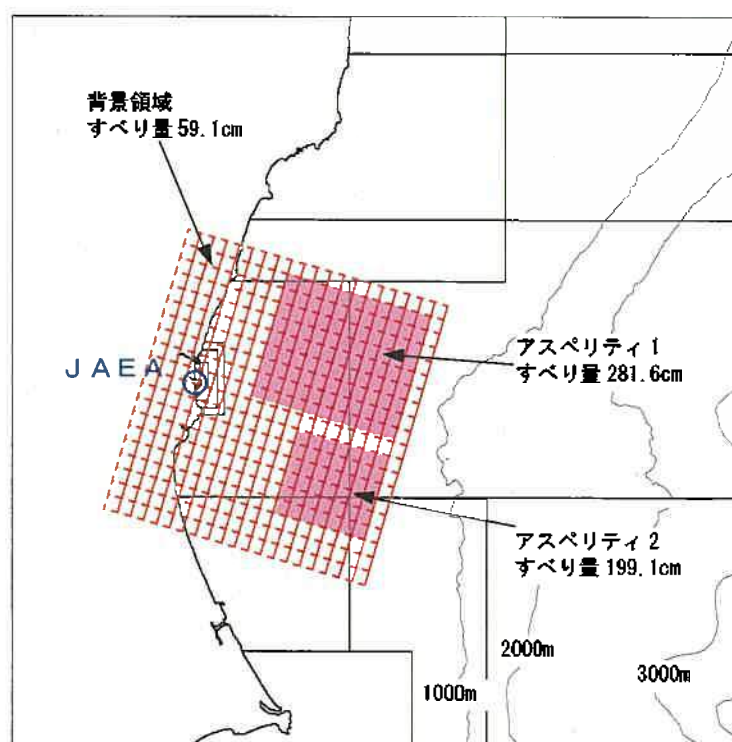
注：「19核サ研 断層モデルによる地震動評価業務（その3）鹿島灘の地震 中間報告書」より引用



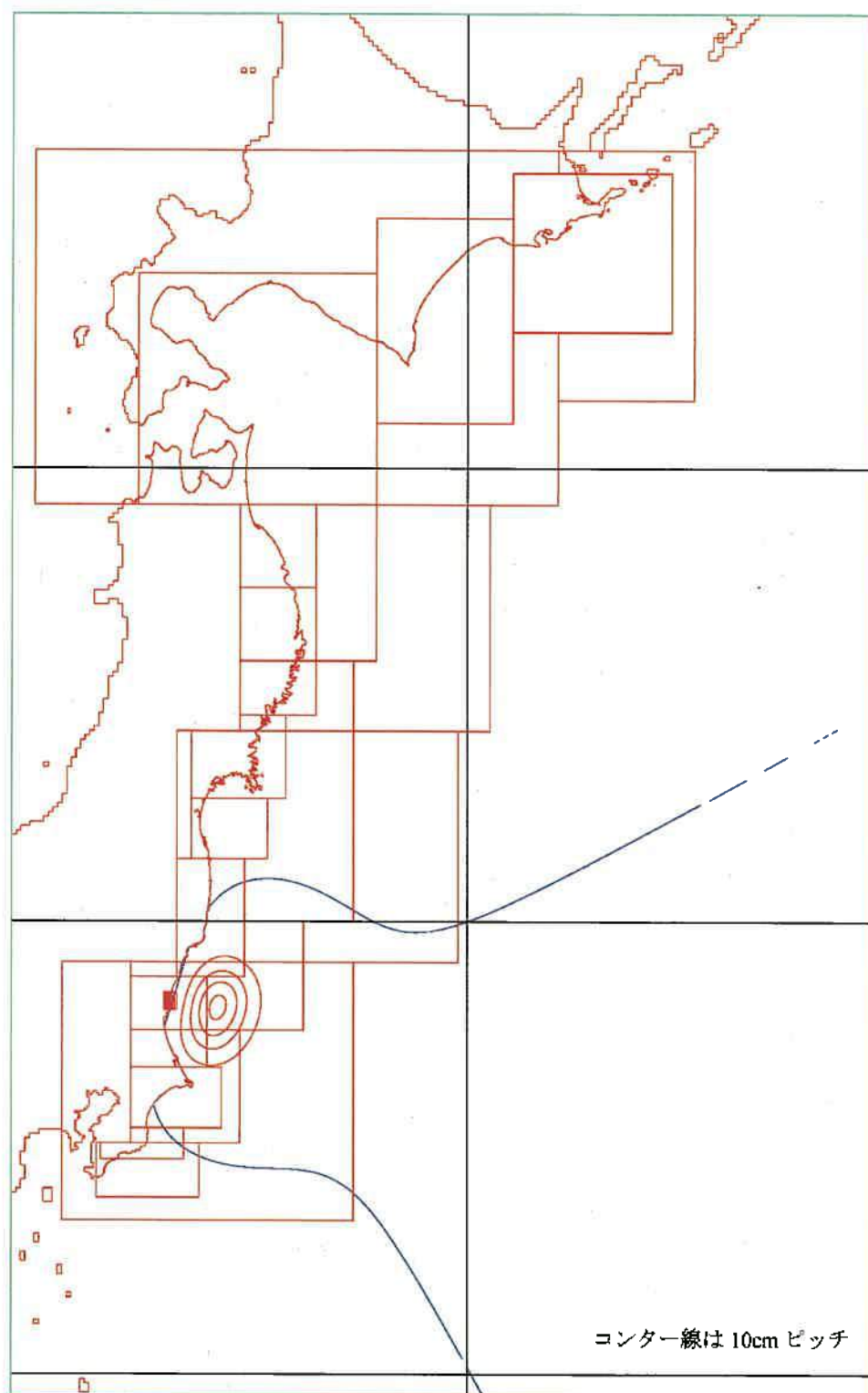
付図1 断層モデル図（CASE4）津波解析用（20×20断層モデル）



注：「19核サ研 断層モデルによる地震動評価業務（その3）鹿島灘の地震 中間報告書」より引用



付図2 断層モデル図 (CASE7) 津波解析用 (20×20 断層モデル)

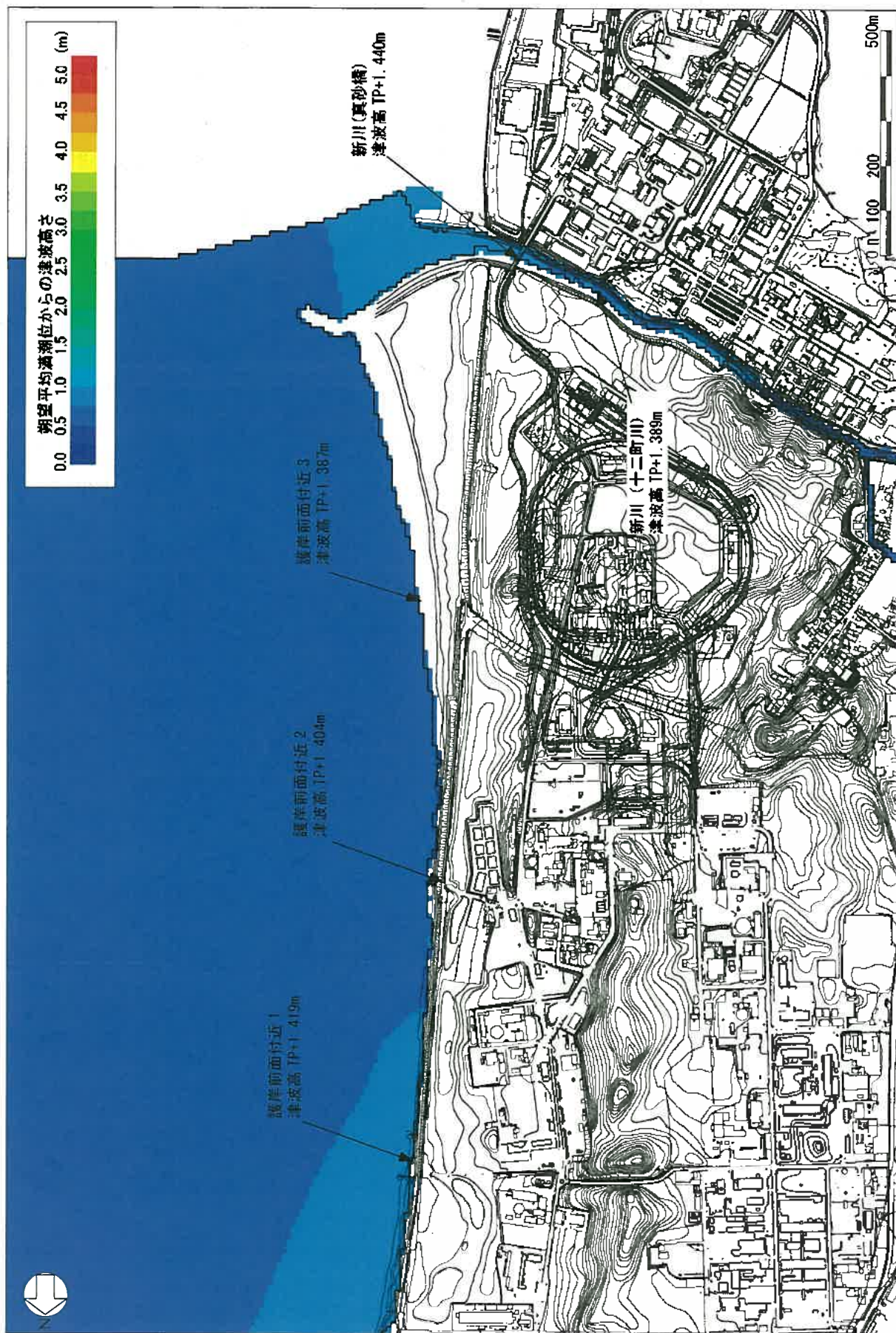


付図 4 地震動モデル(鹿島灘 CASE7)に基づく初期変位量

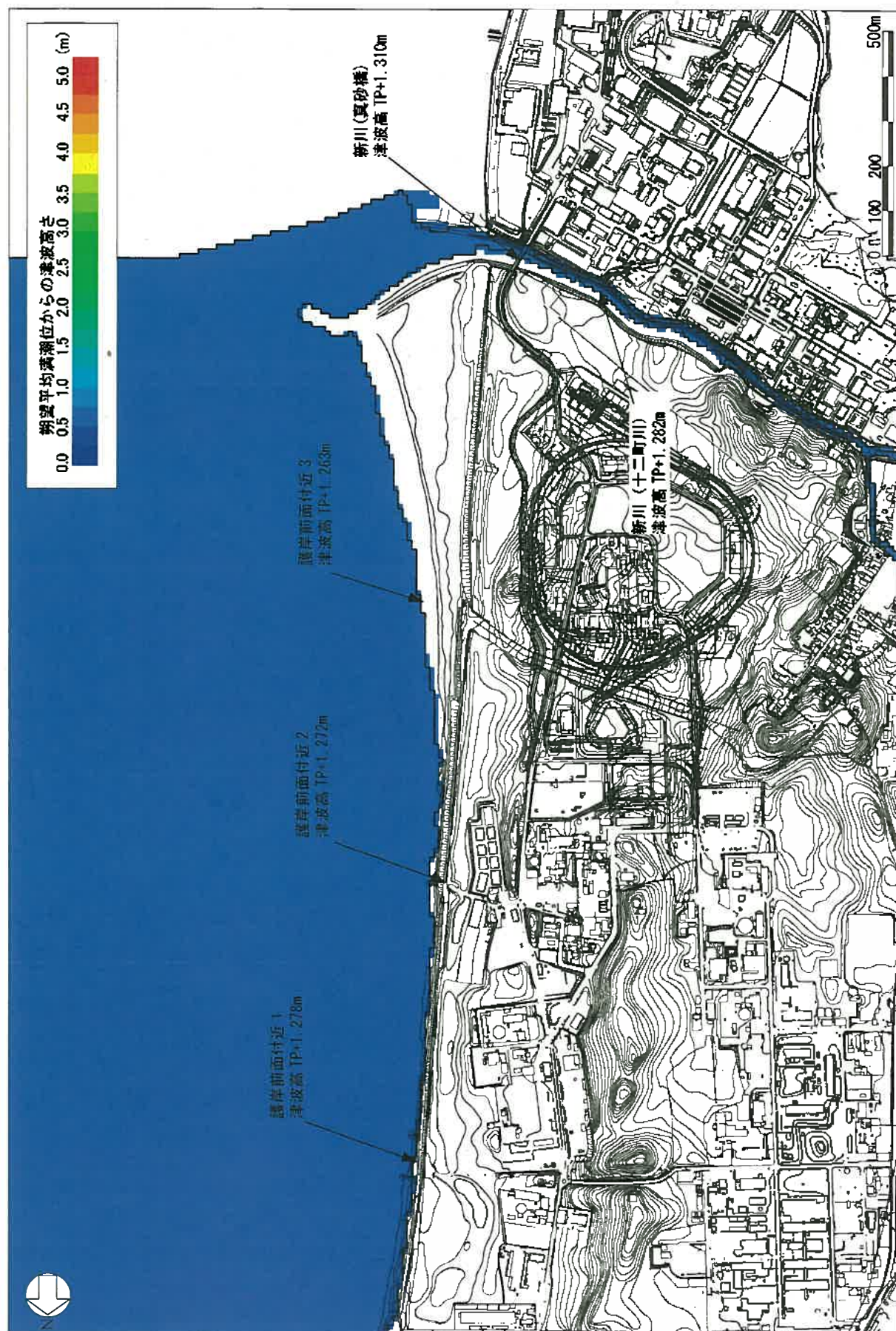
付表 3 地震動モデル(鹿島灘 CASE4 及び CASE7)に基づく検討結果

地震動評価 断層モデル	原子力科学研究所												
	北側エリア						中央エリア						南側エリア
	エリア全域	道路1前面	道路1浸水	道路1護岸前	エリア全域	道路2前面	道路2浸水	道路2護岸前	道路3前面	道路3浸水	道路3護岸前	エリア全域	南側エリア
	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	TP+8.3~8.4m 浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	TP+8.0~8.2m 浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	TP+7.5~7.8m 浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)
CASE4	1.421	1.419	0.000	0.000	1.407	1.404	0.000	1.400	1.387	0.000	0.000	1.385	
CASE7	1.278	1.278	0.000	0.000	1.275	1.272	0.000	1.272	1.263	0.000	0.000	1.259	

地震動評価 断層モデル	核燃料サイクル工学研究所												
	特高変電所～駐車場			駐車場～十二町川			十二町川～真砂橋			真砂橋～河口			新川河口
	範囲全域	敷地境界域	範囲全域	敷地境界域	十二町川(道路)	範囲全域	敷地境界域	十二町川前	範囲全域	敷地境界域	真砂橋下道路	真砂橋下	
	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)	浸水深 (m)	浸水深 (m)	津波高さ (TPm)	津波高さ (TPm)
CASE4	1.438	0.000	1.446	0.000	0.000	1.487	0.000	1.389	1.462	0.000	0.000	1.440	1.474
CASE7	1.317	0.000	1.318	0.000	0.000	1.348	0.000	1.282	1.323	0.000	0.000	1.310	1.316



付図5 地震動モデル(鹿島灘 CASE4)に基づく最大津波高さ分布 (東海サイト周辺)



付図 6 地震動モデル(鹿島灘 CASE7)に基づく最大津波高さ分布 (東海サイト周辺)

参考資料－２

1677 房総沖モデルにおける茨城県による検討と本検討との比較

参考資料－2 1677 房総沖モデルにおける茨城県による検討と本検討との比較

1. 検討目的

茨城県により実施された検討結果と本検討とを比較し、解析条件や解析手法の差異などについて検討した。

2. 解析条件

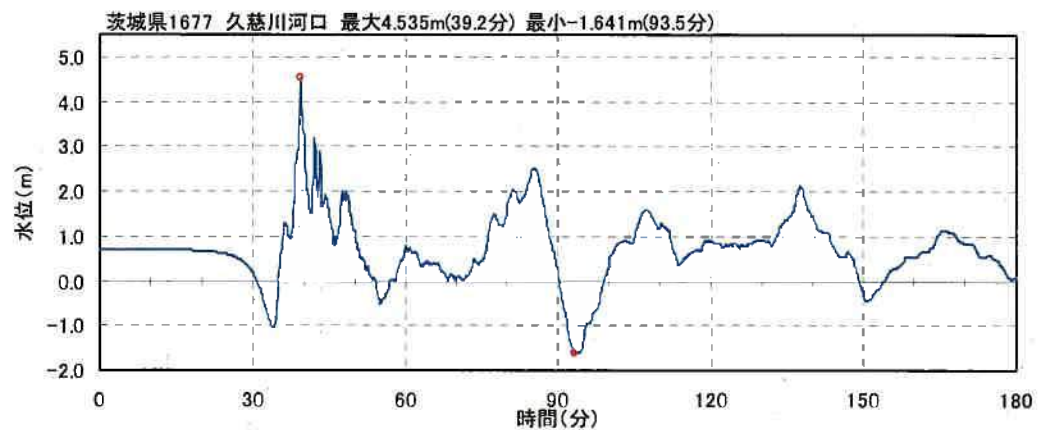
解析で用いた断層モデルは、茨城県により設定された不均質モデルを用い、初期潮位は茨城県により設定された満潮位 TP+70.0cm とした。

比較対象の波形は、付図 1 に示す茨城県により提供された「GIS ビューワ」による①久慈川河口及び②新川河口の 2 点とし、ほぼ同じ地点の波形を出力した。

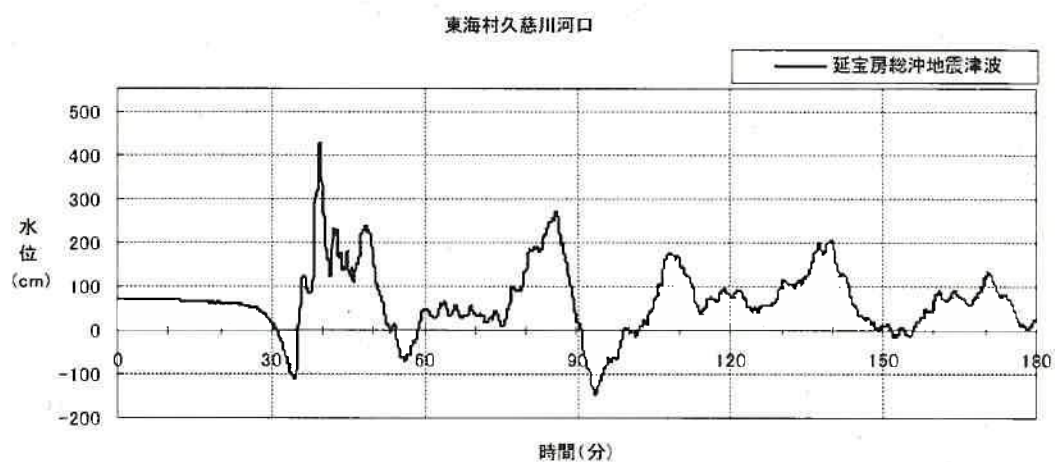
3. 検討結果

水位波形及び両者の水位波形の重ね書きを付図 2 及び付図 3 に示す。また、最大浸水深分布の比較を付図 4 に示す。

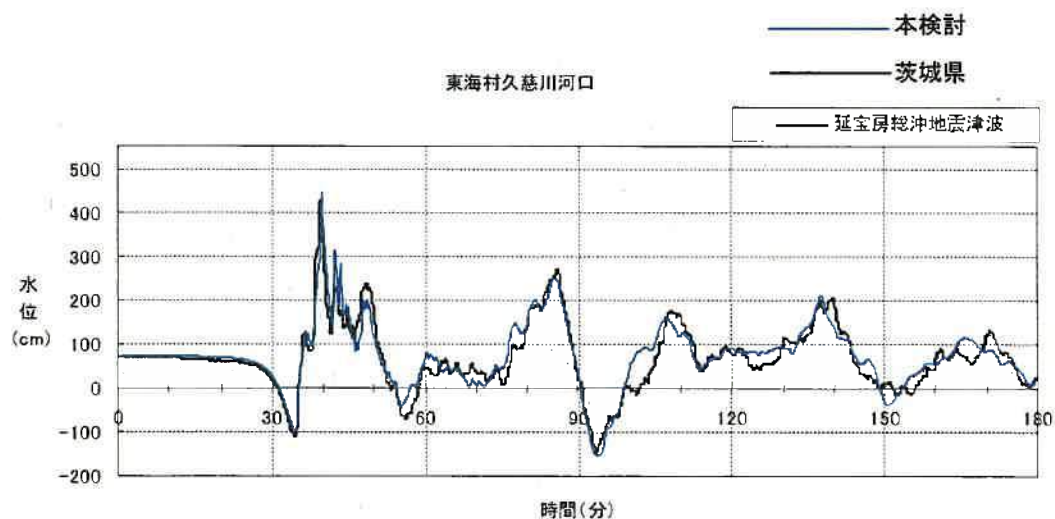
これらの比較より、波形も合っており（特に第一波については良く合っている）、浸水分布もほぼ同じであることから、本検討で用いている解析条件や解析手法は妥当であると考えられる。



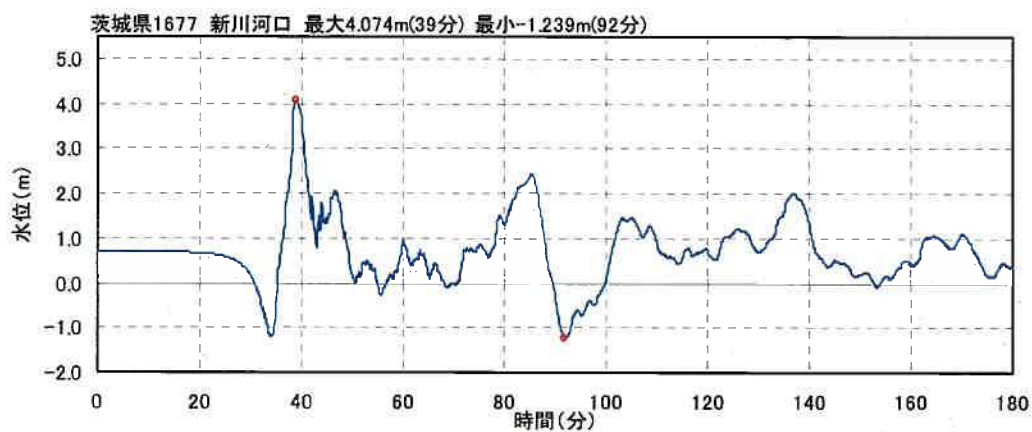
付図 2(1) 本検討による水位波形 (久慈川河口)



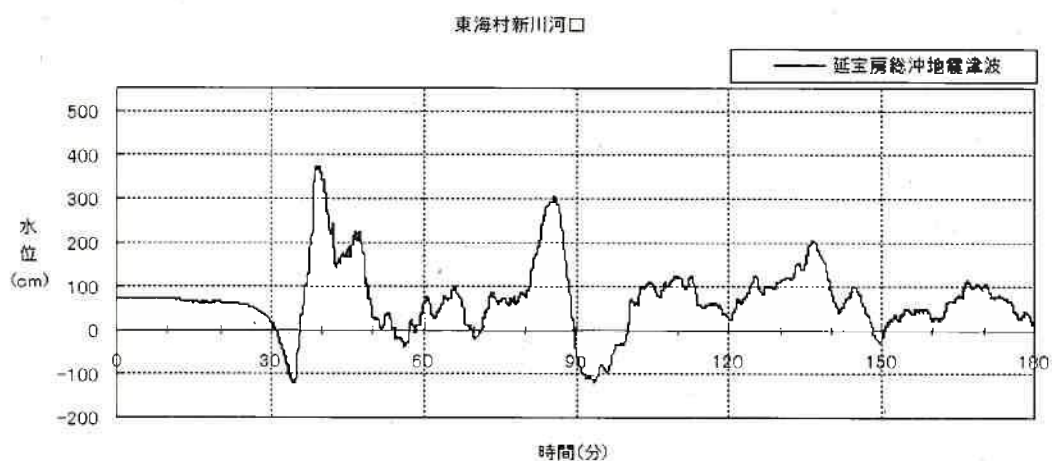
付図 2(2) 茨城県による水位波形 (「GIS ビューワ」より) (久慈川河口)



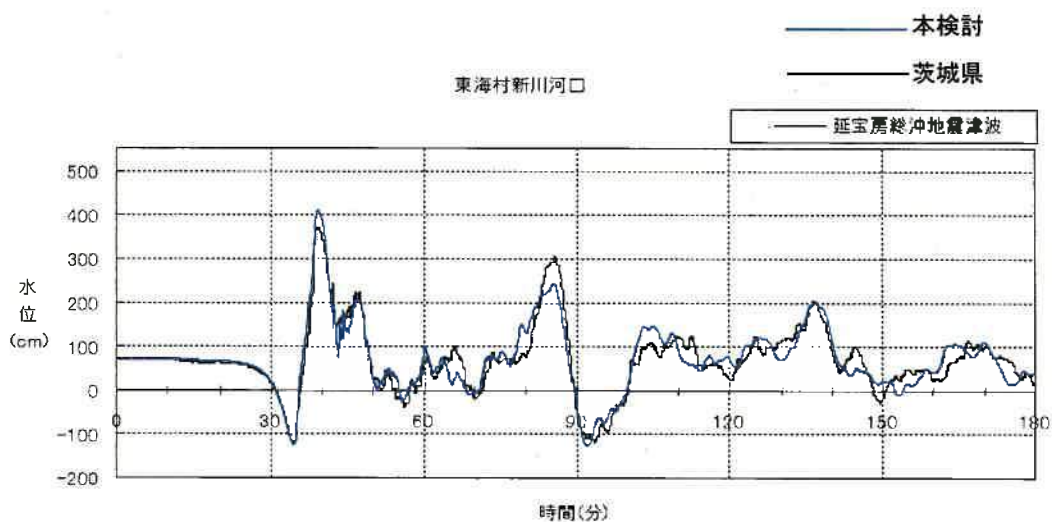
付図 2(3) 茨城県と本検討による水位波形の重ね書き (久慈川河口)



付図 3(1) 本検討による水位波形 (新川河口)



付図 3(2) 茨城県による水位波形 (「GIS ビューワ」より) (新川河口)



付図 3(3) 茨城県と本検討による水位波形の重ね書き (新川河口)

付 録

議 事 録

件 名	19核サ研 地震随伴事象の調査解析業務(津波)
日 時	平成19年10月10日、午後3時30分～5時30分
場 所	日本原子力開発機構 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所
出席者	日本原子力開発機構 建設部 施設技術課 [REDACTED]、[REDACTED]、[REDACTED] 東電設計株式会社 土木本部 [REDACTED] [REDACTED] 営業本部 [REDACTED] 茨城営業所 [REDACTED]
資 料	・実施計画書 ・打合せ資料
議 事 内 容 (1)	
1. 実施計画書 実施計画書について説明し承認された。 提出図書において、参考文献を一部提出する。ただし、製本等となっているものについて、表紙及び主要部分をコピーして提出する。 2. 検討対象津波について 既往津波において、茨城県では中央防災会議で設定している1677年の房総沖地震津波を基に、津波防災の検討を実施している。 この茨城県及び中央防災会議での津波評価について調査し整理する。また、この結果に対して、今後の課題としてまとめる。 この茨城県の実施した資料を貸与された。 資料名：「茨城沿岸津波浸水想定区域調査 報告書(概要版) 平成19年3月 茨城県」 対象津波モデルは、基本的には土木学会モデルとする。 3. 解析モデルについて 常陸那珂港については、現状の形状でモデル化する。 JAEA 東海サイト付近のモデル化に対して、以下に示す図面及びデータについて貸与をお願いした。	

議 事 内 容 (2)

図面及びデータ一覧表

図面及びデータ	問合せ先	期 限
敷地平面図・検討対象地点	日本原子力研究開発機構	10月末まで
新川区域の縦断図・横断図	茨城県河川局	
東海発電所周辺の水深データ ・最新データ ・現状は2004年2月所有	日本原子力発電株式会社 ・最新の深浅測量データの入手は可能か。 ・既往データの使用の場合は承認が必要となる。	11月上旬まで (現地調査後)
常陸那珂港周辺水深データ	茨城県港湾局	

4. 現地調査

JAEA 東海再処理施設の地形、施設配置状況等を現地で確認しておく必要がある。
測量が必要になった場合の対応については建設部で検討する。

現地調査に必要な書類及び申請について、10月末までに連絡をもらうこととする。

5. 次回打合せ

次回の打合せは、現地調査時に敷地のモデル化及び調査箇所等について打合せを実施する。

件 名	19核サ研 地震随件事象の調査解析業務(津波)		
目 的	現地調査		
日 時	平成19年11月14日、午後2時～5時		
場 所	日本原子力開発機構		
調査者	日本原子力開発機構 建設部 施設技術課	■■■■	■■■■
	東電設計株式会社 土木本部	■■■■	■■■■
調 査 内 容			
調査方法 測量ポール及びデジカメを使用して調査する。 (※核燃料サイクル側においては、デジカメ使用制限有り) 現地調査の内容及びその順序を以下に示す。 【原科研側】(図-1 参照) JRR-3棟→燃料サイクル安全工学実験棟→海岸(南側)→海岸(第二排水溝付近) →海岸(第一排水溝付近) 【核サ研側】(図-2 参照) 特高変電所→十二町川→中間開閉所・第2中間開閉所→真砂橋周辺			



図-1 原科研側の現地調査箇所

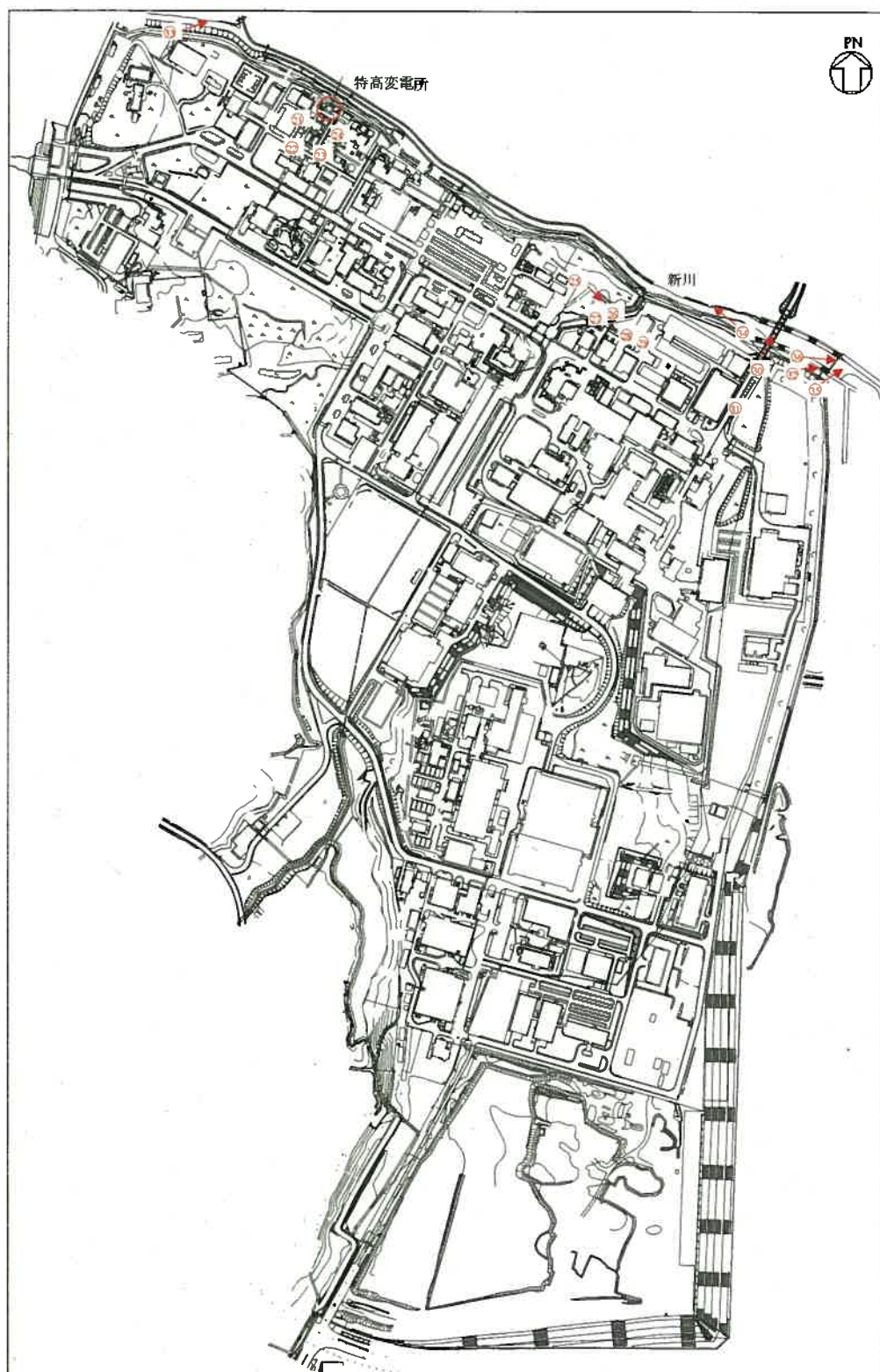


図-2 核サ研側の現地調査箇所

件 名	19核サ研 地震随伴事象の調査解析業務(津波)
日 時	平成20年6月4日、午後1時～4時
場 所	日本原子力開発機構 東海研究開発センター 核燃料サイクル工学研究所
出席者	日本原子力開発機構 [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED] 東電設計株式会社 [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED], [REDACTED]
資 料	・1677年延宝房総沖地震津波 ・津波解析モデル及び解析条件 ・想定津波の検討(土木学会評価基準に基づくモデル) ・想定津波の検討(1677房総沖の再検討に基づくモデル) ・想定津波の検討(日本海溝寄りの津波地震モデル, 正断層モデル) ・付録 茨城県による1677房総沖モデルと本検討との比較 ・まとめ及び今後の課題
①検討結果について 津波検討結果として、既往の土木学会手法では、主要施設への影響はほとんどなく、茨城県により新しく設定した房総沖モデルでは、敷地への遡上は見られ、推本による日本海溝寄りの断層モデルでは、主要施設への影響が考えられる。現段階では、推本による検討方針も採用するとしている。 ②日本海溝寄りの津波地震の断層モデルについて 推本による日本海溝寄り断層モデルの長さ200km, 幅50kmを採用して, M_w を8.2(推本の M_t)から8.3(土木学会の三陸沖, 新しい房総沖)への拡張を考えると, すべり量は現在検討している値より大きくなり, 津波高さもさらに大きくなることが予想される。また, 三陸沖と新しく設定した房総沖の断層モデルは, 同じ $M_w 8.3$ であることから, 平均的な断層モデルの大きさを採用すると, すべり量は三陸沖と房総沖の断層モデルの中間的な値となり, 津波高さも日本海溝寄り津波地震よりは小さくなることが予想される。このように, 日本海溝寄りの断層モデルの設定については, まだ検討余地が残されていると考えられる。 ③津波対策について 推本による日本海溝寄りの津波地震を採用すると, 津波高さは最大で, 津波に対する対策が必要となる。一例として, 敷地への浸水を防止する防潮壁による対策が挙げられ, 新川に沿った防潮壁について予備検討を行う。	

④地震随件事象としての津波検討

地震随件事象としての津波を検討する場合、活断層による津波検討が残されているが、現段階では、地震動の設定において前面海域に活断層は設定していない。

⑤今後の予定

当初予定の土木学会手法では、津波による敷地への影響はほとんど見られないが、その後の他電力が採用している茨城県や推本による検討方針を採用すると敷地への影響が発生する。現段階では、これらのまとめ方の方針も不明確であり、他電力の動向に合わせて整理していくこととなる。そのため、工期延長が予定されている。

以上