

7. 津波浸水シミュレーション

7.1 津波浸水シミュレーションの目的

これまでの津波対策は、主にハード整備を中心に行われてきたが、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災における津波のような大規模な津波に備えるためには、ハード整備のみならずソフト施策を組み合わせた津波防災地域づくりを進めていく必要がある。

津波浸水シミュレーションは、津波があった場合に想定される浸水域・浸水深(津波の浸水想定)を設定するためのものであり、科学的知見に基づいて設定される津波浸水想定区域・浸水深等の情報を周知するとともに、津波ハザードマップ作成のための基礎資料となることを目的としたものである。また、地域防災計画等の基礎資料となる津波による被害想定調査を実施する際の外力としての役割も含まれる。

次節より、津波浸水シミュレーションの手法、波源となる津波断層モデルについて説明し、シミュレーション結果を示す。

なお、津波防災地域づくりは、被災地だけでなく、全国各地で推進することが求められる。そのため、津波防災地域づくりのための一般的な制度を創設する必要が生じたことから、津波防災地域づくりに関する法律(平成 23 年法律第 123 号)が定められている。

【参考】用語説明

表-7.1.1 用語の意味

用語	概要
浸水域	海岸線から陸域に、津波が遡上することが想定される区域。
浸水深	陸上の各地点で、水面が最も高い位置に来たときの、地面から水面までの高さ。
津波高 (津波の水位)	津波により上昇した、海岸線における海面の高さ。
遡上高	津波が、海岸線から陸域に遡上した場合の、遡上した地点の標高。
東京湾平均海面(T.P.)	全国の標高の基準となる海面の高さ。
朔望平均満潮位	朔(新月)及び望(満月)の日から 5 日以内に観測された各月の最高満潮面の平均値。

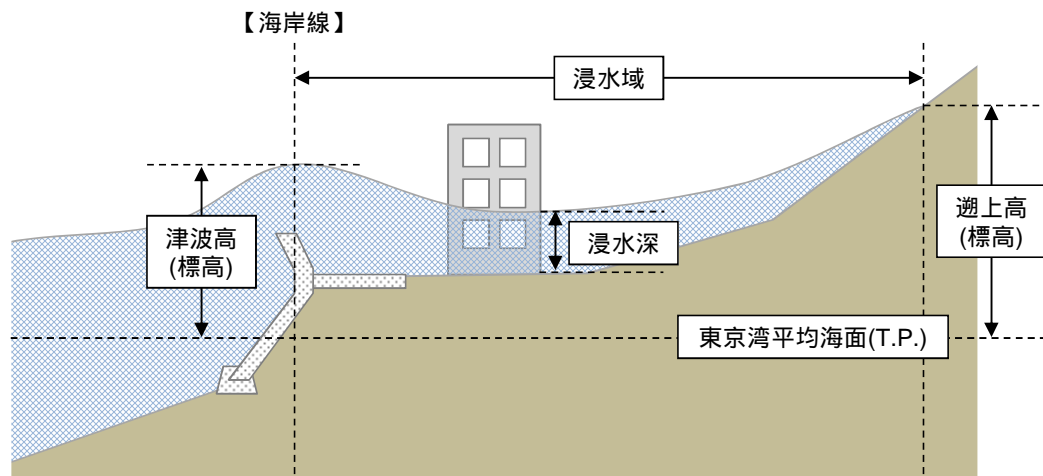


図-7.1.1 用語解説の模式図

7.2 津波浸水シミュレーションの手法

7.2.1 津波浸水シミュレーションの流れ

地震の断層モデルから計算された初期水位(地盤変動量)を基に、外洋から沿岸への波の伝搬、陸域の津波の遡上を連続して数値計算を行う。

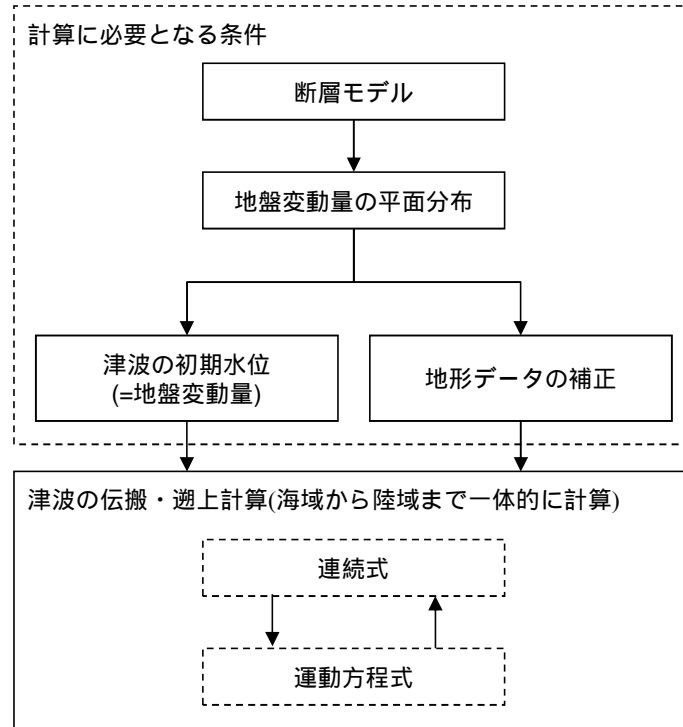


図-7.2.1.1 津波浸水シミュレーションの流れ

7.2.2 支配方程式

波源条件として海面の初期水位分布(初期地盤変動量)を設定し、津波予測モデルには Navier-Stokes の運動方程式と流体の連続式を基礎式とした非線形長波方程式(平面二次元非定常モデル)を用いる。

【連続式】

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (7.1)$$

【運動方程式】

$$\underbrace{\frac{\partial M}{\partial t}}_{\text{時間項}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{D} \right)}_{\text{移流項}} + \underbrace{gD \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right)}_{\text{水面勾配項}} + \underbrace{\frac{gn^2}{D^{7/3}} M \sqrt{M^2 + N^2}}_{\text{摩擦応力項}} = 0 \quad (7.2)$$

$$\underbrace{\frac{\partial N}{\partial t}}_{\text{時間項}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{D} \right)}_{\text{移流項}} + \underbrace{gD \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right)}_{\text{水面勾配項}} + \underbrace{\frac{gn^2}{D^{7/3}} N \sqrt{M^2 + N^2}}_{\text{摩擦応力項}} = 0 \quad (7.3)$$

ここで、 h は水深、 η は静水面からの水位変化量、 D は水底から水面までの全水深である。

$$D = \eta + h \quad (7.4)$$

さらに、 g は重力加速度、 n は Manning の粗度係数である。 M 、 N は x 、 y 方向の全流量フラックスで、水底から水面まで水平流速 u 、 v を積分して、

$$M = u(\eta + h) = uD, \quad N = v(\eta + h) = vD \quad (7.5)$$

で与えられる。

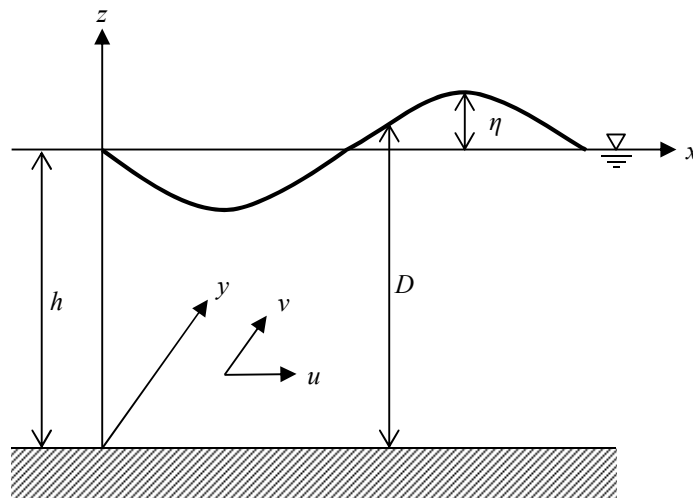


図-7.2.2.1 支配方程式の座標系

7.2.3 境界条件

(1) 陸側境界

陸上への遡上を扱う場合には、岩崎・真野(1979)の方法を用いる。下図に示すように波先端部での地形を階段状に考え、陸側格子点の地盤高 h より海側格子点の水位が高い場合に、その差を実水深 D として流量を計算する。

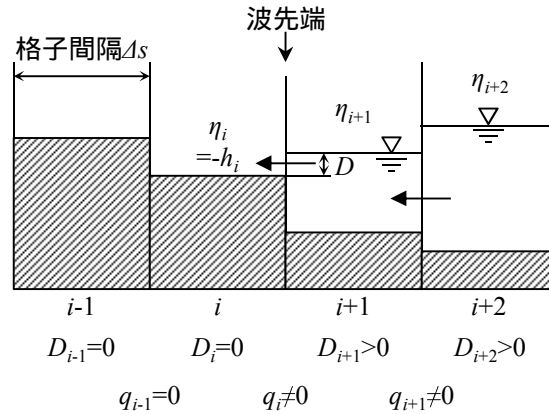


図-7.2.3.1 陸域遡上の境界条件

陸域に遡上する箇所以外では、海岸は直立壁と考え完全反射とする。すなわち、岸に直角な流量の成分を 0 と与える。

(2) 沖側境界

沖側境界は完全無反射で通過するものと仮定する。

(3) 打ち切り水深

津波先端部での計算の打ち切り水深は 0.1cm とする。

7.2.4 計算条件

(1) 津波の初期水位

津波の初期水位は、秋田県で想定されている海域地震の断層パラメータから計算される海底基盤の鉛直変位分布(初期地盤変動量)を海面に設定する。また、想定地震に伴う初期地盤変動量は、初期変動条件として設定地盤高からの変位として反映する。

【波源モデルと初期地盤変動量】

断層パラメータを用いて、Mansinha and Smylie(1971)の方法により求めた海底の初期地盤変動量を海面の鉛直変位として設定する。また、設定した断層面基準点(緯度、経度)に該当するメッシュから断層長さ L と幅 W に囲まれる範囲で、すべり量 U から求められるずれを初期地盤変動量として設定する。

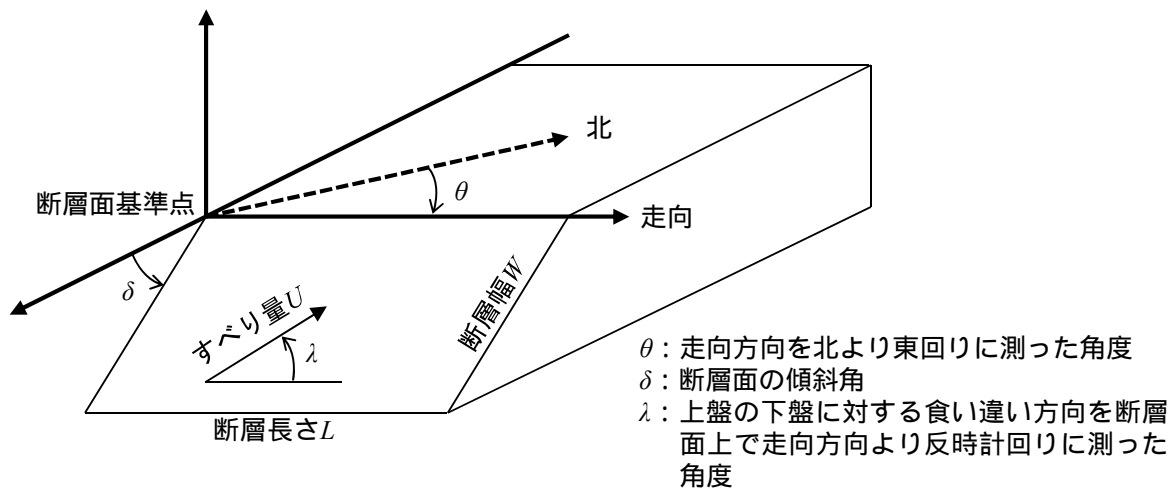


図-7.2.4.1 断層パラメータの定義

(2) 潮位及び河川流量

潮位は、夏季・大潮の満潮時、T.P.+0.6m(平成8年度秋田県地震被害想定調査を踏襲)とする。また、一級河川については、平水流量(185日/365日)を河川流量として与える。

(3) 地形条件

海域や陸域の地形は、津波の伝搬・遡上に大きく影響する。津波浸水シミュレーションにおいては、格子状の数値情報を入手し、地形データを作成する。

(4) 計算領域及び計算格子間隔

計算対象領域：秋田県全域。想定地震の波源域を含む広域～津波の遡上が想定される領域を対象として設定する。

計算格子間隔：格子分割方法は直交直角座標格子とし、広域から河川及び陸上の詳細地形を表現できるように順次細分化した格子を設定する(1350m 450m 150m 50m 10mの5段階)。

Mansinha, L. and D. E. Smylie: The displacement fields of inclined faults, Bulletin of Seismological Society of America, Vol.61, pp.1433-1440, 1971.

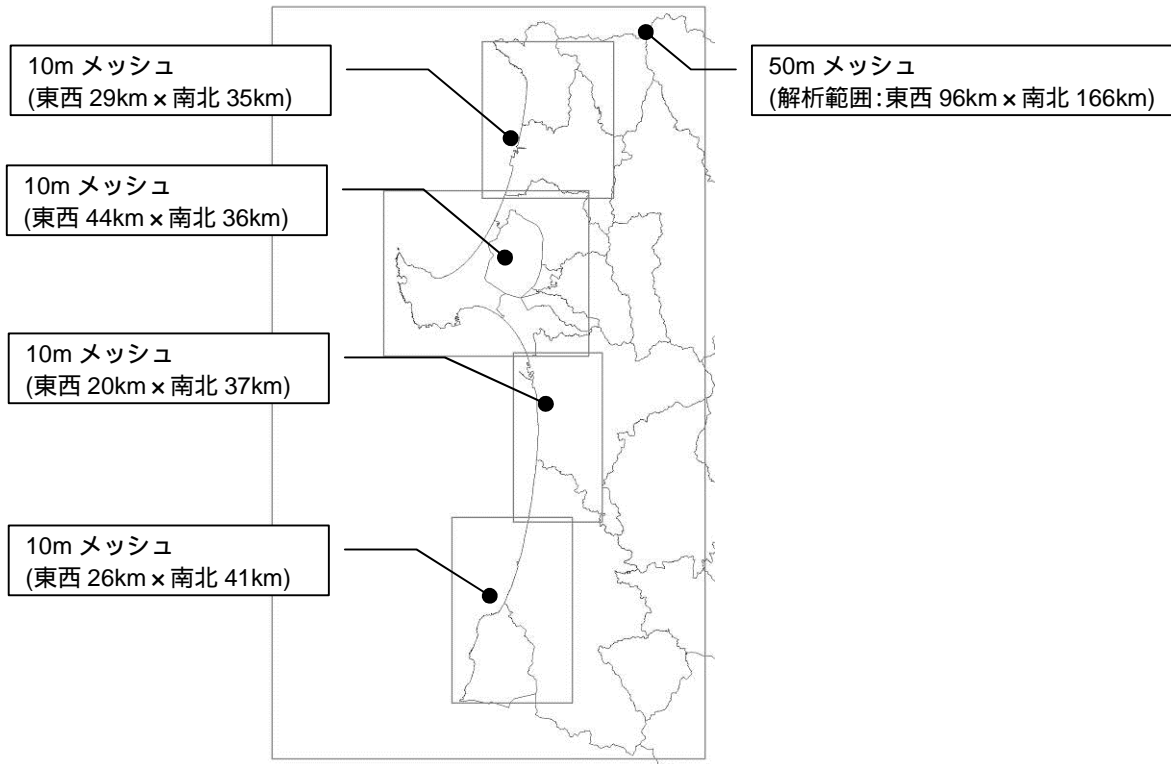
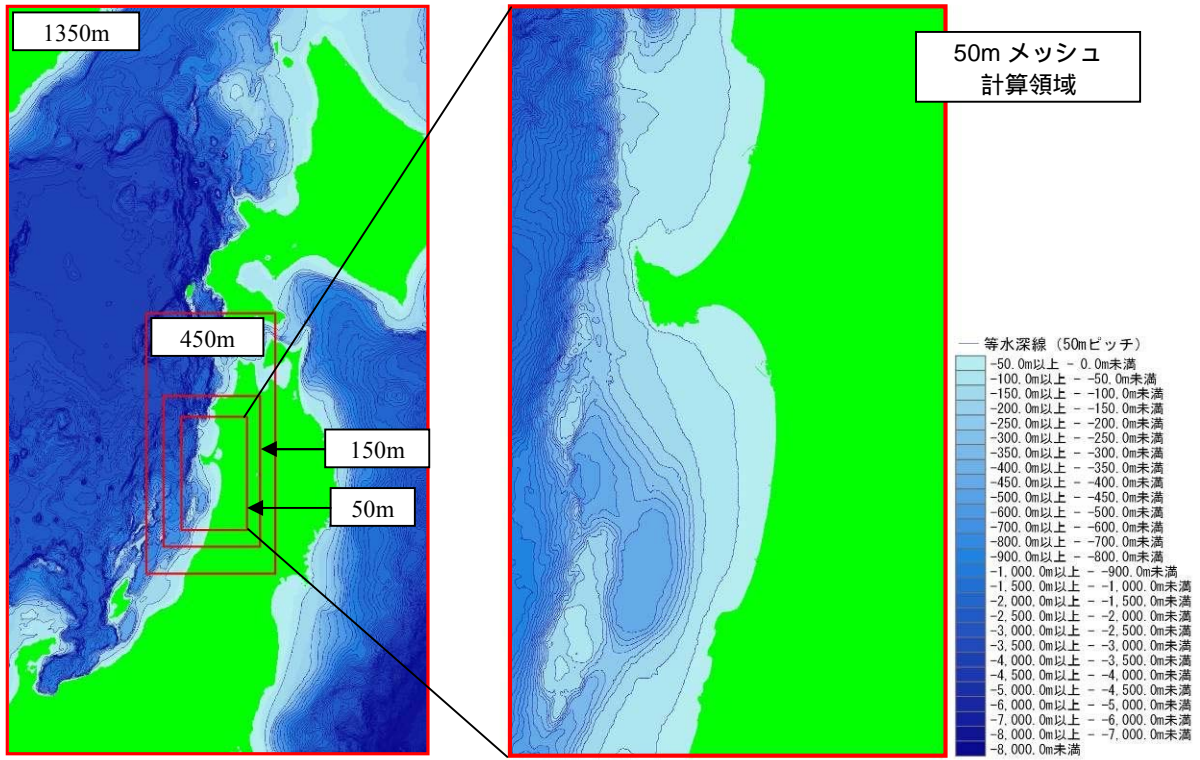


図-7.2.4.2 計算対象領域

【計算領域の接続】

一般的に津波の数値計算を行う場合、沖合から対象地点沿岸にかけて順次細分化した計算格子領域を結合して計算を行う。可変格子の間隔については、3分割もしくは5分割とする。以下に、3分割の場合の格子の接続の考え方を示す。

運動方程式における流量(質量輸送量)算定は、計算格子辺の両側の対象となる水位変動量 η が必要となる。すなわち、以下の点における水深 h 及び水位変化量 η を求めておく必要がある。それぞれの値を h で代表し説明すると、以下ようになる。

$$1) \quad h = \frac{1}{3}(2 \times h_3 + h_2)$$

$$2) \quad h_x = \frac{1}{2}(h + h_1) = \frac{1}{3}h_3 + \frac{1}{6}h_2 + \frac{1}{2}h_1$$

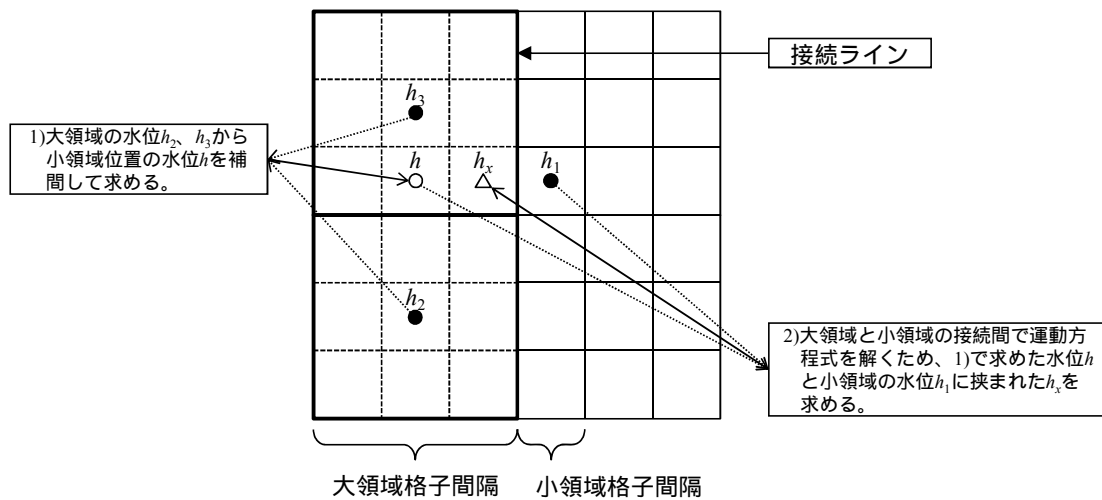


図-7.2.4.3 格子間接続の格子点配置(水位)

次に、連続式における水位変動量 η の算定は、隣接する4つの計算格子の流量が必要になる。下図の場合、小領域に隣接する計算格子の流量 q_0 は、以下ようになる。

$$q_0 = q_1 + q_2 + q_3$$

大領域から小領域への計算は水位を、小領域から大領域への計算は流量を伝達し、異なる格子間隔の領域間において連続的に接続する。

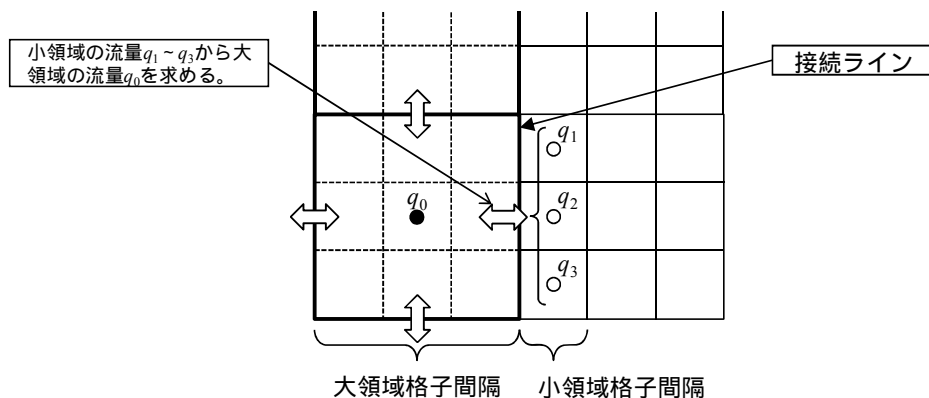


図-7.2.4.4 格子間接続の格子点配置(流量)

(5) 粗度係数

津波が沿岸域に到達し、陸域に遡上する際には、海底や地面による抵抗が無視できなくなるため、津波浸水シミュレーションに用いる運動方程式において、以下の摩擦項を考慮する。

$$\frac{gn^2M}{D^{7/3}}\sqrt{M^2+N^2}, \quad \frac{gn^2N}{D^{7/3}}\sqrt{M^2+N^2} \quad (7.6)$$

ここで、 n は Manning の粗度係数であり、海域では 0.025 程度の値が一般的に用いられる。陸上では、遡上した津波が市街地の建築物等によって受ける抵抗など土地利用状況に応じて数種類に分けて設定する。

表-7.2.4.1 粗度係数の設定例

土地利用	粗度係数(m ^{-1/3} ・s)
住宅地	0.040 ~ 0.080
工場地等	0.040
農地	0.020
林地	0.030
水域	0.025
その他(空き地、緑地)	0.025

(出典：小谷ら(1997)、「GISを利用した津波遡上計算と被害推定法」、海岸工学論文集第45巻)

土地利用の分類は、国土数値情報(土地利用メッシュのうち、1/10 細分区画土地利用データ(100mメッシュ))、オルソ画像データや地形図の読み取りから設定する。

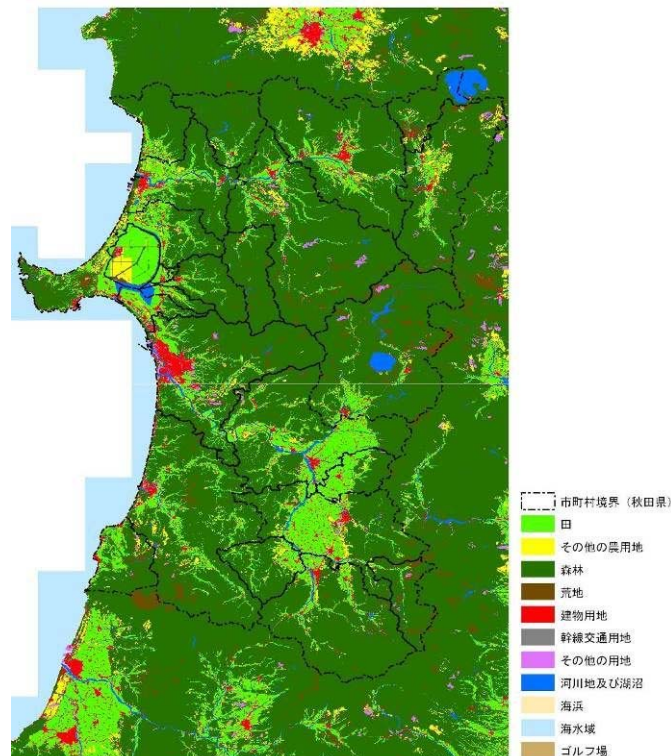


図-7.2.4.5 土地利用分類図(国土数値情報：国土交通省国土政策局)

(6) 各種施設の取り扱い

地盤より高い線的構造物については、計算格子間隔より幅が広いものは地形データとして、狭いものは越流境界条件を適用する格子境界として設定する。

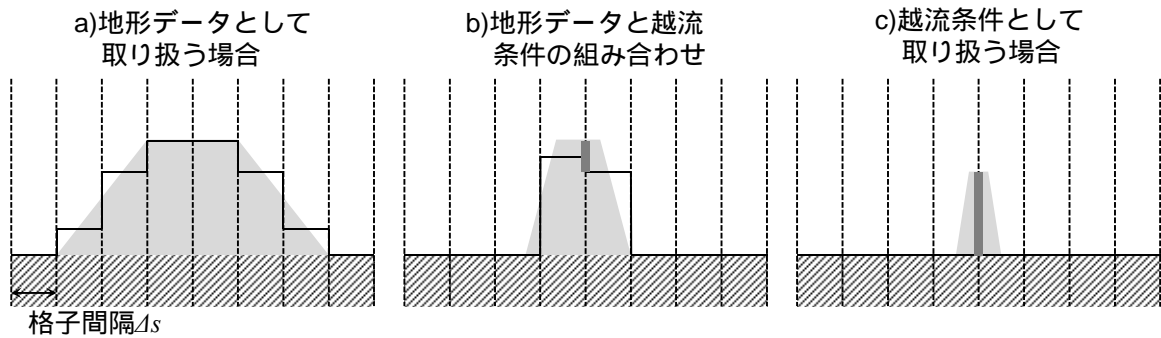


図-7.2.4.6 構造物の取り扱いのパターン

海岸堤防や河川堤防等の天端上での越流については、水位が天端高を越えた場合、本間の越流公式を用いて、単位幅あたりの越流量を計算する。

$$Q = 0.35H_1\sqrt{2gH_1}, \quad H_2 \leq \frac{2}{3}H_1 \quad (\text{完全越流}) \quad (7.7)$$

$$Q = 0.91H_1\sqrt{2g(H_2 - H_1)}, \quad H_2 > \frac{2}{3}H_1 \quad (\text{もぐり越流}) \quad (7.8)$$

ここで、 H_1 、 H_2 は天端高を基準とした堤防前後の水位である。

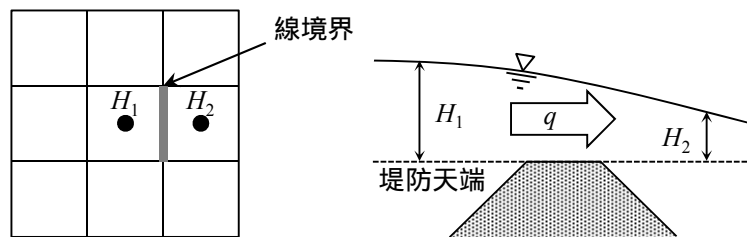


図-7.2.4.7 越流境界条件の模式図(線境界の場合)

海岸堤防や河川堤防等、施設諸元が明らかなものは、施設としてモデル化し計算を行う。

モデル化した施設に対して、計算は「施設なし」と「施設あり」の2ケースを行う。このとき、「施設なし」の計算では、計算開始当初からモデル化した施設を除外する。一方、「施設あり」の計算では、津波が越流し始めた時点で「破壊する」ものとし、破壊後の形状は「施設なし」の場合と同等となる。

【施設のモデル化に関する特記事項】

- 1) 海岸・港湾・漁港等の施設は、秋田県及び県内市町村から借用した施設台帳等を基にモデル化した。また、一級河川(米代川、雄物川、子吉川)の河川堤防は、国土交通省及び秋田県から借用した施設台帳や横断測量図等を基にモデル化した。
- 2) 二級河川は施設諸元が不明であったため、横断測量図の代替として借用した航空レーザー測量データを用いて、「施設」ではなく「地形」としてモデル化した。
- 3) 八郎瀧干拓地を囲む堤防について、施設諸元が不明であったため、航空レーザー測量データを用いて、「施設」ではなく「地形」としてモデル化した。ただし、日本海中部地震の際、同堤防部において液状化による被災実績があることから、「施設なし」の計算に当たっては、堤防の沈下を考慮することとした。堤防の沈下は、地震後に比高が75%沈下(河川堤防の既往地震による沈下実績における最大沈下率)するものと仮定する。
- 4) 船越水道の防潮水門は、津波警報が発令された段階で全開にするという操作規則に従い、開放された条件により計算を行う。

(7) 計算時間間隔

計算格子間隔に対する計算の安定性等を考慮して、下記に示す条件を満たすように設定する。

$$\Delta t \leq \frac{\Delta s}{\sqrt{2gh_{\max}}} \quad (7.9)$$

ここで、 Δt は計算時間間隔、 Δs は計算格子間隔、 h_{\max} は最大水深、 g は重力加速度である。本計算では、計算時間間隔を 0.1s とした。

7.2.5 再現性の検討その1 (1983年日本海中部地震)

(1) 計算条件

7.2.4 に示した計算条件では最小 10m メッシュ、計算時間間隔を 0.1s としたが、検証計算では最小 50m メッシュ、計算時間間隔を 0.3s として行う。また、日本海中部地震の断層パラメータは表-7.2.5.2 に示す相田(1984)によるものとし、その他は上述した計算条件に従う。表-7.2.5.1 に検証計算の条件を示す。

表-7.2.5.1 計算条件(日本海中部地震)

項目	設定内容
計算範囲	・震源域を含む広域の計算範囲
格子間隔	・最小メッシュ 50.0m : 1350m 450m 150m 50m に設定
基礎方程式	・非線形長波理論式を基礎方程式としたモデル
沖側境界条件	・自由透過条件 ・接続領域の境界は、外側の領域の水位・流量を引き継ぐように設定
潮位条件	・日本海中部地震発生時潮位 T.P.+0.3m(秋田県地震被害想定調査報告書(H9.3)より)
粗度係数	・海域: 0.025 ($s/m^{1/3}$) ・陸域: 土地利用による
地盤変動量	・日本海中部地震の断層パラメータより Mansinha and Smylie (1971)の方法で地盤変動量を求める。
計算時間間隔	0.30 秒
計算時間	津波発生後 6 時間

表-7.2.5.2 断層パラメータ(日本海中部地震、相田(1984))

断層モデル	経度 (°)	緯度 (°)	深さ (km)	走向 (°)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	長さ (km)	幅 (km)	すべり量 (m)
日本海中部地震	138.84	40.21	2	22	40	90	40	30	7.60
	139.02	40.54	3	355	25	80	60	30	3.05

出典：秋田県地震被害想定調査報告書(平成9年3月)

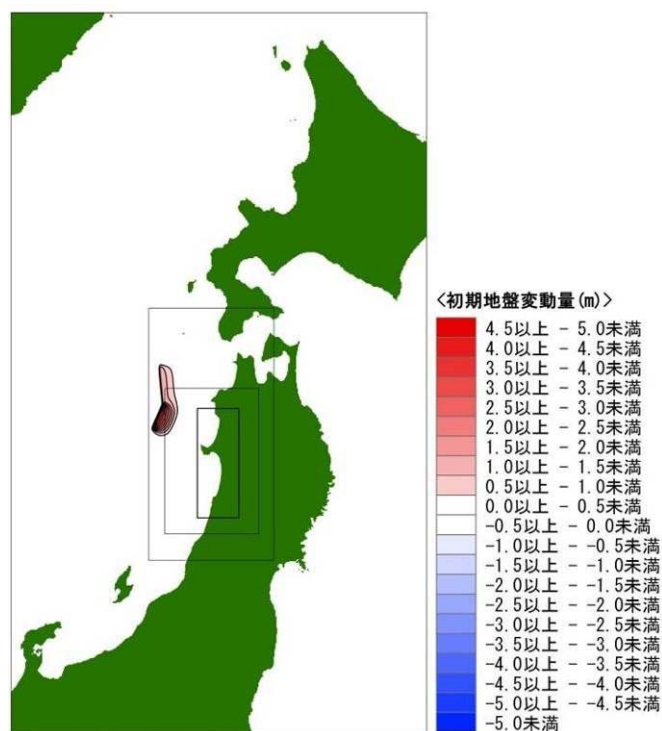


図-7.2.5.1 初期地盤変動量分布図(日本海中部地震、相田(1984))

相田勇：1983 年日本海中部地震津波の波源数値モデル，東京大学地震研究所彙報，Vo159, pp.93-104, 1984 .

(2) 計算結果と考察

図-7.2.5.2 に全域及び 50m メッシュ領域の最大津波水位分布図を示す。

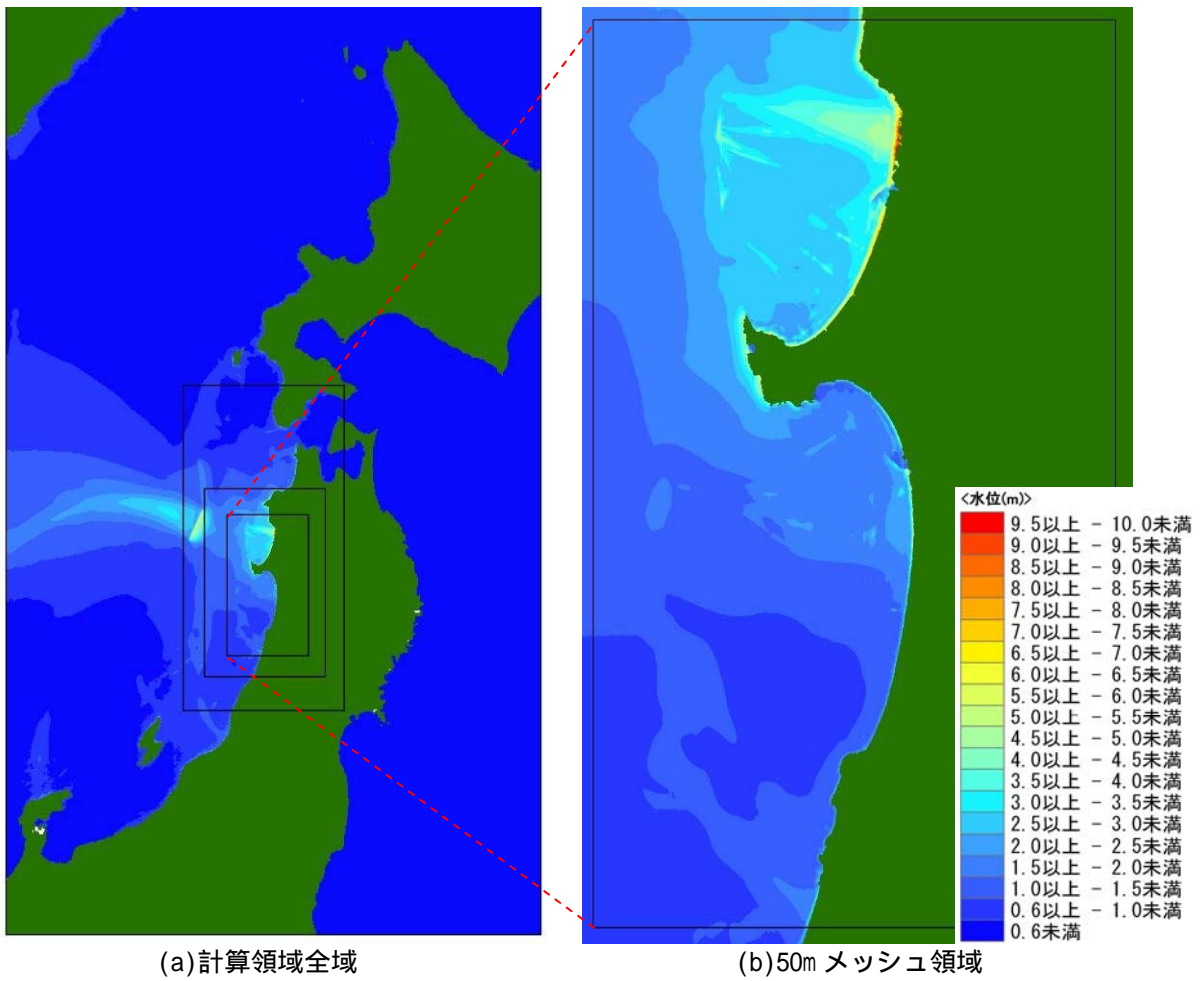


図-7.2.5.2 最大津波水位分布図

図-7.2.5.3 に日本海中部地震の痕跡値と同位置における計算値との比較を示す。比較対象となる痕跡値には、『昭和 58 年 5 月 26 日 日本海中部地震に関する論文及び調査報告』を引用している。

図-7.2.5.3 をみると、米代川右岸側の峰浜地区において、計算値が痕跡値より低くなっているものの、概ね計算値と痕跡値は一致している。米代川右岸側の峰浜地区周辺では、既往のシミュレーションを見ても、痕跡値に比べて低い傾向を示しており、波の分散効果によるものと考えられる。また、日本海中部地震の発生年が 1983 年であるのに対して、水深データは 1995 年以降に発行された海の基本図等がベースになっている点も要因の一つと考えられる。

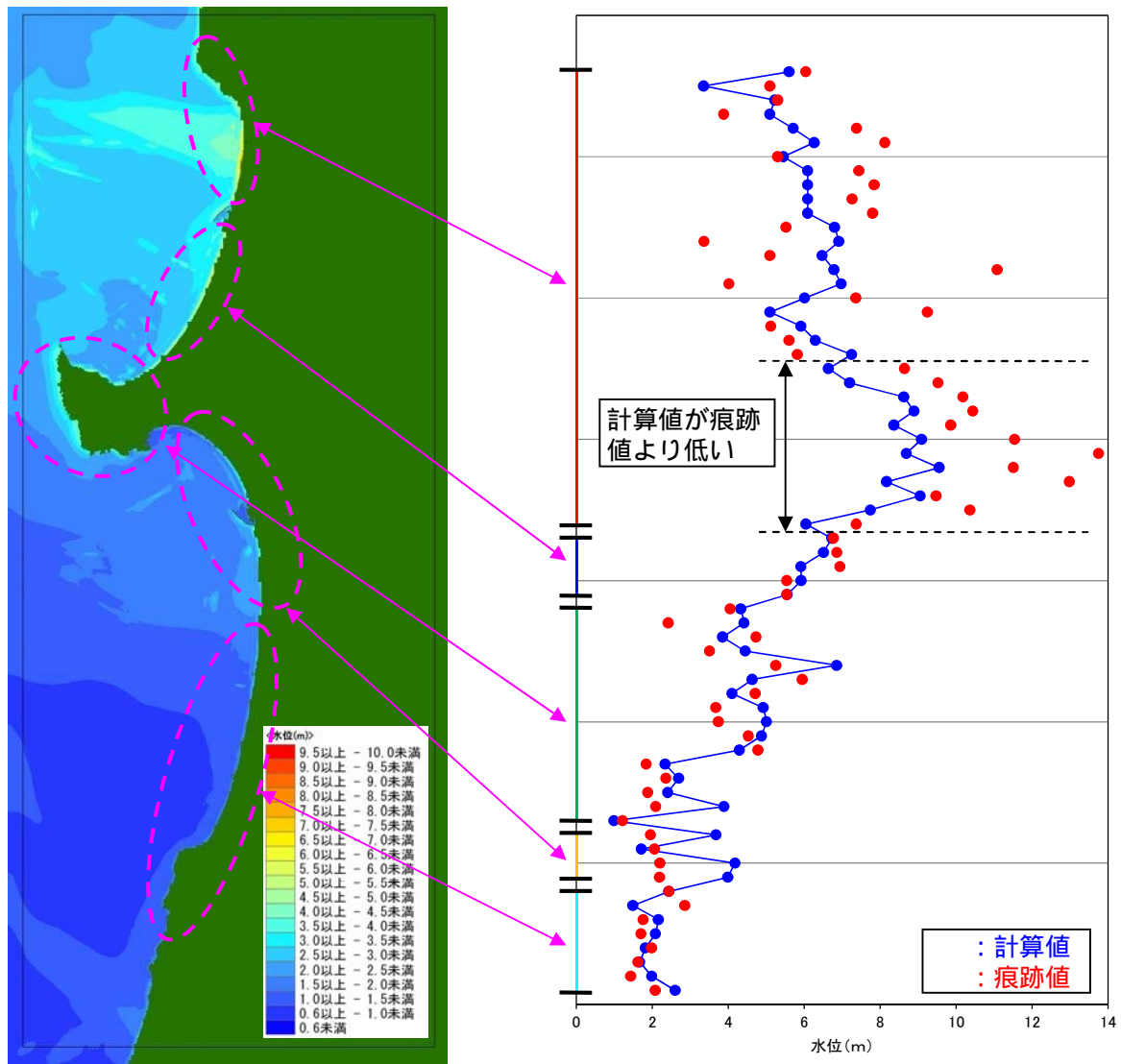


図-7.2.5.3 日本海中部地震に関する計算値と痕跡値の比較

(3) 幾何平均及び幾何標準偏差による評価

痕跡値と計算値との空間的な適合度を表す指標として、相田(1977)による幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ を用いる。

$$\log K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log K_i \quad \log \kappa = \left[\frac{1}{n} \left\{ \sum_{i=1}^n (\log K_i)^2 - n(\log K)^2 \right\} \right]^{1/2} \quad (7.10)$$

ここで、 n : 地点数、 $K_i=R_i/H_i$ 、 R_i : i 番目の地点での痕跡値、 H_i : i 番目の地点での計算値である。

幾何平均 K は、痕跡値と計算値の平均的な対応関係を示しており、1に近いほど計算値が痕跡値とよく対応していることを表す。一方、幾何標準偏差 κ は痕跡値と計算値との対応関係のばらつきを示しており、小さいほど計算値が痕跡値とよく対応していることを表す。なお、 K と κ については、以下の条件を再現性の目安とする。

$$0.95 < K < 1.05 \quad \kappa < 1.45$$

図-7.2.5.3 に示した痕跡値と計算値から、式(7.10)より幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ を算出すると、

$$K = 0.99 \quad \kappa = 1.36$$

となり、再現性の目安の範囲内にあることが確認された。

7.2.6 再現性の検討その2 (1993年北海道南西沖地震)

(1) 計算条件

表-7.2.6.1 に検証計算の条件を示す。

表-7.2.6.1 計算条件(北海道南西沖地震)

項目	設定内容
計算範囲	・震源域を含む広域の計算範囲
格子間隔	・最小メッシュ 50.0m : 1350m 450m 150m 50m に設定
基礎方程式	・非線形長波理論式を基礎方程式としたモデル
沖側境界条件	・自由透過条件 ・接続領域の境界は、外側の領域の水位・流量を引き継ぐように設定
潮位条件	・北海道南西沖地震発生時潮位 T.P.+0.39m(海上保安庁海洋情報部 HP の潮汐推算(地震発生時の能代地点)より設定)
粗度係数	・海域 : 0.025 ($s/m^{1/3}$) ・陸域 : 土地利用による
地盤変動量	・北海道南西沖地震の断層パラメータより Mansinha and Smylie (1971)の方法で地盤変動量を求める。
計算時間間隔	0.30 秒
計算時間	津波発生後 6 時間

表-7.2.6.2 断層パラメータ(北海道南西沖地震、高橋ほか(1995))

断層モデル	経度 (°)	緯度 (°)	深さ (km)	走向 (°)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	長さ (km)	幅 (km)	すべり量 (m)
北海道南西沖地震	139.40	43.13	10	188	35	80	90	30	5.71
	139.25	42.34	5	175	60	105	26	30	4.00
	139.21	42.11	5	150	60	105	30.5	15	12.00

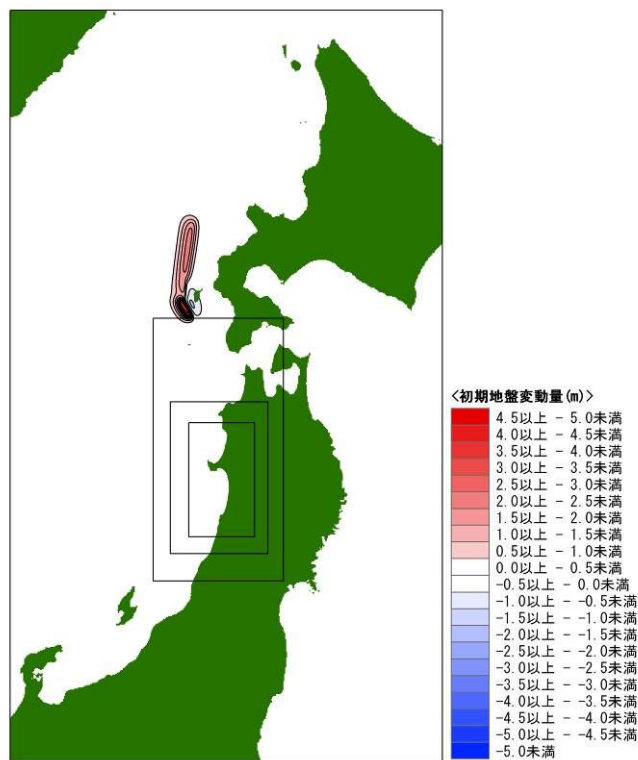


図-7.2.6.1 初期地盤変動量分布図(北海道南西沖地震、高橋ほか(1995))

高橋武之, 高橋智幸, 今村文彦, 首藤伸夫: 北海道南西沖地震津波の波源の再検討, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要(平成6年度), pp.180-181, 1995.

(2) 計算結果と考察

図-7.2.6.2 に全域及び 50m メッシュ領域の最大津波水位分布図を示す。

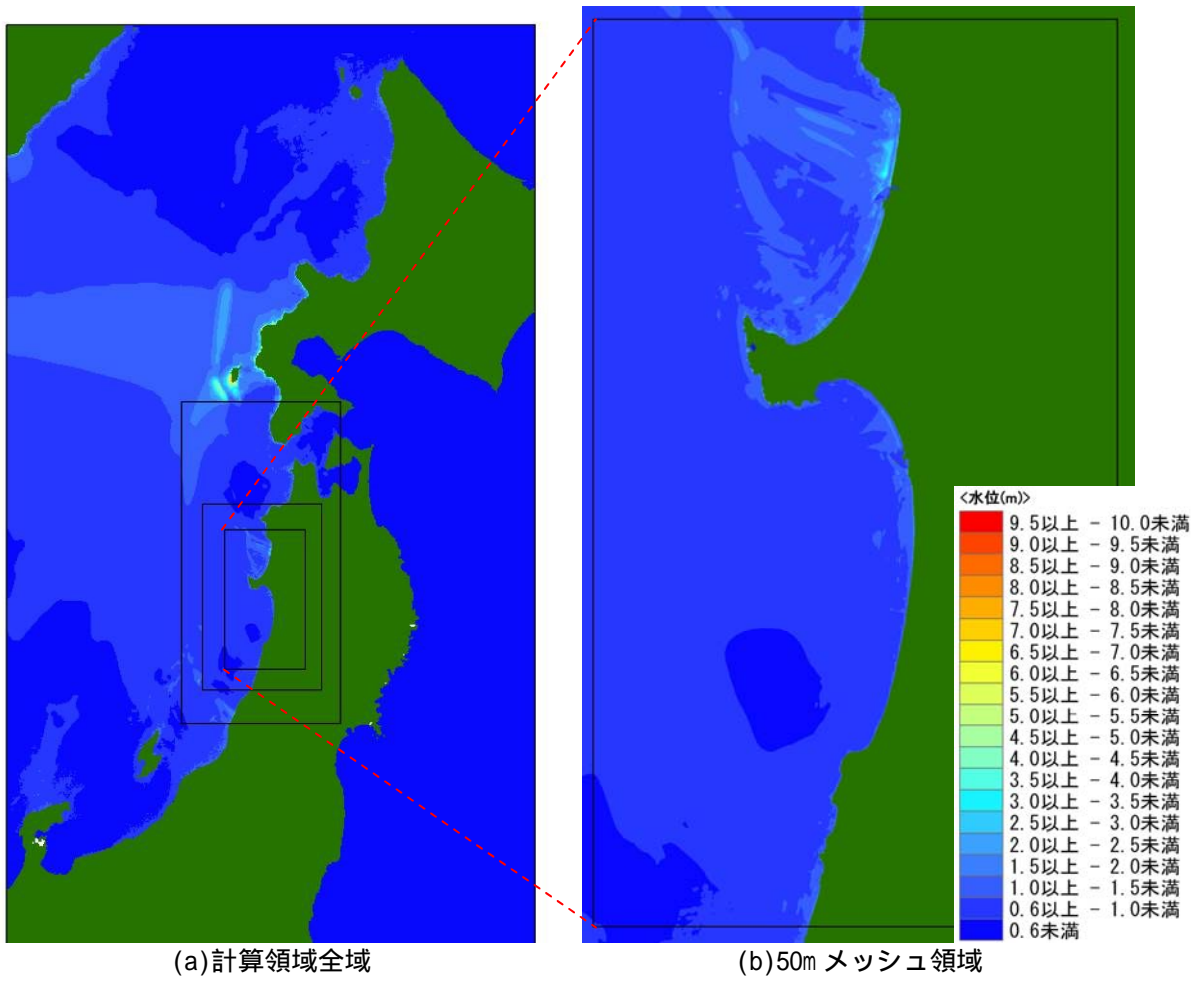


図-7.2.6.2 最大津波水位分布図(北海道南西沖地震)

図-7.2.6.3 に最大津波到達高の計算値と痕跡値の比較を示す。比較対象となる痕跡値には、『1993年北海道南西沖地震津波の痕跡高』（首藤伸夫(1994)）を引用している。

図-7.2.6.3 をみると、秋田県の全海岸域にわたって、計算値と痕跡値が概ね位置していることが分かる。

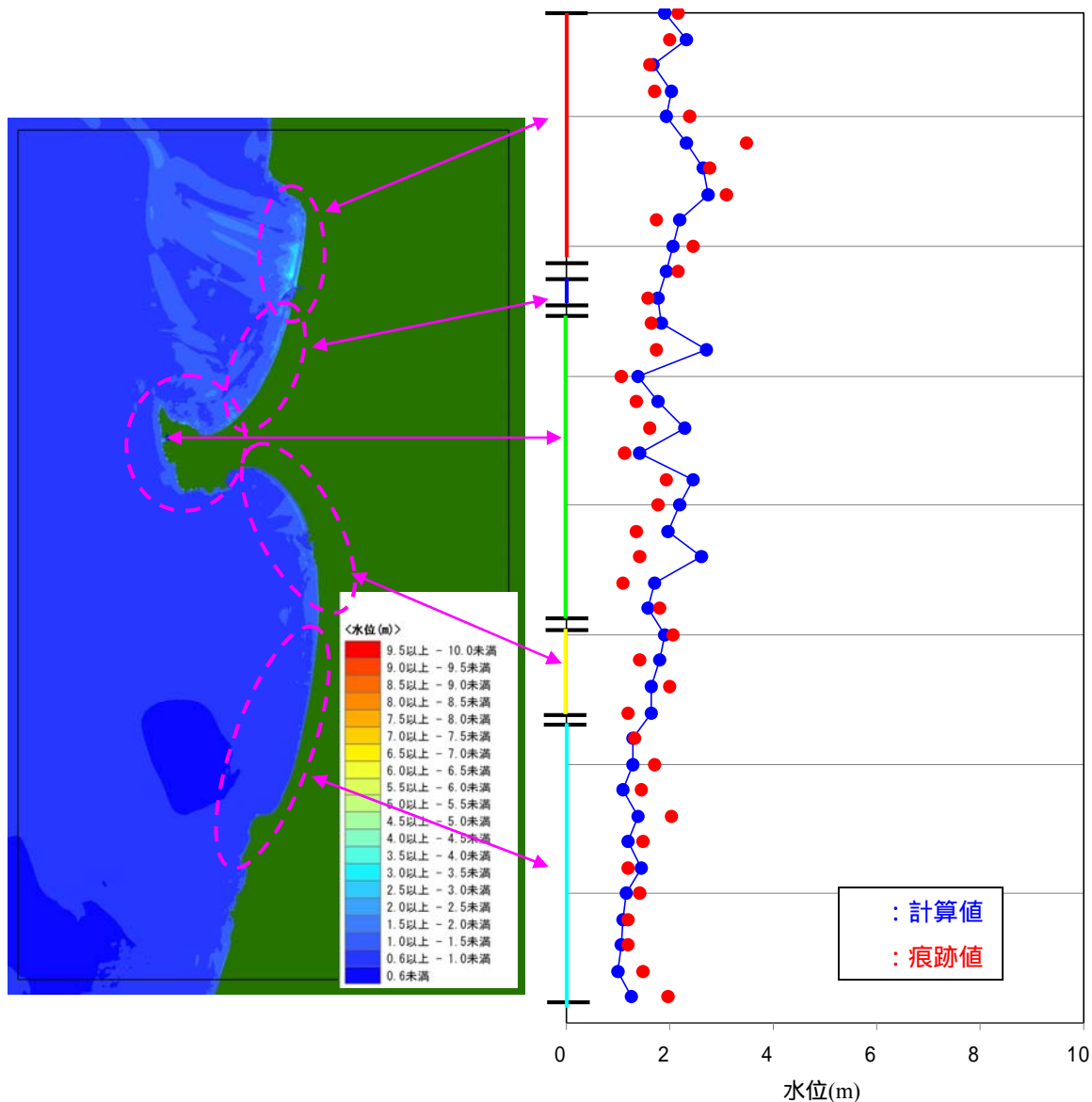


図-7.2.6.3 北海道南西沖地震に関する計算値と痕跡値の比較

(3) 幾何平均及び幾何標準偏差による評価

日本海中部地震に関する検証計算と同様に、図-7.2.6.3 に示した痕跡値と計算値から、式(7.10)により幾何平均 K 及び幾何標準偏差 κ を算出すると、

$$K = 0.98 \qquad \kappa = 1.30$$

となり、再現性の目安の範囲内($0.95 < K < 1.05$ 、 $\kappa < 1.45$)にあることが確認された。

首藤伸夫：1993年北海道南西沖地震津波の痕跡高，東北大学津波工学研究報告，第11号，第2編調査資料，pp.1-120.

7.3 津波断層モデル（波源モデル）

7.3.1 基本的な考え方

(1) 津波断層の波源域について

- 1) 秋田県に影響を及ぼす津波断層の波源域は、地震調査研究推進本部で評価されている日本海東縁部におけるひずみ集中帯(図-7.3.1.1)に基づいて想定することとした。
- 2) 日本海東縁部におけるひずみ集中帯を過去の地震の震源域や地殻構造から北側より海域 A、海域 B、海域 C の3つに区分した(図-7.3.1.1)。
- 3) 津波断層としては、3つの海域に単独地震(海域 A、海域 B 及び海域 C)と連動地震(海域 A+B、海域 B+C、海域 A+B+C)を設定した。これらの海域における津波断層の長さを決定し、既往研究成果に基づく断層の相似則(断層長さ L と断層幅 W の比率 $W/L=0.38$)に準拠して断層幅を求め、これらより決まる断層面積からマグニチュード M を推定した(表-7.3.1.1)。ただし、単独地震の海域 C は、津波シミュレーションの概略計算により秋田県への影響が比較的小さいと想定されたため、最終的な詳細計算は省略した。
- 4) 海域 A+B+C の波源域は、前記のひずみ集中帯の最大の範囲を設定したものである。

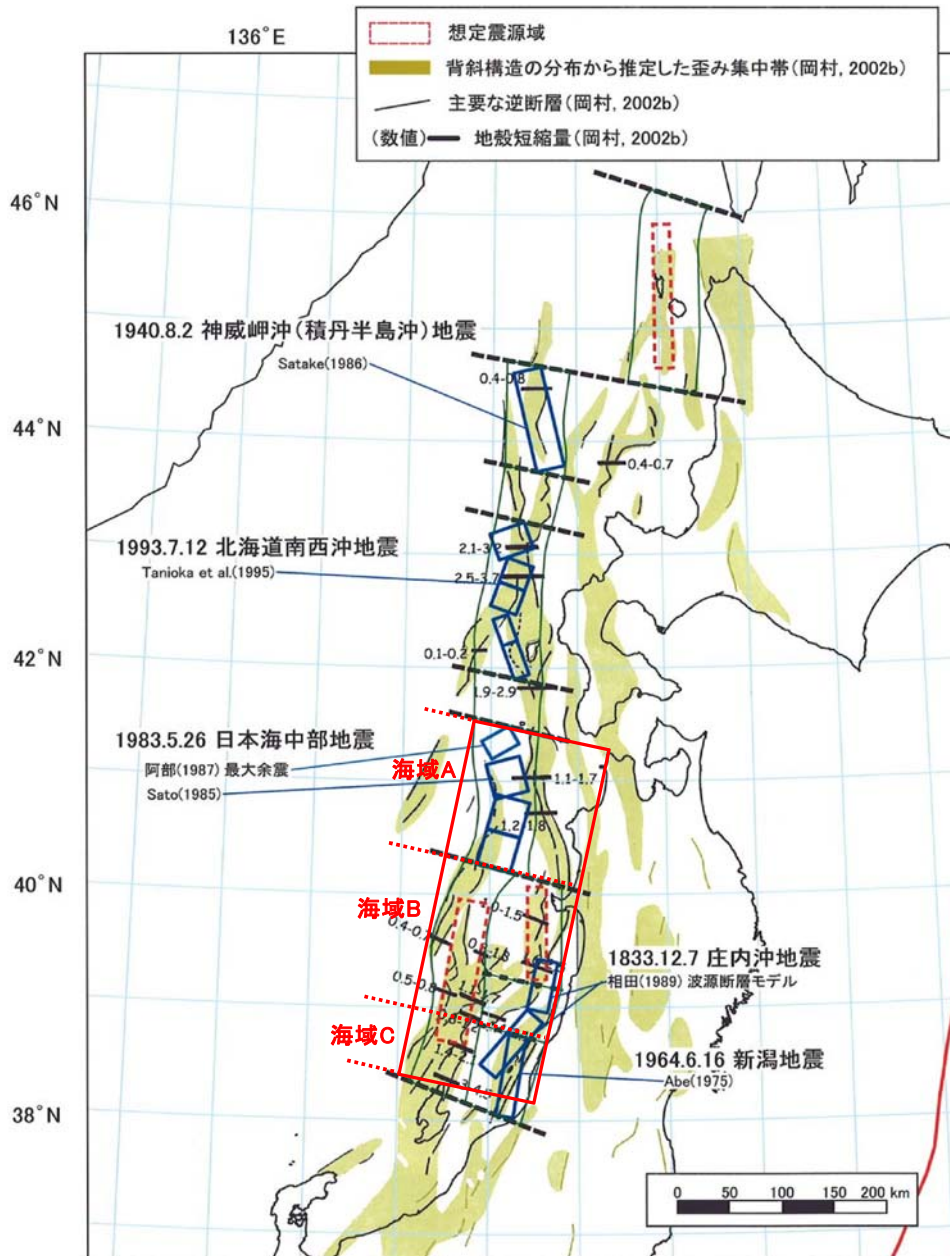


図-7.3.1.1 秋田県で想定した津波断層の概略の波源域
 (「過去の地震の震源モデル・想定震源域、及び歪み集中帯の分布」に加筆)

表-7.3.1.1 津波断層モデル一覧表

ID	震源、 想定地震	関連震源	想定した 地震規模		傾斜角		すべり角 (°)	断層モデル					地震 モーメント M_0 (Nm)	モーメント マグニ チュード Mw	平均 すべり量 D_{model} (m)	備考
			断層 長さ L(km)	マグニ チュード Mj		(°)		上端 深さ Hs (km)	長さ L_{model} (km)	幅 W_{model} (km)	面積 S_{model} (km ²)	下端 深さ Hd (km)				
1	海域A	日本海中部	130	7.9	東傾斜	35	90	0	130	50	6,500	29	6.85E+20	7.82	3.0	小断層を2km× 2kmでモデル化
2	海域B	佐渡島北方沖 秋田県沖 山形県沖	140	7.9	東傾斜	35	90	0	140	54	7,560	31	8.59E+20	7.89	3.2	
3	海域C	新潟県北部沖 山形県沖	80	7.5	西傾斜	55	90	0	80	32	2,560	26	1.69E+20	7.42	1.9	
4	海域A+B	新潟県北部沖 山形県沖	270	8.5	東傾斜	20	90	0	270	105	28,350	36	6.24E+21	8.46	6.3	小断層を5km× 5kmでモデル化
5	海域B+C	佐渡島北方沖 秋田県沖 山形県沖	220	8.3	東傾斜	20	90	0	220	85	18,700	29	3.34E+21	8.28	5.1	
6	海域A+B+C	新潟県北部沖 山形県沖	350	8.7	東傾斜	20	90	0	350	135	47,250	46	1.34E+22	8.69	8.1	

海域 C の単独地震については、津波シミュレーションの概略計算で秋田県への影響が比較的小さいと想定されたため、最終的な詳細計算は省略した。

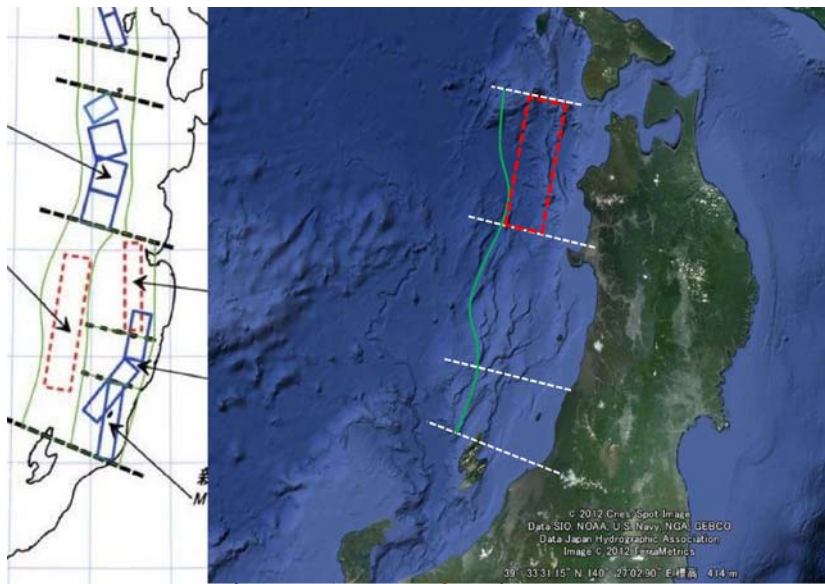
(2) 津波断層モデルについて

- ・東日本大震災の実績では、「大すべり域」を伴うという知見が得られている。内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル研究会」では、その知見に基づいて非一様なすべりの津波断層のモデル化の方法が提示されており、今回は、これに準拠した。
- ・非一様なすべりの津波断層モデルは、以下の手順で設定した。
 - 1) 設定した津波断層に対して、既往の海域地震における各種パラメータの相関関係における平均的な相関式から平均すべり量を設定する。
 - 2) 大すべり域は、断層全体面積の約 20%とする。
 - 3) 大すべり域のすべり量は「平均すべり量の 2 倍」とする。
 - 4) 大すべり域に接する小断層に「大すべり量と背景領域のすべり量の中間の値」を設定する。
 - 5) 大すべり域の位置は、全体断層深さの半分より浅い位置に配置する。
 - 6) 最も深い側の小断層に「背景領域のすべり量の 1/4 の値」を設定する。
 - 7) 最も深い側の小断層に接する小断層に「背景領域のすべり量の 1/2 の値」を設定する。
 - 8) 大すべり領域は、秋田県沿岸に対してできるだけ厳しい条件となるように位置を選定する。特に、海域 B については、男鹿半島の北側沿岸と南側沿岸の各々に厳しい条件となるように 2 つのパターンを作成した。

設定した津波断層モデル(海域 A、海域 B、海域 A+B、海域 B+C、海域 A+B+C)を表-7.3.1.2 ~ 7.3.1.6 に示す。

表-7.3.1.2 海域Aの津波断層モデル(断層長さ 130km、M=7.9)

巨視的震源パラメータ	設定方法		
断層モデル原点	地中の上端における南端	40 ° 12' 42.3"N 138 ° 47' 7.7"E	
走向		14 °	
傾斜角	東傾斜	35 °	
すべり角	逆断層	90 °	
断層モデル上端深さ		0 km	
断層モデル長さ L_{model}	海域Aの断層長さ	130 km	
断層モデル幅 W_{model}	$W/L=0.38$ を摘要し、2kmメッシュでモデル化	50 km	
断層モデル面積 S_{model}	$S_{model}=L_{model} \times W_{model}$	6,500 km ² 6.50E+13 cm ²	R=45.5km
マグニチュードM	$\log S=M-4.07$ S:km ²	7.9	
剛性率 μ	3.50×10^{11} dyne/cm ² と仮定	3.50E+11 dyne/cm ² 3.50E+10 N/m ²	
平均すべり量 D_{model}	$\log D_{model}=10^{-10.2} \times (\mu S)^{0.5}$	301 cm 3.0 m	
地震モーメント M_0	$M_0=\mu \cdot D \cdot S$	6.85E+27 dyne-cm 6.85E+20 Nm	
モーメントマグニチュード M_w	$M_w=(\log M_0-16.1)/1.5$ M_0 : dyne-cm	7.82	



【海域A、大すべり域(面積比 20%)を断層南側に配置】

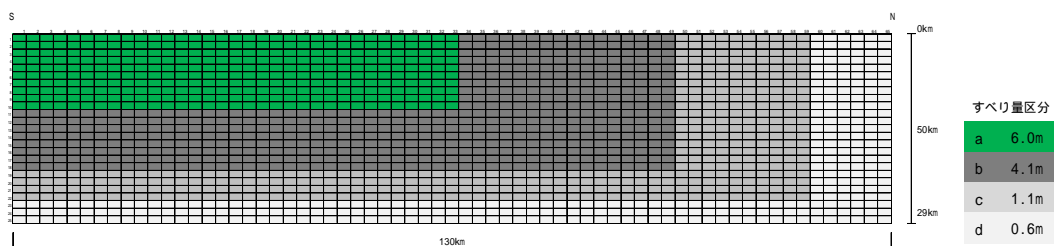
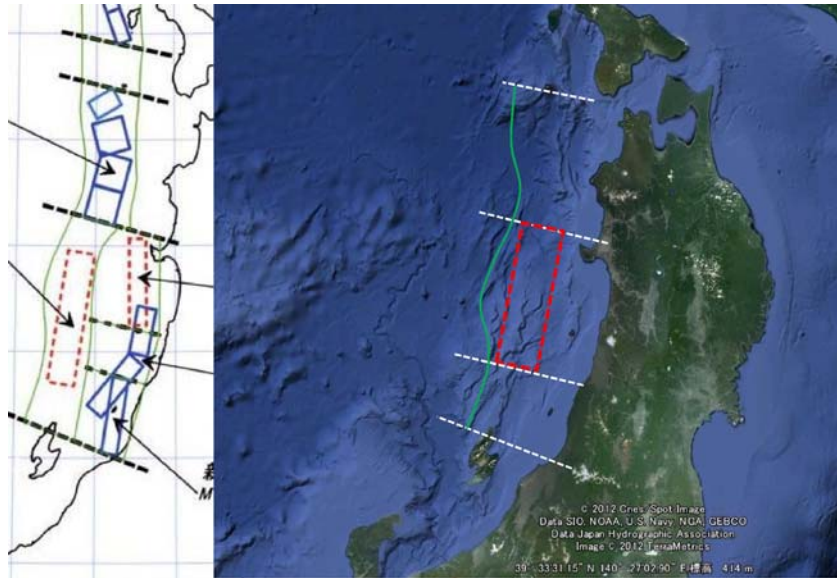


表-7.3.1.3 海域Bの津波断層モデル(断層長さ 140km、M=7.9)

巨視的震源パラメータ	設定方法		
断層モデル原点	地中の上端における南端	38° 57' 1.1" N 138° 32' 19.5" E	
走向		14°	
傾斜角	東傾斜	35°	
すべり角	逆断層	90°	
断層モデル上端深さ		0 km	
断層モデル長さ L_{model}	海域Bの断層長さ	140 km	
断層モデル幅 W_{model}	W/L=0.38を摘要し、2kmメッシュでモデル化	54 km	
断層モデル面積 S_{model}	$S_{model}=L_{model} \times W_{model}$	7,560 km ² 7.56E+13 cm ²	R=49.1km
マグニチュードM	$\log S=M-4.07$ S: km ²	7.9	
剛性率 μ	3.50×10^{11} dyne/cm ² と仮定	3.50E+11 dyne/cm ² 3.50E+10 N/m ²	
平均すべり量 D_{model}	$\log D_{model}=10^{-10.2} \times (\mu S)^{0.5}$	325 cm 3.2 m	
地震モーメント M_0	$M_0=\mu \cdot D \cdot S$	8.59E+27 dyne-cm 8.59E+20 Nm	
モーメントマグニチュード M_w	$M_w=(\log M_0-16.1)/1.5$ M_0 : dyne-cm	7.89	



【海域B、大すべり域(面積比 20%)を北側に配置(上段)、中央に配置(下段)】

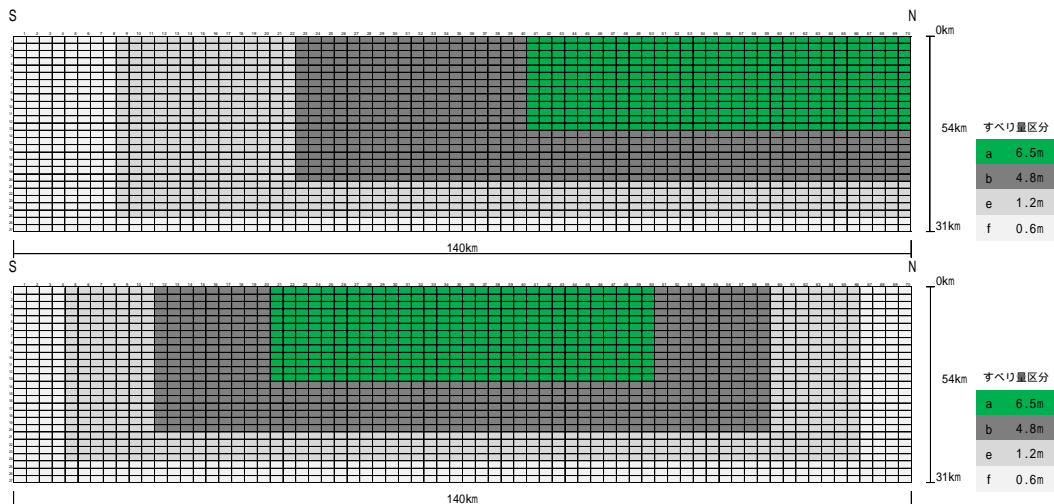
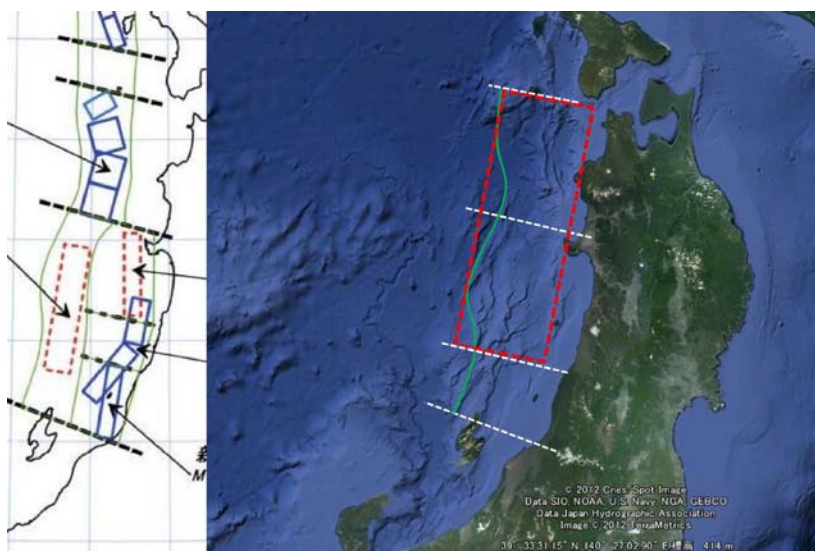


表-7.3.1.4 海域 A + B の津波断層モデル(断層長さ 270km、M=8.5)

巨視的震源パラメータ	設定方法		
断層モデル原点	地中の上端における南端	38 ° 59'35.8"N 138 ° 16'53.7"E	
走向		14 °	
傾斜角	東傾斜	20 °	
すべり角	逆断層	90 °	
断層モデル上端深さ		0 km	
断層モデル長さ L_{model}	海域Aと海域Bの運動	270 km	
断層モデル幅 W_{model}	W/L=0.38を摘要し、5kmメッシュでモデル化	105 km	
断層モデル面積 S_{model}	$S_{model}=L_{model} \times W_{model}$	28,350 km ² 2.84E+14 cm ²	R=95.0km
マグニチュードM	$\log S=M-4.07$ S:km ²	8.5	
剛性率 μ	3.50×10^{11} dyne/cm ² と仮定	3.50E+11 dyne/cm ² 3.50E+10 N/m ²	
平均すべり量 D_{model}	$\log D_{model}=10^{-10.2} \times (\mu S)^{0.5}$	629 cm 6.3 m	
地震モーメント M_0	$M_0=\mu \cdot D \cdot S$	6.24E+28 dyne-cm 6.24E+21 Nm	
モーメントマグニチュード M_w	$M_w=(\log M_0-16.1)/1.5$ M_0 : dyne-cm	8.46	



【海域 A + B、大すべり域(面積比 20%)、断層中央から 20km 南側に配置】

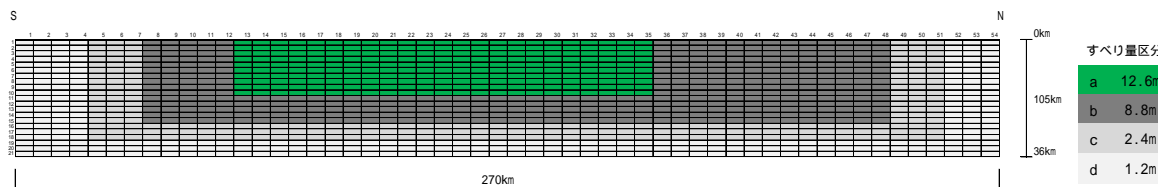
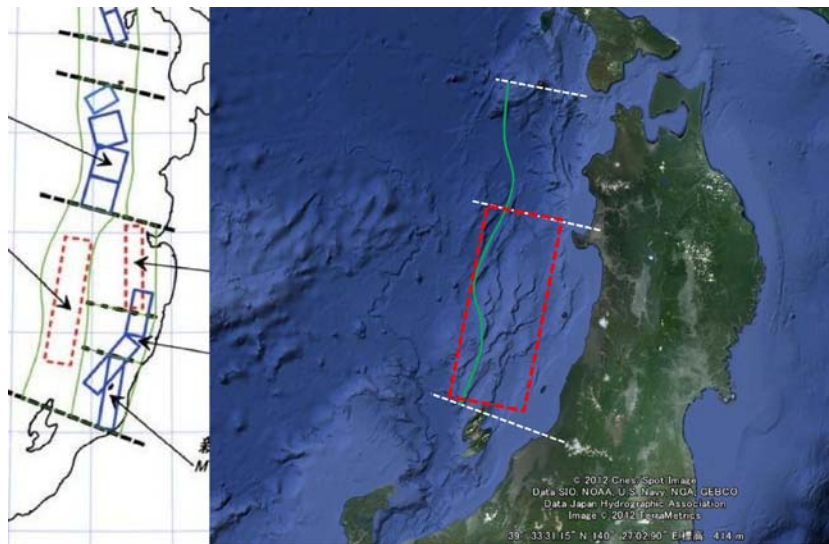


表-7.3.1.5 海域 B + C の津波断層モデル(断層長さ 220km、M=8.3)

巨視的震源パラメータ	設定方法		
断層モデル原点	地中の上端における南端	38 ° 17' 36.8"N 138 ° 5' 14.9"E	
走向		14 °	
傾斜角	東傾斜	20 °	
すべり角	逆断層	90 °	
断層モデル上端深さ		0 km	
断層モデル長さ L_{model}	海域Bと海域Cの運動	220 km	
断層モデル幅 W_{model}	W/L=0.38を摘要し、5kmメッシュでモデル化	85 km	
断層モデル面積 S_{model}	$S_{model}=L_{model} \times W_{model}$	18,700 km ² 1.87E+14 cm ²	R=77.2km
マグニチュードM	$\log S=M-4.07$ S: km ²	8.3	
剛性率 μ	3.50×10^{11} dyne/cm ² と仮定	3.50E+11 dyne/cm ² 3.50E+10 N/m ²	
平均すべり量 D_{model}	$\log D_{model}=10^{-10.2} \times (\mu S)^{0.5}$	510 cm 5.1 m	
地震モーメント M_0	$M_0=\mu \cdot D \cdot S$	3.34E+28 dyne-cm 3.34E+21 Nm	
モーメントマグニチュード M_w	$M_w=(\log M_0-16.1)/1.5$ M_0 : dyne-cm	8.28	



【海域 B + C、大すべり域(面積比 20%)を断層北側に配置】

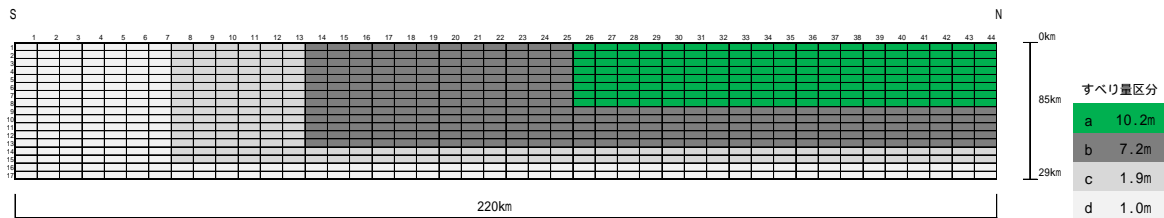
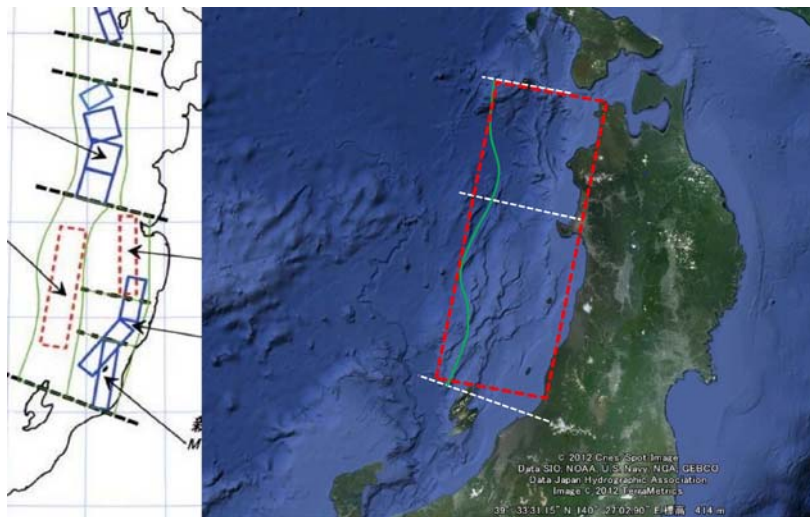
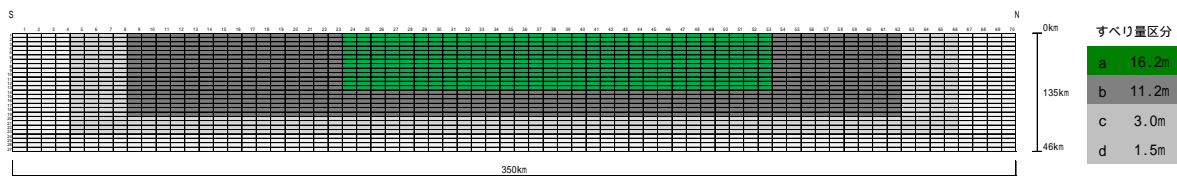


表-7.3.1.6 海域 A+B+C の津波断層モデル(断層長さ 350km、M=8.7)

巨視的震源パラメータ	設定方法		
断層モデル原点	地中の上端における南端	38 ° 17' 36.8"N 138 ° 5' 14.9"E	
走向		14 °	
傾斜角	東傾斜	20 °	
すべり角	逆断層	90 °	
断層モデル上端深さ		0 km	
断層モデル長さ L_{model}	海域A、海域B、海域Cの運動	350 km	
断層モデル幅 W_{model}	W/L=0.38を摘要し、5kmメッシュでモデル化	135 km	
断層モデル面積 S_{model}	$S_{model}=L_{model} \times W_{model}$	47,250 km ² 4.73E+14 cm ²	R=122.6km
マグニチュードM	$\log S=M-4.07$ S: km ²	8.7	
剛性率 μ	3.50×10^{11} dyne/cm ² と仮定	3.50E+11 dyne/cm ² 3.50E+10 N/m ²	
平均すべり量 D_{model}	$\log D_{model}=10^{-10.2} \times (\mu S)^{0.5}$	811 cm 8.1 m	
地震モーメント M_0	$M_0=\mu \cdot D \cdot S$	1.34E+29 dyne-cm 1.34E+22 Nm	
モーメントマグニチュードMw	$Mw=(\log M_0-16.1)/1.5$ M_0 : dyne-cm	8.69	



【海域 A+B+C、大すべり域(面積比 20%)を断層中央から 15km 北側に配置】



7.3.2 計算ケースの考え方

(1) 基本方針

- 1) 単独地震(海域 A、海域 B)は、計算ケースを複数作成する。計算ケースは、断層位置、走向角を変更し、秋田県沿岸への影響が大きくなるようなケースを想定する。
- 2) 連動地震(海域 A+B、海域 B+C、海域 A+B+C)の波源域を沖側～陸側へと移動させたり、走向角を変更したりすると、日本海東縁部におけるひずみ集中帯の範囲をはみ出してしまう。そのため、連動地震の計算ケースは1種類とする。

(2) 単独地震(海域 A、海域 B)の断層位置

断層位置は、沖側及び陸側の2種類を検討するものとし、沖側の断層位置は日本海中部地震の震源域及び地震調査研究推進本部による日本海東縁部の震源域に倣う。陸側の断層は、単独地震の断層面の下端が、海域 A+B+C の断層面に一致する位置とする(図-7.3.2.1 参照)。

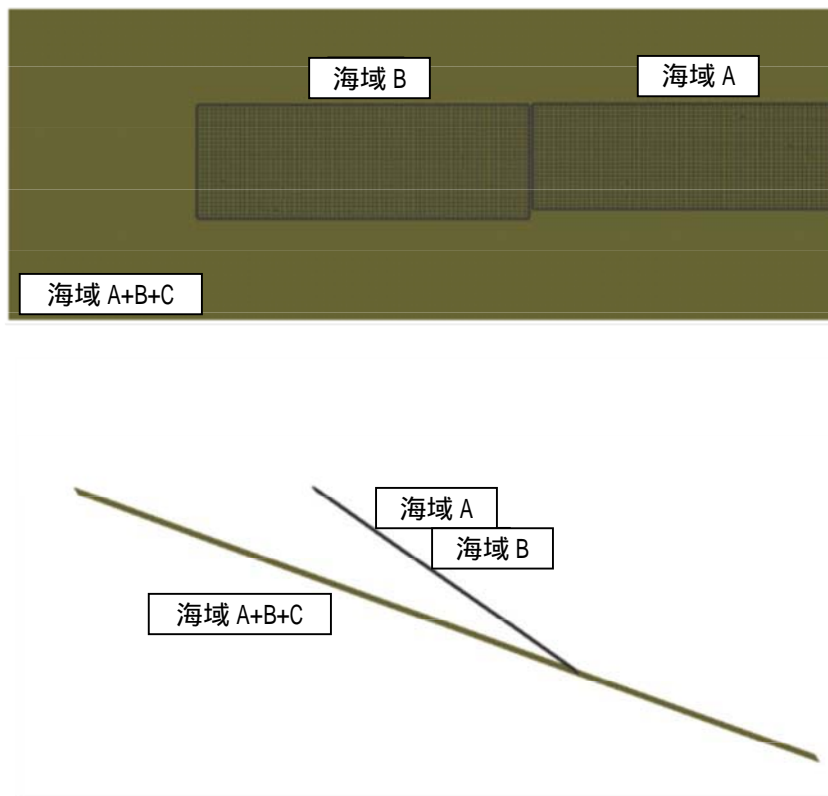


図-7.3.2.1 断層位置(陸側)の決定方法

(3) 単独地震(海域 A、海域 B)の走向角と概略計算のケース

【海域 A】

基本ケース(N14° E)に加えて、±25° の範囲(前回の平成 8 年度調査を参考)で、八竜-若美地区(三種町-男鹿市)の海岸線に平行となる方向、岩館地区(八峰町)の海岸線に平行となる方向の 3 種類とする。

なお、海域 A の計算ケースには日本海中部地震も含めるものとし、7.2.5 で述べた相田(1984)による断層パラメータを用いる。

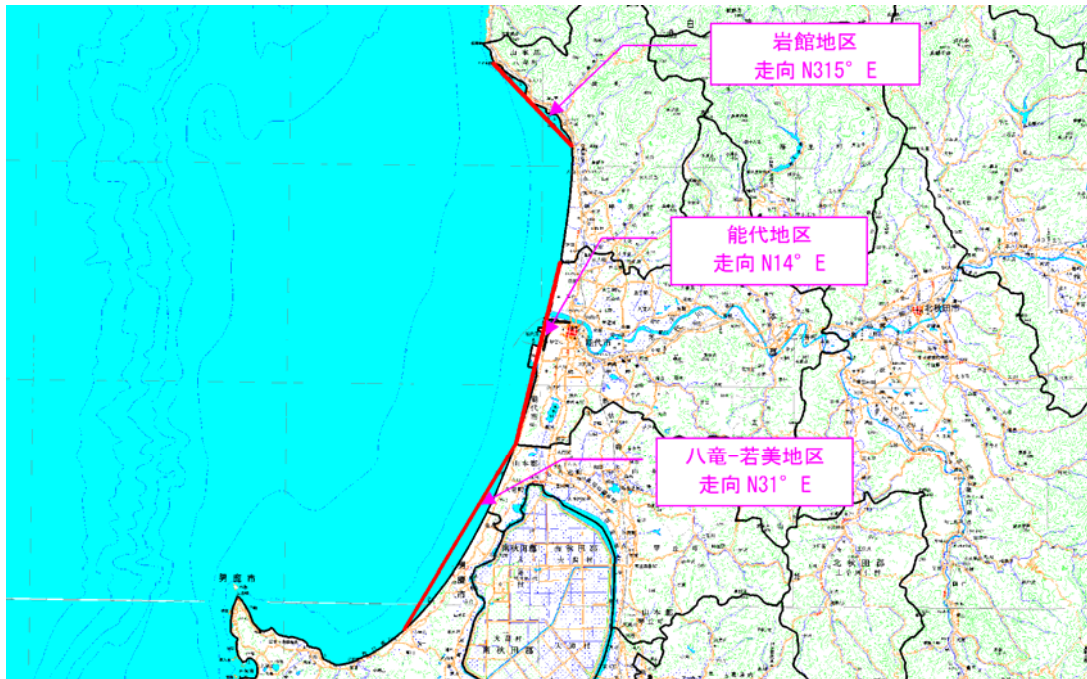


図-7.3.2.2 走向角の決定方法(海域 A)

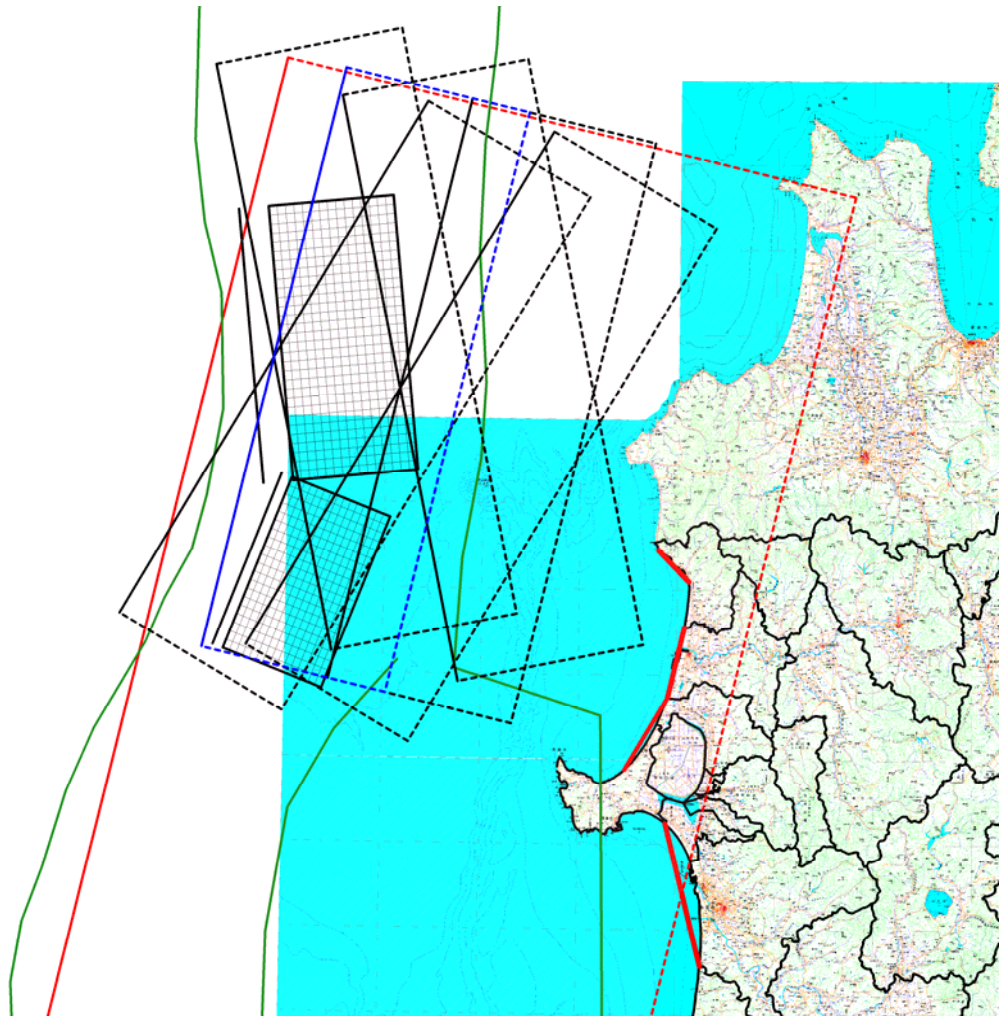
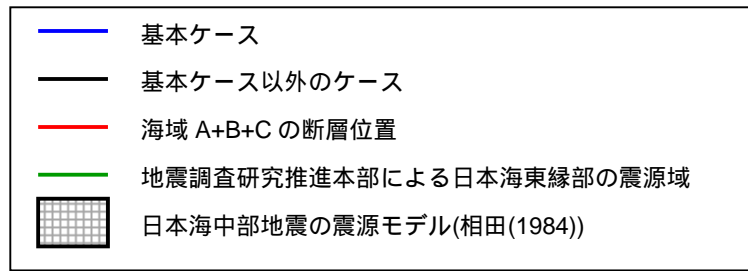


図-7.3.2.3 計算ケースの平面図(海域 A)

表-7.3.2.1 計算ケース(海域 A)

断層位置 (走向角)	基本ケース (N14° E)	八竜-若美地区 (N31° E)	岩館地区 (N349° E)	日本海中部地震 震源モデル
沖側 (基本ケース)	40° 12 42.3 138° 47 7.7	40° 16 26.6 138° 34 29.5	40° 12 37.8 139° 6 57.5	
陸側 (海域 A+B+C 下端一致)	40° 9 20.1 139° 6 29.7	40° 13 6.6 138° 53 53.1	40° 9 12.2 139° 26 18.6	

計7ケースとする(:計算実施、断層原点座標)。

【海域B】

基本ケース(N14°E)に加えて、±25°の範囲(前回の平成8年度調査を参考)で、にかほ地区(にかほ市)の海岸線に平行となる方向、潟上 - 秋田地区の海岸線に平行となる方向の3種類とする。

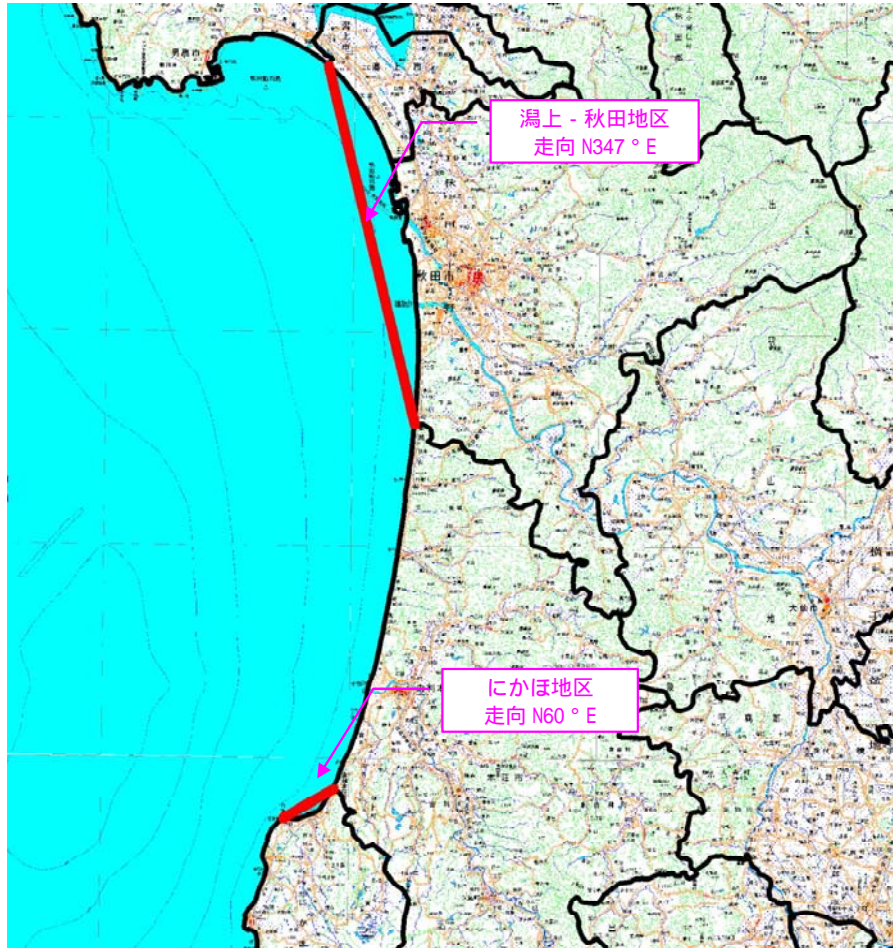


図-7.3.2.4 走向角の決定方法(海域B)

海域Bでは、7.3.1の(2)で述べたように、大すべり領域を北端に配置した場合と中央に配置した場合を考えるため、計算ケースは表-7.3.2.2に示す6ケースの各2通りで、計12ケースとなる。

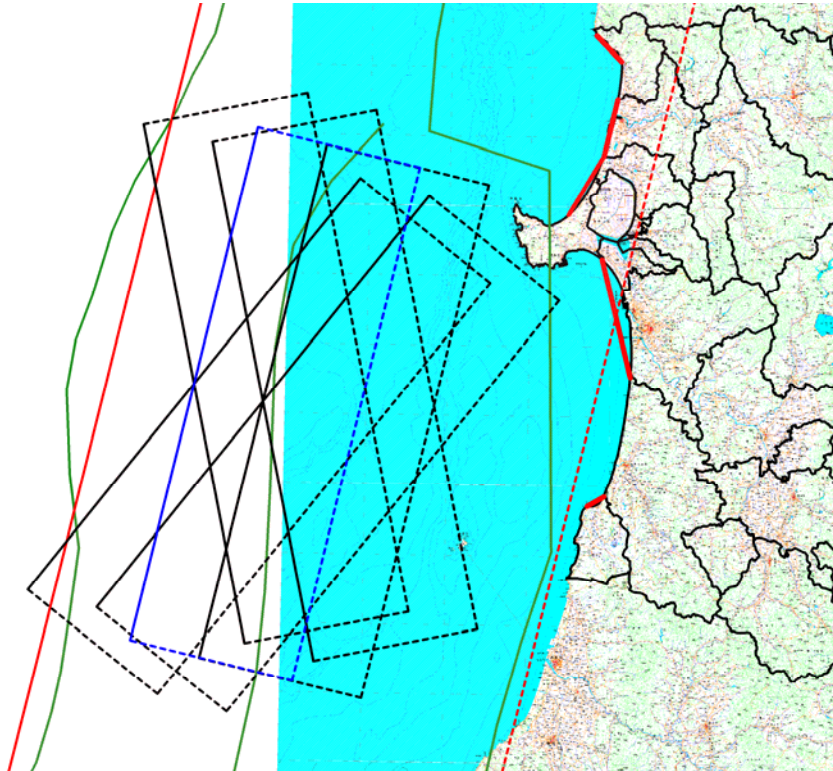
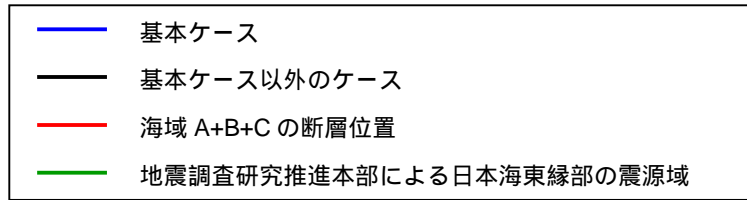


図-7.3.2.5 計算ケースの平面図(海域 B)

表-7.3.2.2 計算ケース(海域 B)

断層位置 (走向角)	基本ケース (N14° E)	にかほ市平行 (N39° E)	潟上市・秋田市平行 (N349° E)
沖側 (基本ケース)	38° 57 1.1 138° 32 19.5	39° 3 59.9 138° 13 17.2	38° 57 2.6 138° 53 16.8
陸側 (海域 A+B+C 下端一致)	38° 54 47.9 138° 45 0.8	39° 1 44.5 138° 26 1.0	38° 54 42.8 139° 5 58.3

計 6 ケース×2 とする (: 計算実施、断層原点座標)。

7.4 津波浸水シミュレーションの実施及び結果の整理

7.4.1 詳細計算のケース抽出

7.3 で述べたように、単独地震(海域 A、海域 B)については、複数の計算ケースを作成した。最終的には、これらの複数ケースから最大浸水深の包絡図を作成する。

まず、全ケースを対象として、最小 50m メッシュの概略計算を行い、秋田県沿岸への影響が大きく、包絡高さに関与するケースを抽出して、最小 10m メッシュの詳細計算を行う。

一方、連動地震(海域 A+B、海域 B+C、海域 A+B+C)の計算ケースは 1 種類であるため、これについて詳細計算を実施する。

詳細計算に当たっては、10m メッシュ領域を 4 区分(図-7.4.1.1 参照)し、ある 1 つの領域を 10m メッシュで計算する場合、他の 3 つの領域は 50m メッシュに置換して計算する。

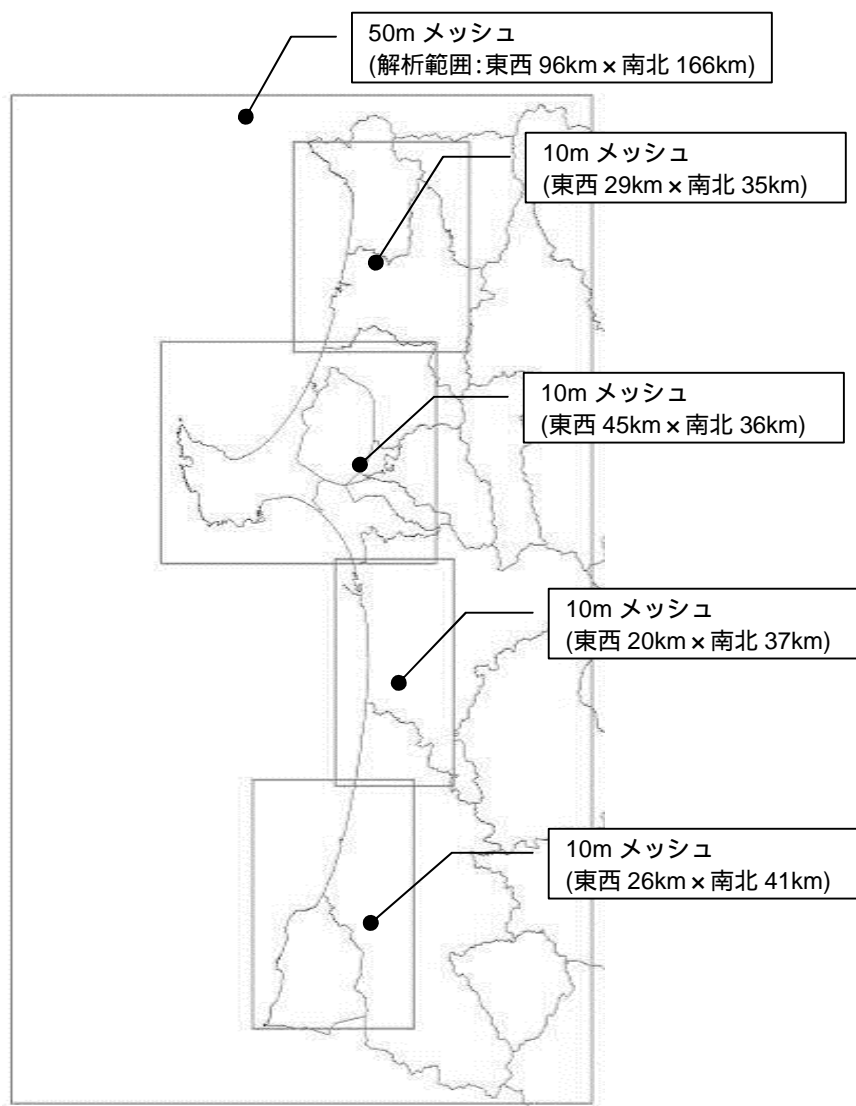


図-7.4.1.1 10m メッシュ計算領域

海域 A における単独地震の 6 ケース、日本海中部地震の 1 ケースの計 7 ケースについて、4 つの計算領域、施設の有無の各パターンを考えると、

$$7(\text{震源ケース}) \times 4(\text{計算領域}) \times 2(\text{施設の有無}) = 56 \text{ ケース}$$

となる。

同様に、海域 B における単独地震の 12 ケースについて、4 つの計算領域、施設の有無の各パターンを考えると、

$$12(\text{震源ケース}) \times 4(\text{計算領域}) \times 2(\text{建造物の有無}) = 96 \text{ ケース}$$

となる。

この中から、概略計算の結果を基に、浸水深の包絡図に寄与すると考えられるケースを抽出し詳細計算を行う。対象となる詳細計算のケースは、沿岸市町村の代表地点における最大津波高と、沿岸市町村における浸水面積から抽出した。次頁以降に概略計算の最大津波高及び浸水面積、抽出した詳細計算ケースを示す。

【海域 A】

表-7.4.1.1 概略計算による各ケースの最大津波高(海域 A)

10m メッシュ 領域番号	市町名	沖側 (N14°E)	沖側 (N31°E)	沖側 (N349°E)	陸側 (N14°E)	陸側 (N31°E)	陸側 (N349°E)	日本海 中部地震	最大値	最大値と 二位の差
	八峰町	8.02	6.92	7.38	8.77	7.41	7.57	8.25	8.77	0.52
	能代市	5.90	6.57	4.30	5.95	6.70	4.73	6.43	6.70	0.13
	三種町	5.14	5.96	3.71	5.09	5.93	3.63	6.59	6.59	0.63
	男鹿市	4.79	5.98	3.86	4.81	5.68	3.94	5.82	5.98	0.16
	潟上市	2.87	3.45	2.37	2.76	3.07	2.01	3.58	3.58	0.13
	秋田市	3.35	4.12	2.91	3.15	3.39	2.74	4.56	4.56	0.44
	由利本荘市	2.19	2.43	1.99	1.98	2.22	1.66	2.72	2.72	0.29
	にかほ市	1.84	2.01	1.78	1.72	1.95	1.89	2.19	2.19	0.18

表-7.4.1.2 概略計算による各ケースの浸水面積(海域 A)

10m メッシュ 領域番号	市町名	沖側 (N14°E)	沖側 (N31°E)	沖側 (N349°E)	陸側 (N14°E)	陸側 (N31°E)	陸側 (N349°E)	日本海 中部地震	最大値
	八峰町	351.75	295.25	252.25	381.50	324.50	250.50	343.00	381.50
	能代市	719.25	831.75	472.75	761.75	870.75	463.50	768.50	870.75
	三種町	51.00	75.00	31.00	52.75	71.00	29.00	70.50	75.00
	男鹿市	397.25	514.50	342.25	389.25	469.25	353.50	536.25	536.25
	潟上市	33.25	42.75	29.00	33.25	36.50	20.75	43.50	43.50
	秋田市	222.00	281.75	195.00	209.75	239.00	184.75	356.75	356.75
	由利本荘市	82.50	94.75	78.00	77.25	83.25	76.50	107.50	107.50
	にかほ市	76.75	94.00	74.25	72.75	78.50	80.00	103.25	103.25

各沿岸市町の代表地点において、最大津波高及び浸水面積が最大となるケースが包絡図に寄与すると考え、表-7.4.1.3 に示す計算ケースを抽出した。

表-7.4.1.3 詳細計算ケース(海域 A)

No.	10m メッシュ 計算領域	震源ケース	建造物の有無
1		陸側(N14°E)	有
2			無
3			有
4		陸側(N31°E)	無
5			有
6		沖側(N31°E)	無
7			有
8			無
9		日本海中部地震	有
10			無
11			有
12		日本海中部地震	無

【海域 B】

表-7.4.1.4 概略計算による各ケースの最大津波高(海域 B)

10m メッシュ 領域番号	市町名	大すべり領域：北端配置						大すべり領域：中央配置						最大値	最大値と 二位の差
		沖側 (N14°E)	沖側 (N39°E)	沖側 (N349°E)	陸側 (N14°E)	陸側 (N39°E)	陸側 (N349°E)	沖側 (N14°E)	沖側 (N39°E)	沖側 (N349°E)	陸側 (N14°E)	陸側 (N39°E)	陸側 (N349°E)		
	八峰町	4.28	3.96	5.00	4.11	3.45	4.54	2.32	2.28	3.11	2.41	2.52	2.99	5.00	0.46
	能代市	3.69	4.26	4.67	4.08	3.84	4.29	2.90	2.39	3.94	2.78	2.26	3.55	4.67	0.38
	三種町	3.72	3.25	4.90	3.74	2.86	4.66	2.17	2.18	3.33	2.19	1.99	2.98	4.90	0.24
	男鹿市	3.75	3.97	5.15	3.88	3.39	4.75	2.29	2.28	3.49	2.09	2.13	3.10	5.15	0.40
	潟上市	5.02	4.09	5.66	5.70	4.41	6.24	3.57	3.06	4.93	4.12	2.94	5.16	6.24	0.54
	秋田市	6.73	5.58	6.85	7.63	6.32	6.96	4.91	3.51	6.59	5.89	4.18	7.01	7.63	0.62
	由利本荘市	4.92	4.84	4.43	5.43	5.48	4.16	4.12	3.16	5.05	5.06	4.00	5.31	5.48	0.05
	にかほ市	4.87	4.75	2.59	4.70	5.45	2.79	5.60	3.59	3.55	6.32	5.21	4.22	6.32	0.87

表-7.4.1.5 概略計算による各ケースの浸水面積(海域 B)

10m メッシュ 領域番号	市町名	大すべり領域：北端配置						大すべり領域：中央配置						最大値
		沖側 (N14°E)	沖側 (N39°E)	沖側 (N349°E)	陸側 (N14°E)	陸側 (N39°E)	陸側 (N349°E)	沖側 (N14°E)	沖側 (N39°E)	沖側 (N349°E)	陸側 (N14°E)	陸側 (N39°E)	陸側 (N349°E)	
	八峰町	96.50	103.25	127.75	106.75	91.50	122.75	58.25	60.00	77.50	64.00	64.00	78.25	127.75
	能代市	411.75	423.00	543.25	450.00	393.00	525.25	327.50	326.50	401.25	350.00	321.00	391.75	543.25
	三種町	26.50	27.50	40.00	29.00	24.25	35.00	15.25	15.75	24.50	16.75	14.00	22.75	40.00
	男鹿市	568.50	506.25	668.50	652.75	515.00	738.50	441.75	423.75	556.25	499.00	448.75	604.25	738.50
	潟上市	99.25	49.00	152.75	168.25	54.25	210.75	42.75	37.50	95.00	58.75	39.50	149.00	210.75
	秋田市	641.00	514.00	667.50	865.75	694.50	750.25	354.75	264.50	600.75	515.75	324.25	735.50	865.75
	由利本荘市	248.00	241.00	216.00	286.75	300.25	195.50	205.50	140.25	265.75	294.00	202.00	287.25	300.25
	にかほ市	244.50	243.25	166.50	235.25	291.50	145.00	229.50	165.25	220.50	313.50	225.50	213.50	313.50

各沿岸市町の代表地点において、最大津波高及び浸水面積が最大となるケースが包絡図に寄与すると考え、表-7.4.1.6 に示す計算ケースを抽出した。

なお、表-7.4.1.4 の由利本荘市について、大すべり領域を北端に配置した場合の陸側(N39°E)と陸側(N14°E)との最大津波高の差は5cmとなっている。このような小差は、概略計算(最小メッシュ 50m)と詳細計算(同 10m)とで、最大値が前後することも考えられるため、陸側(N14°E)も計算ケースに含めることとした。

表-7.4.1.6 詳細計算ケース(海域B)

No.	10m メッシュ 計算領域	震源ケース		構造物の有無
1		北端配置	沖側(N349°E)	有
2				無
3		北端配置	沖側(N349°E)	有
4				無
5		北端配置	陸側(N349°E)	有
6				無
7		北端配置	陸側(N14°E)	有
8				無
9		北端配置	陸側(N39°E)	有
10				無
11		中央配置	陸側(N14°E)	有
12				無

7.4.2 シミュレーション結果

以上から、津波浸水シミュレーションについて、最小 10m メッシュの詳細計算結果を次頁以降に示す。

なお、ここでは「施設有り」のケースのみ示す。その他の計算結果出力図及び GIS データは、別途電子媒体に収録するので参照されたい。

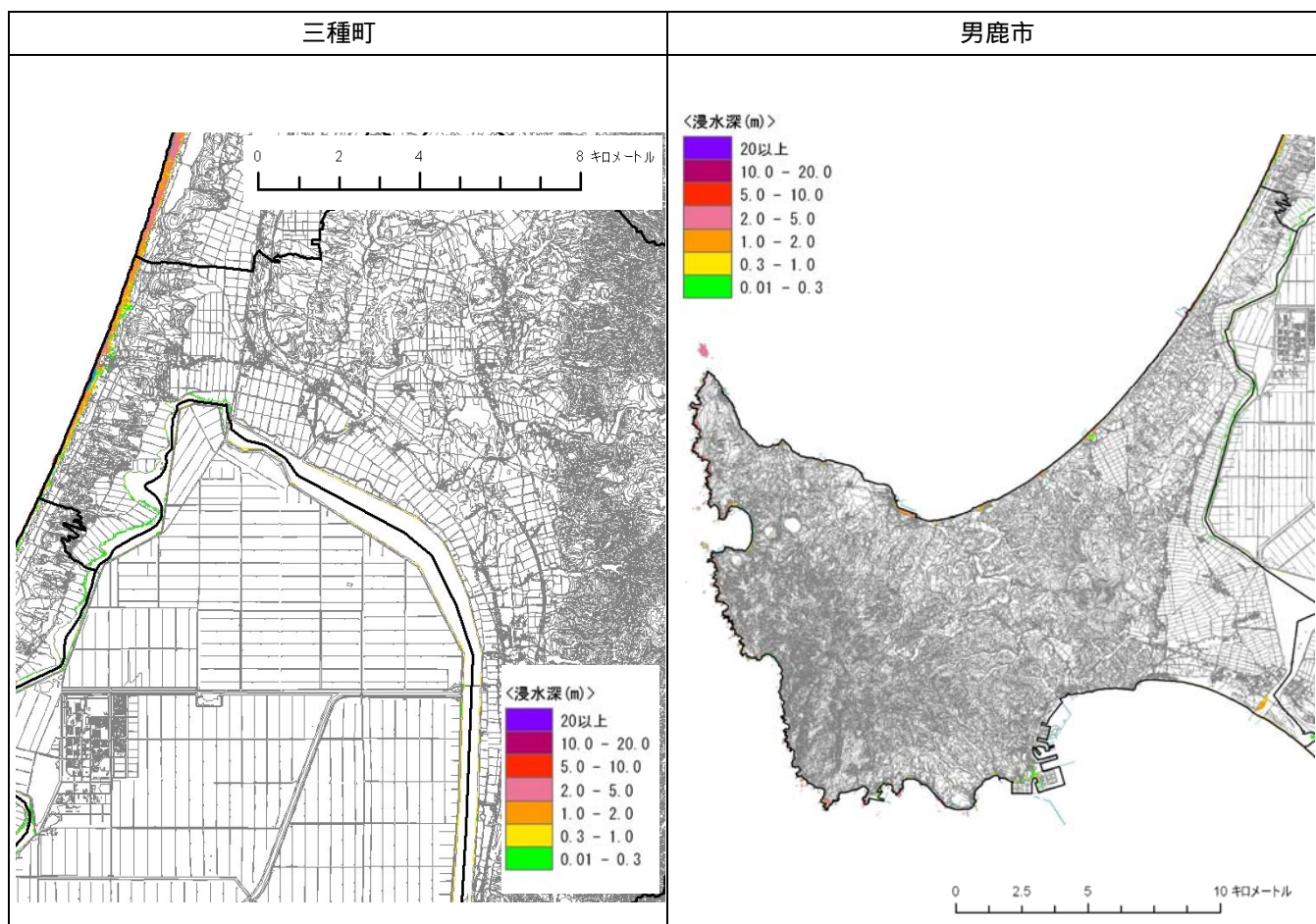
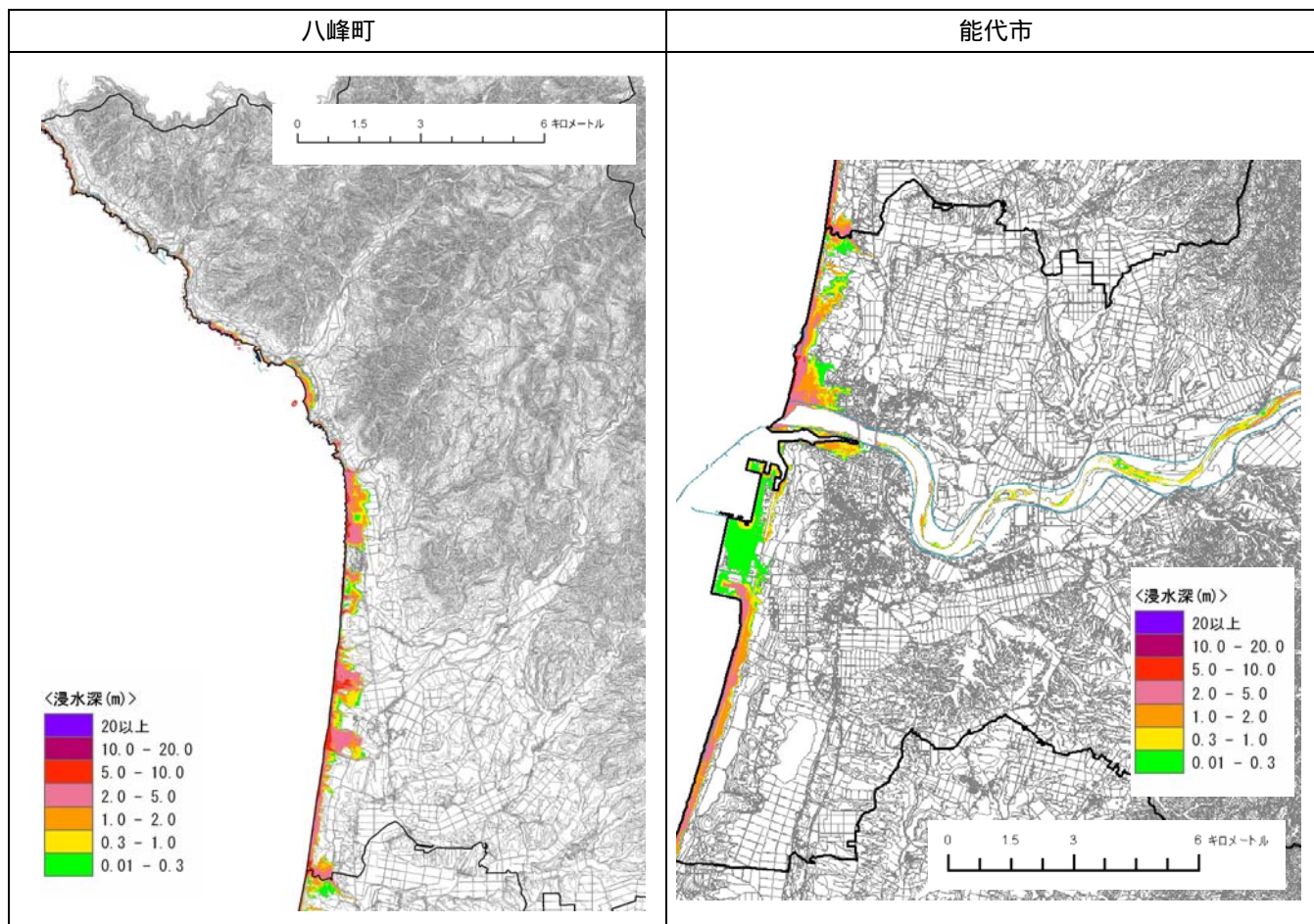
【単独地震】

海域 A	最大浸水深分布図 (施設有り)	複数ケースの包絡図
海域 B	最大浸水深分布図 (施設有り)	複数ケースの包絡図

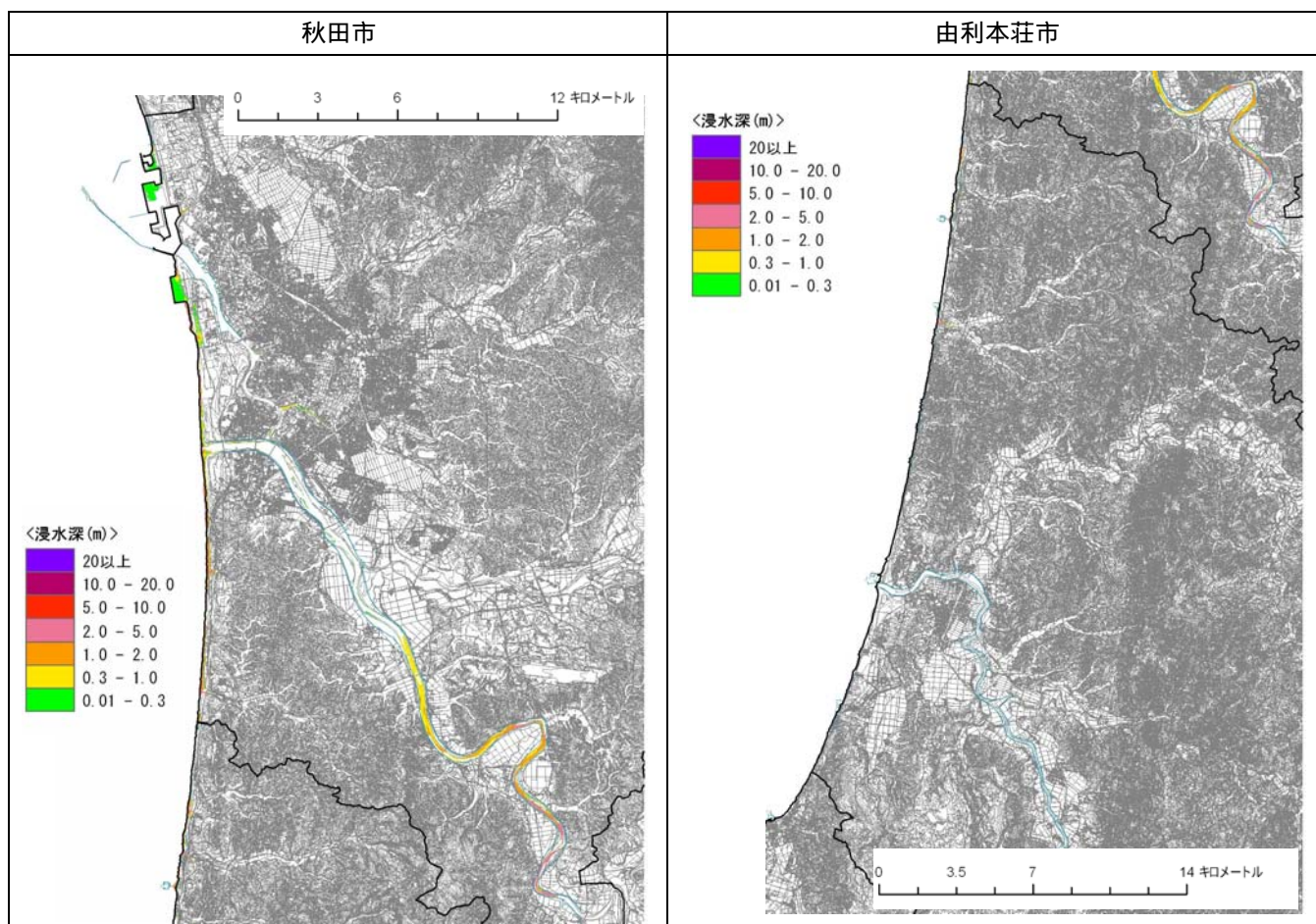
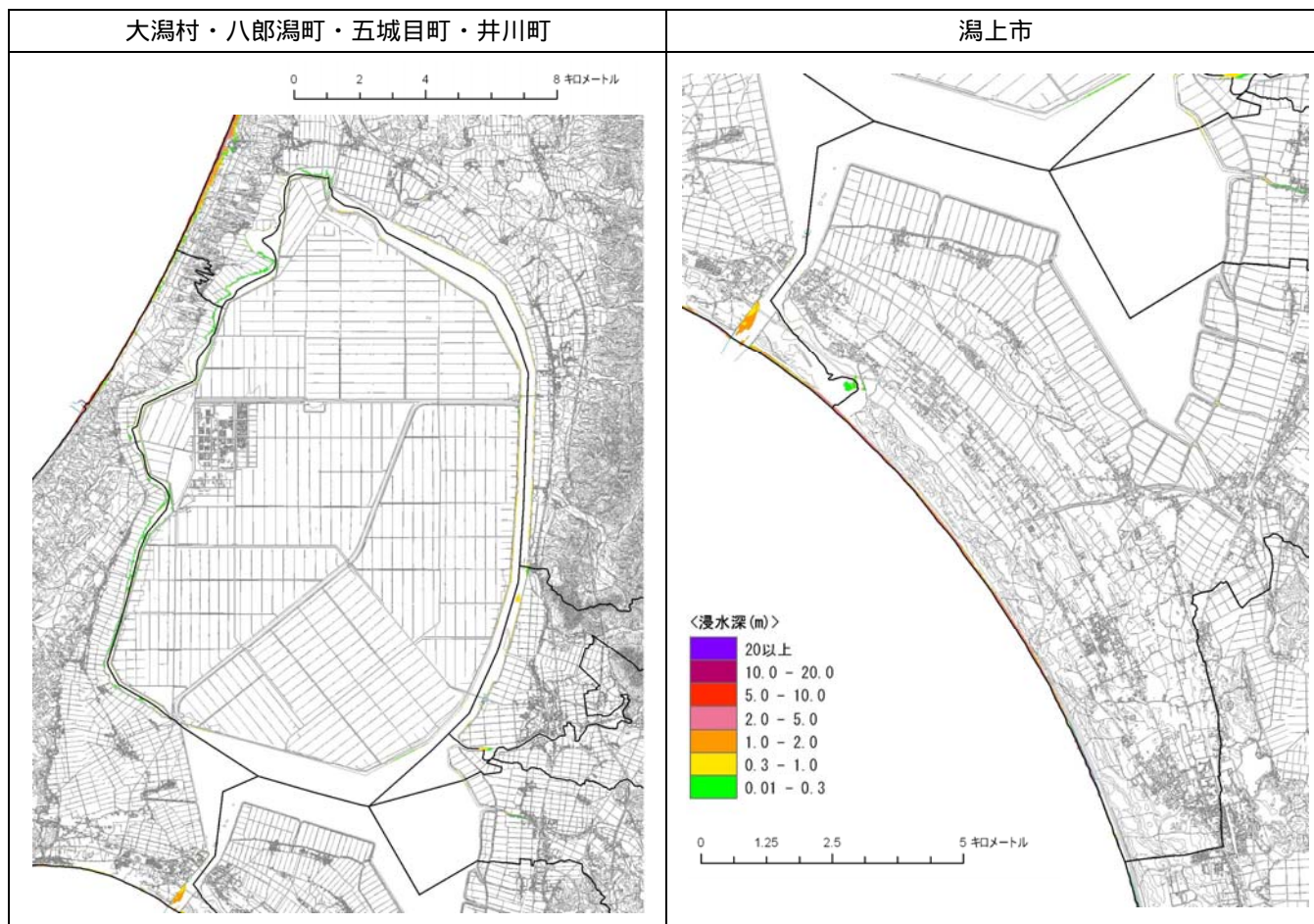
【連動地震】

海域 A + B	最大浸水深分布図、津波浸水開始時刻図 (施設有り)
海域 B + C	最大浸水深分布図、津波浸水開始時刻図 (施設有り)
海域 A + B + C	最大浸水深分布図、津波浸水開始時刻図 (施設有り)

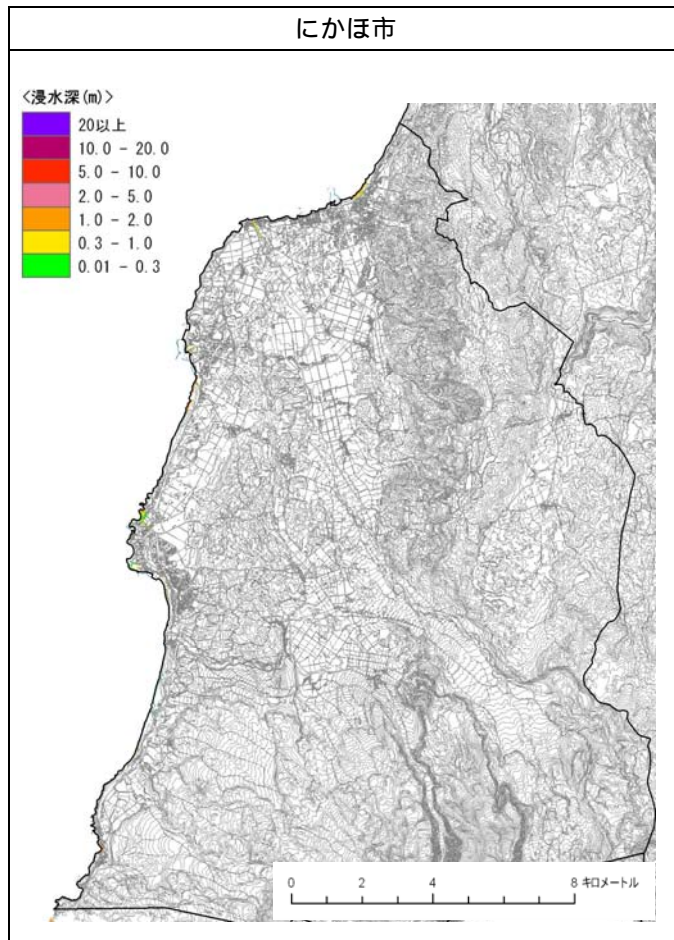
海域A 最大浸水深分布図(施設有り、包絡値)【1/3】



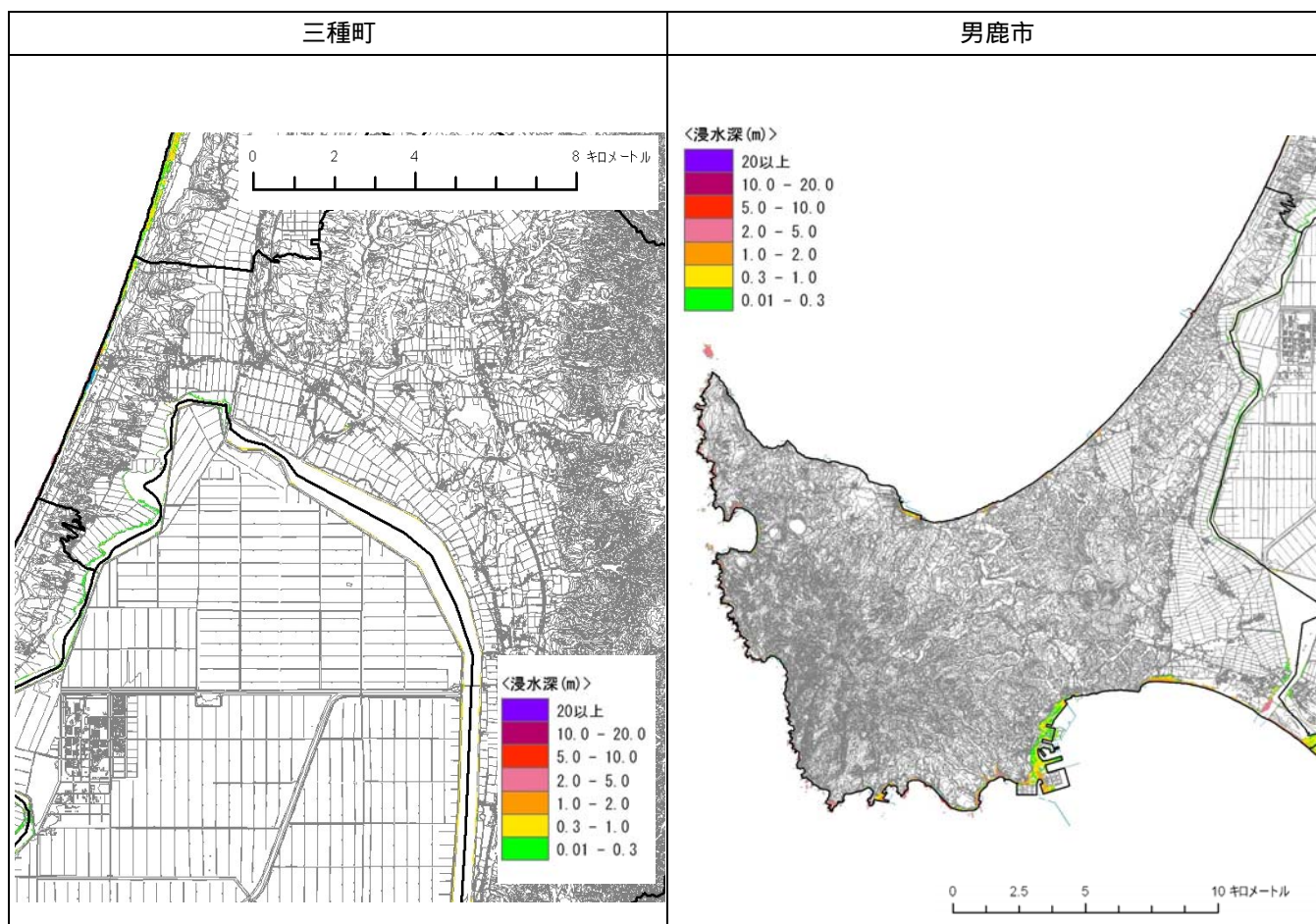
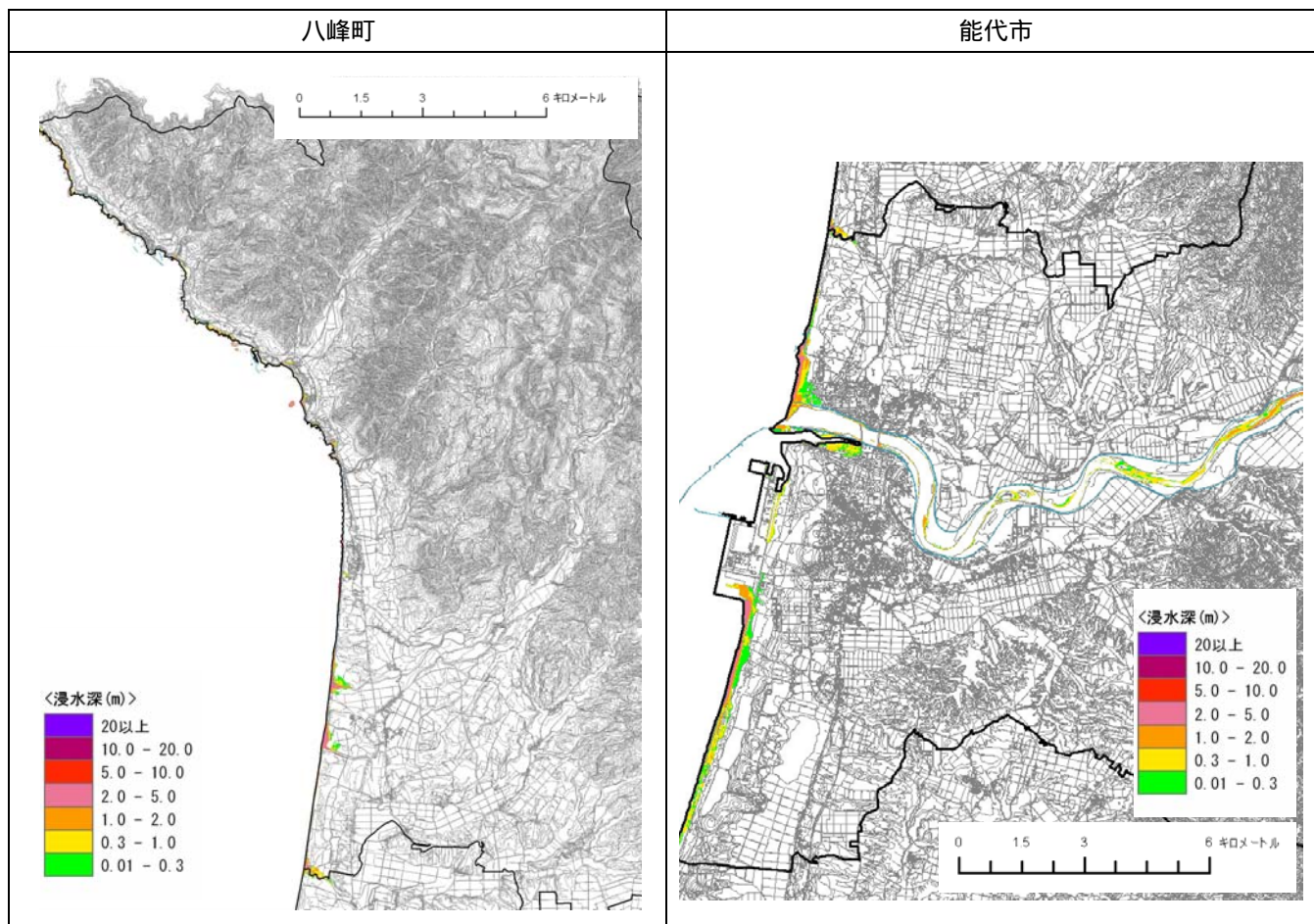
海域A 最大浸水深分布図(施設有り、包絡値)【2/3】



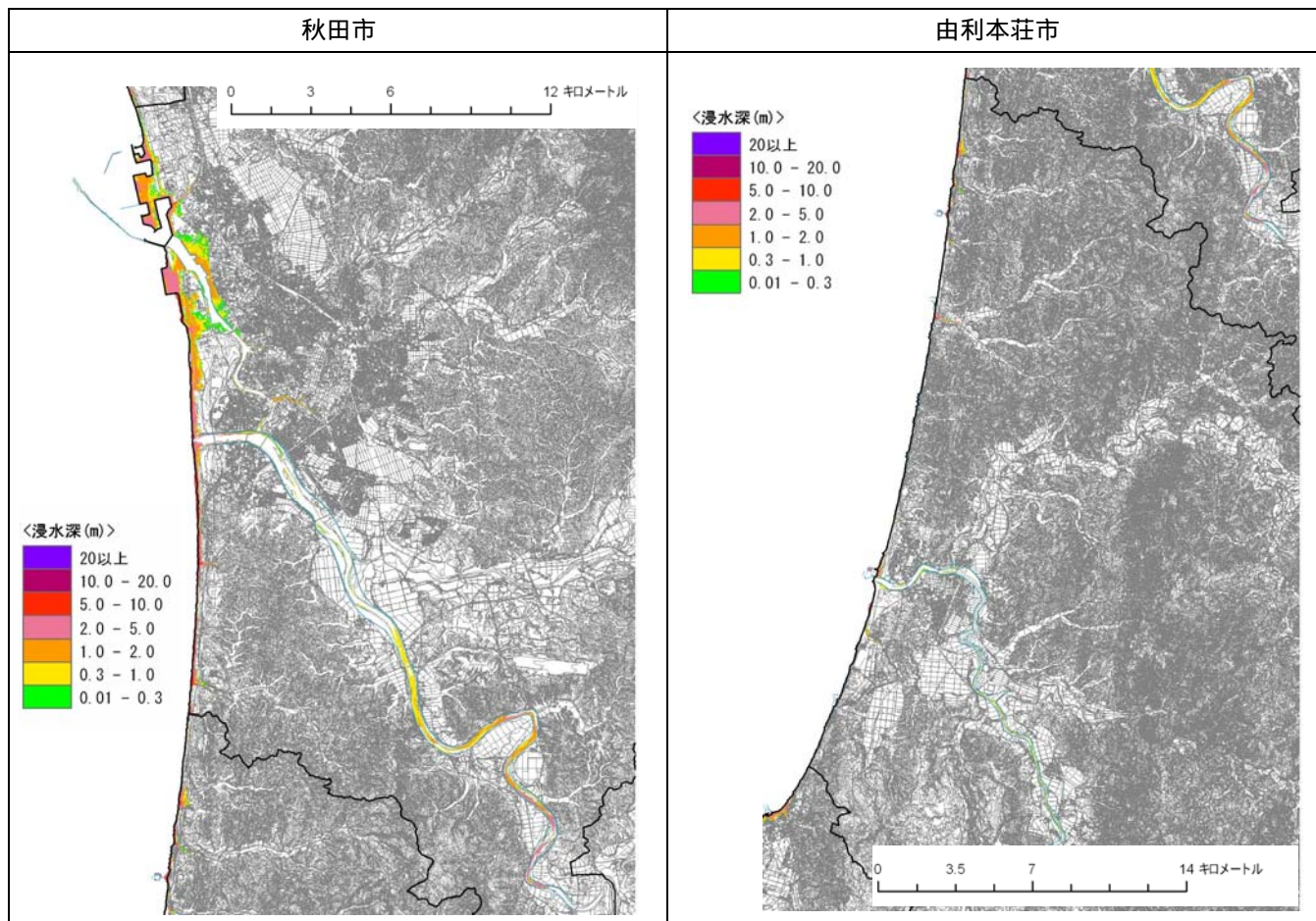
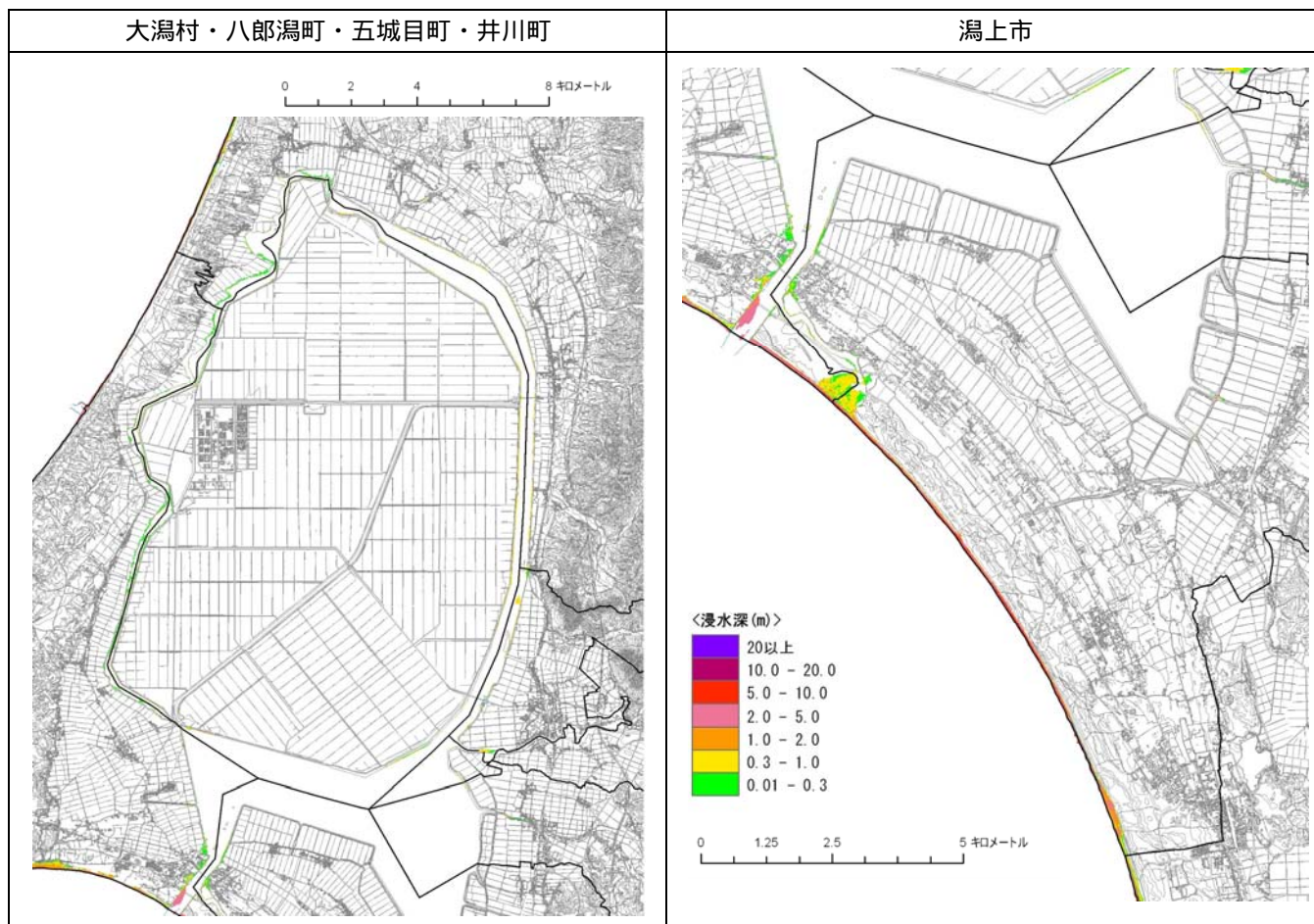
海域A 最大浸水深分布図(施設有り、包絡値)【3/3】



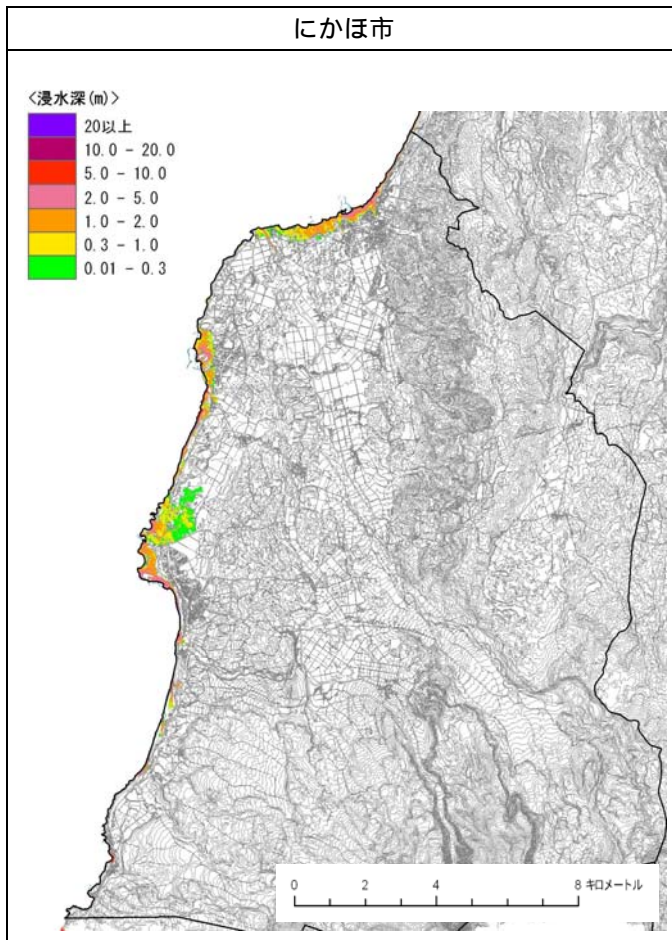
海域B 最大浸水深分布図(施設有り、包絡値)【1/3】



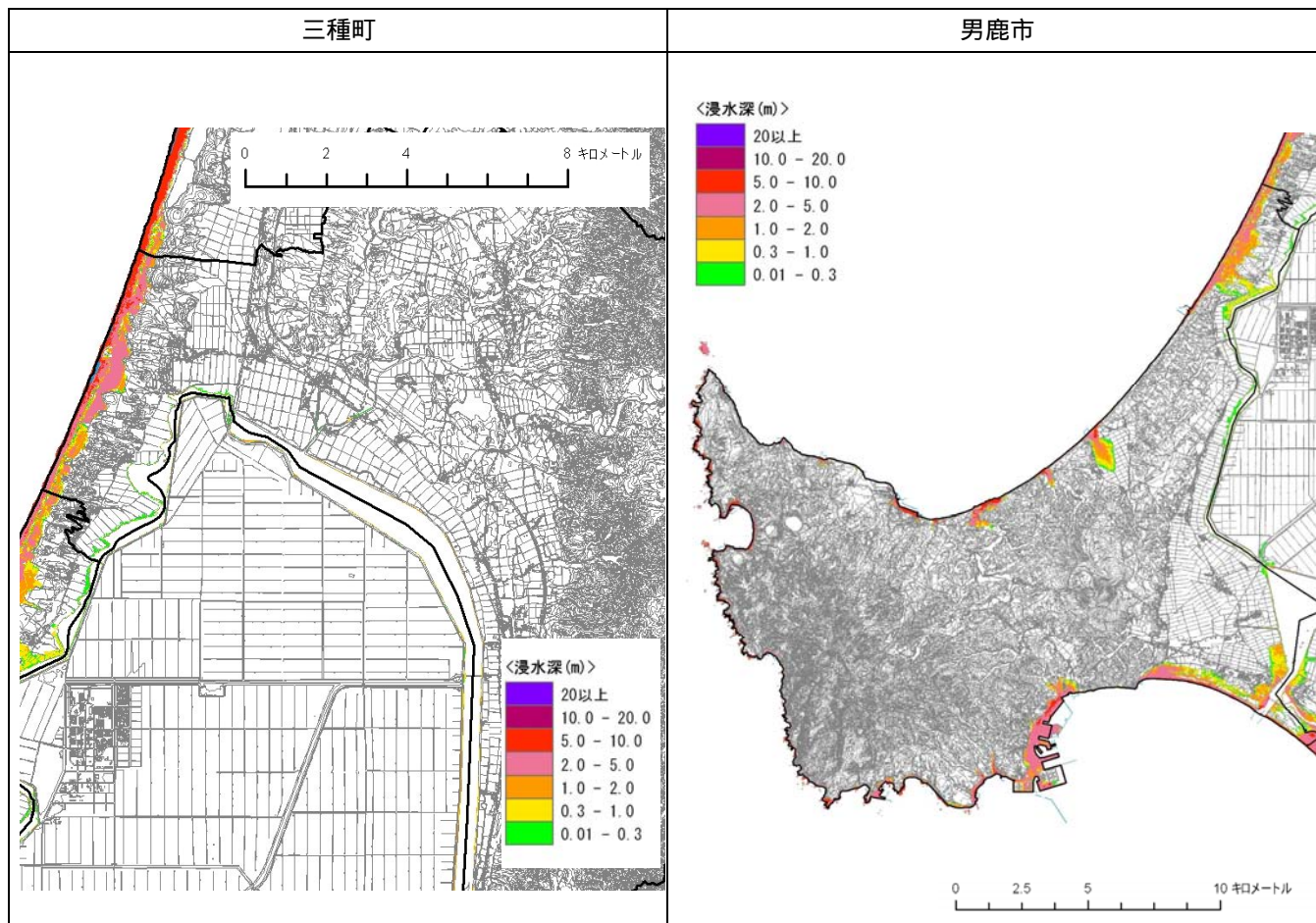
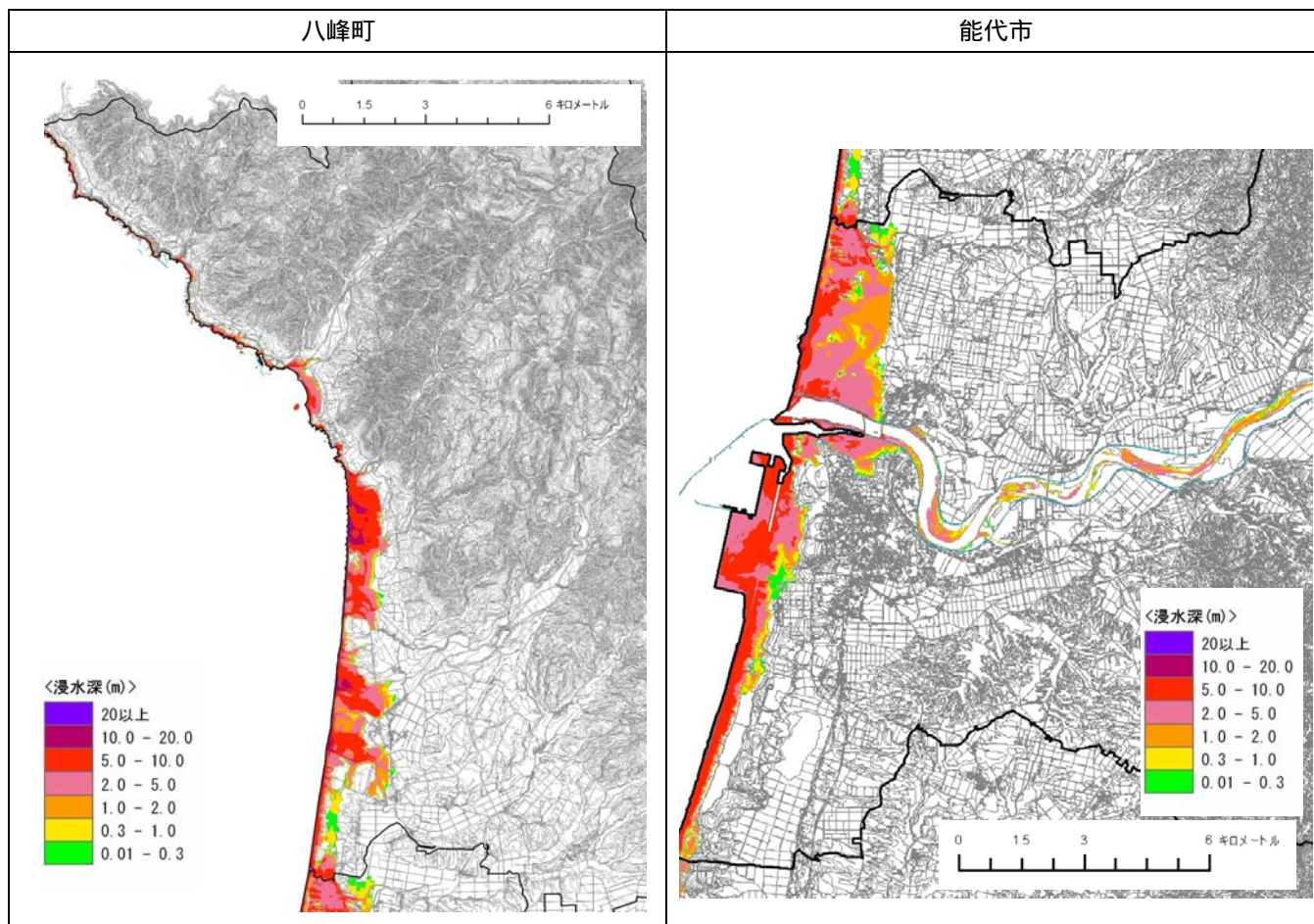
海域B 最大浸水深分布図(施設有り、包絡値)【2/3】



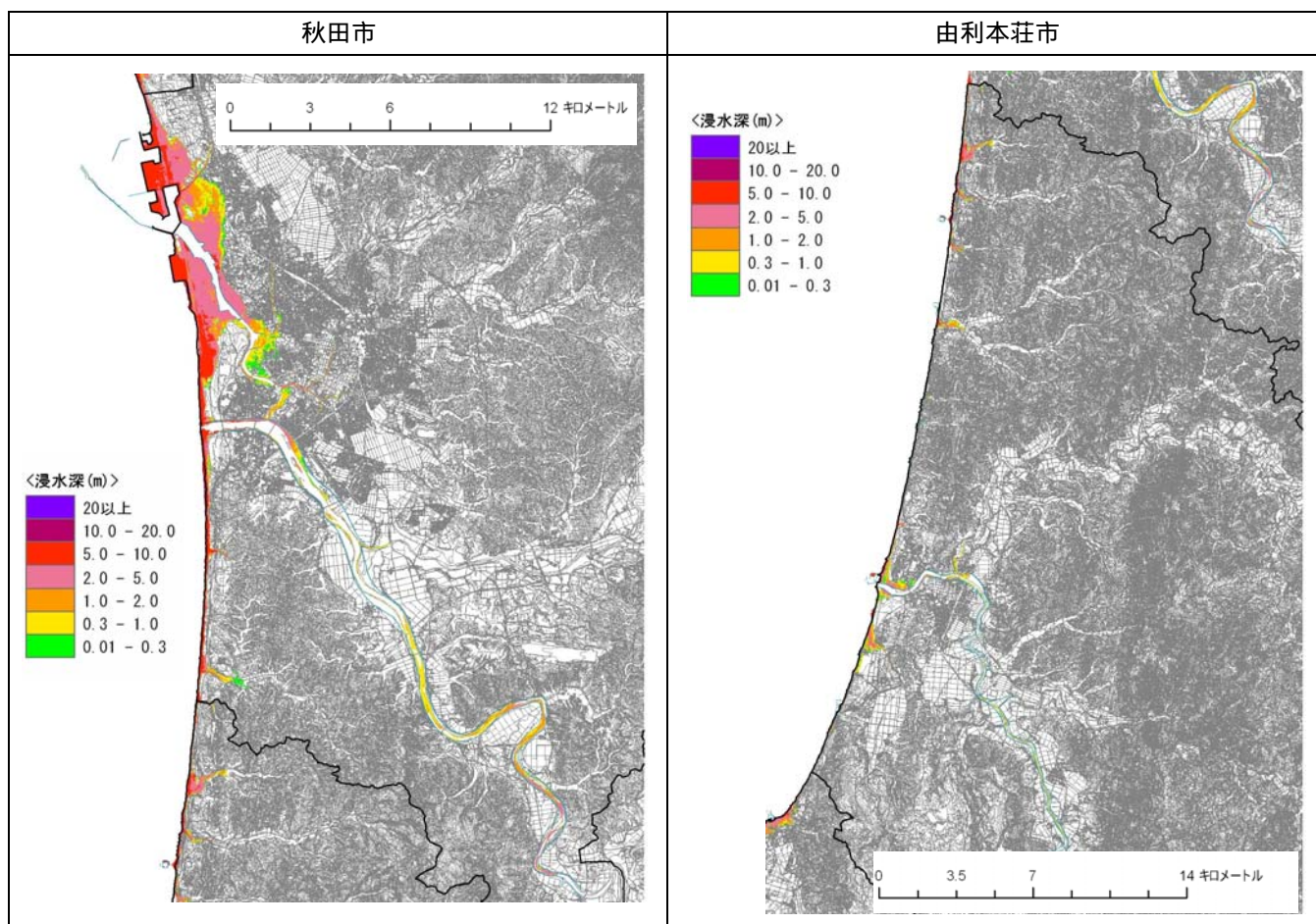
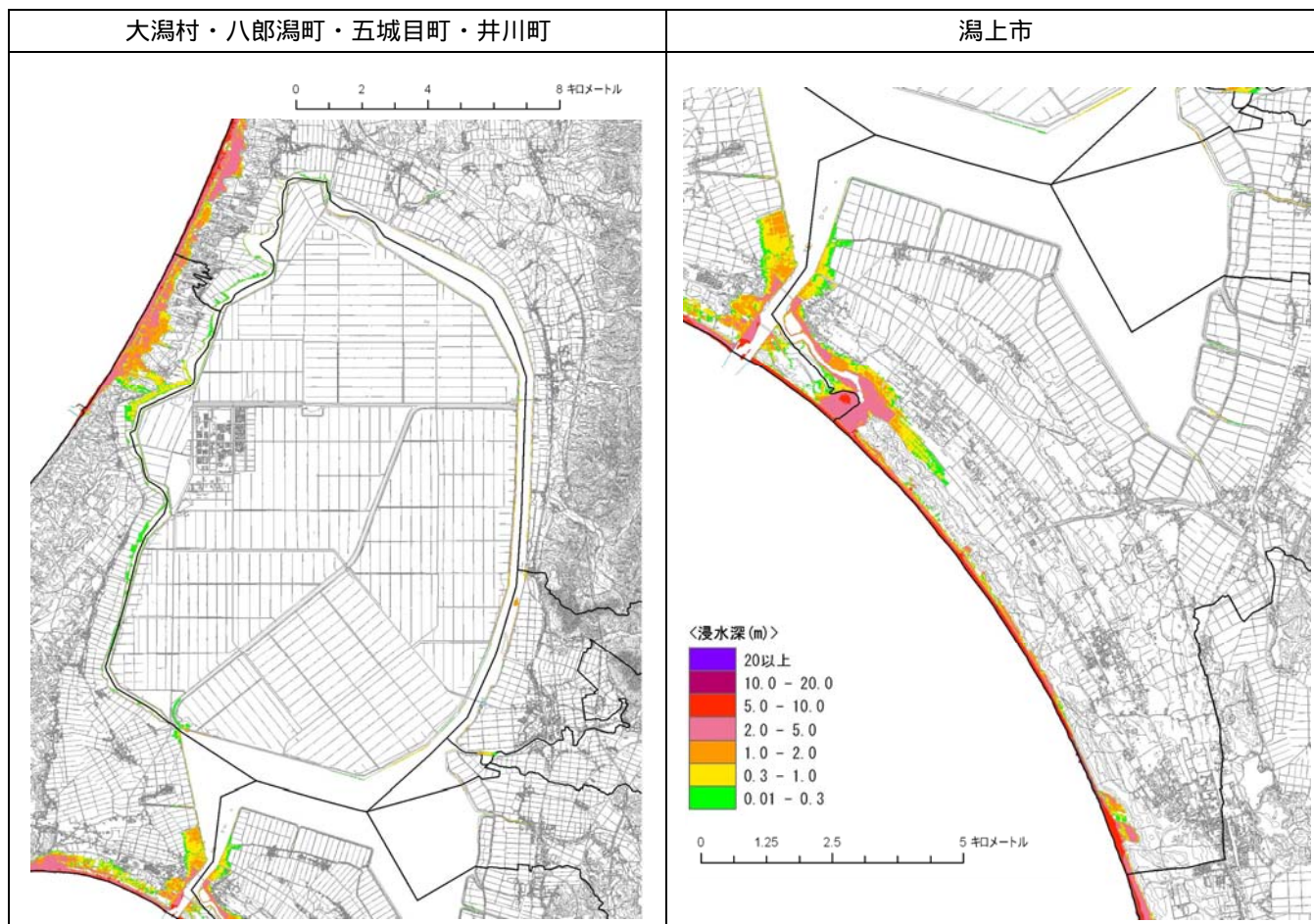
海域B 最大浸水深分布図(施設有り、包絡値)【3/3】



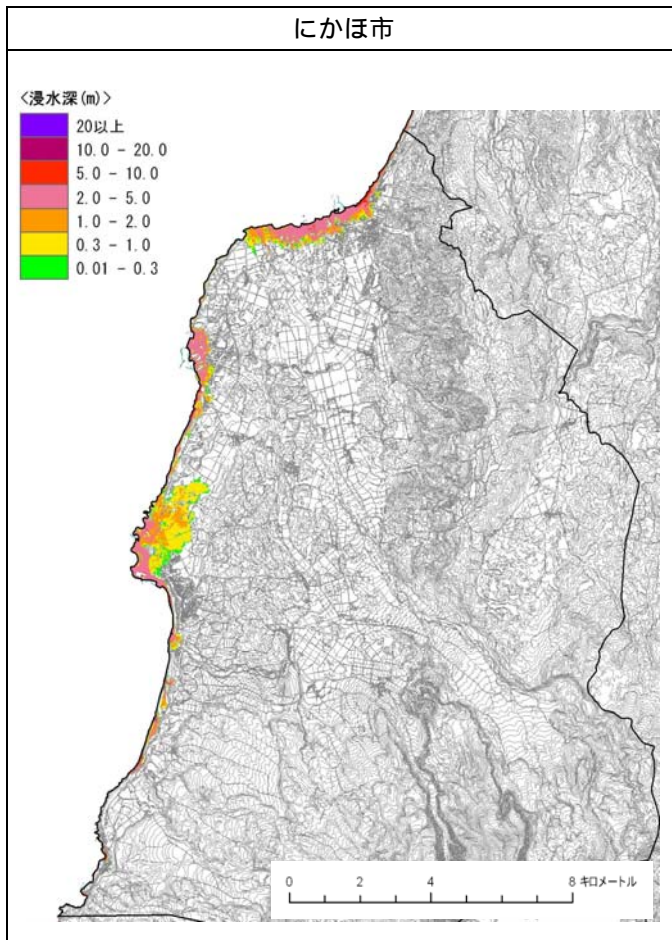
海域A+B 最大浸水深分布図(施設有り)【1/3】



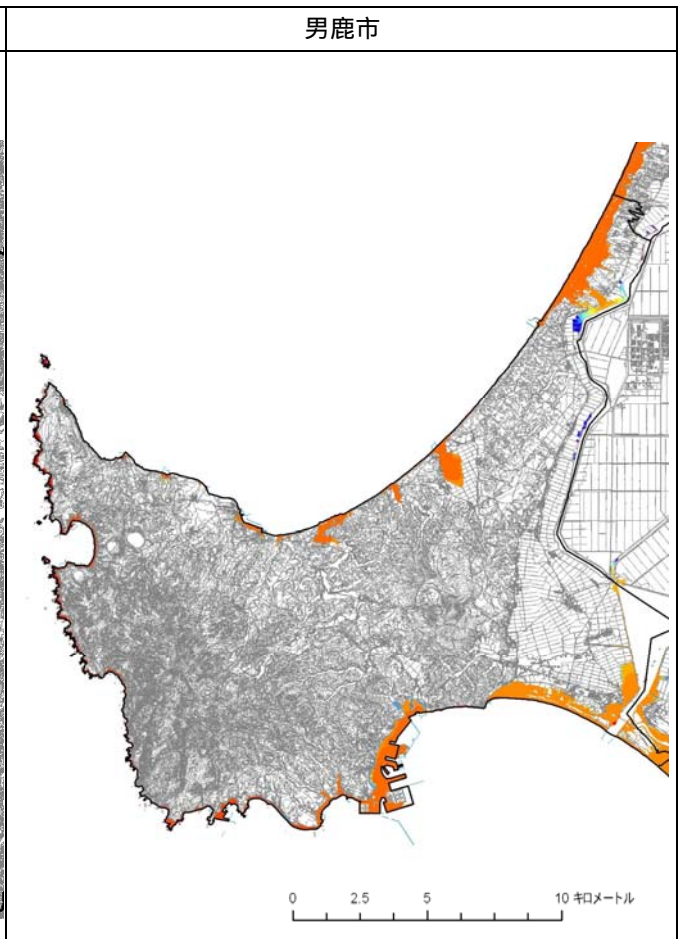
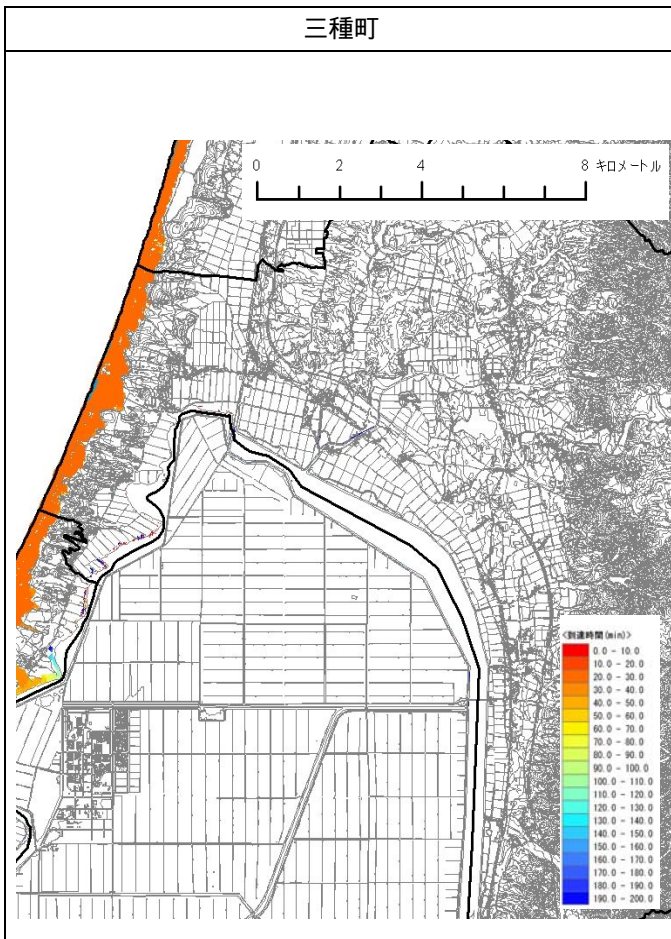
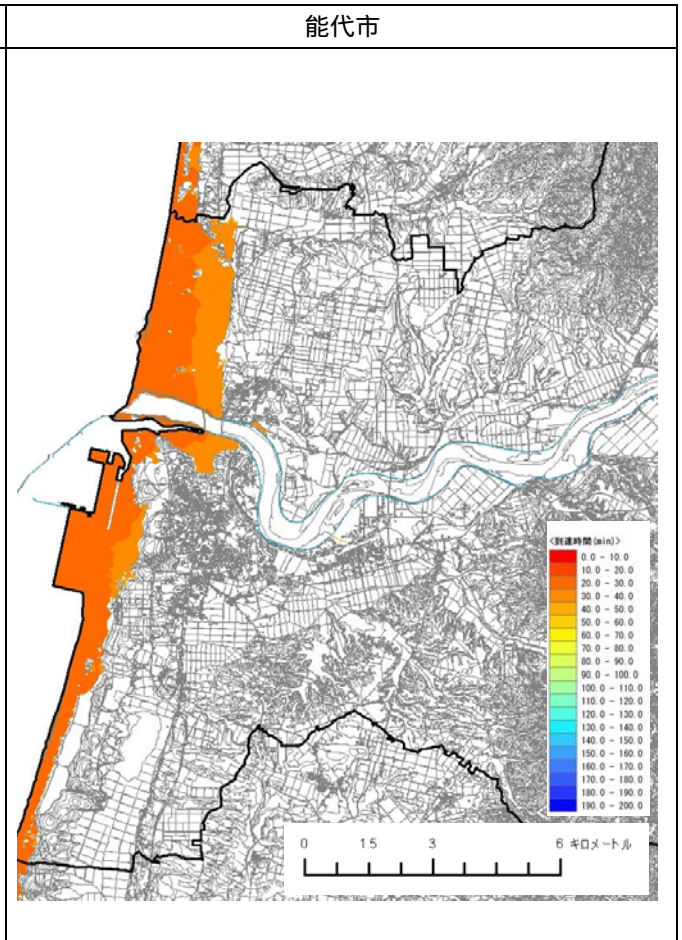
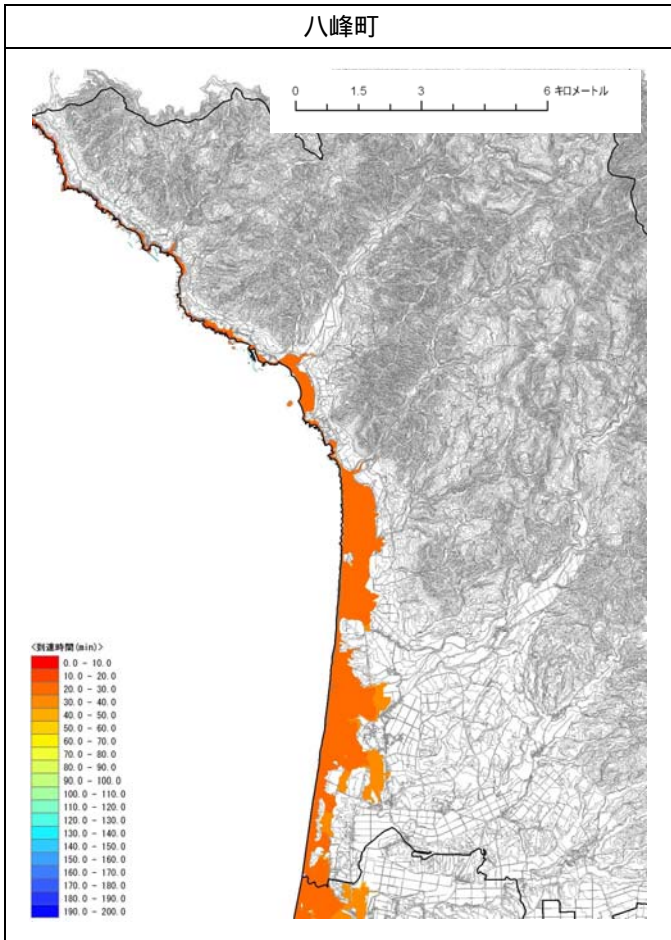
海域A+B 最大浸水深分布図(施設有り)【2/3】



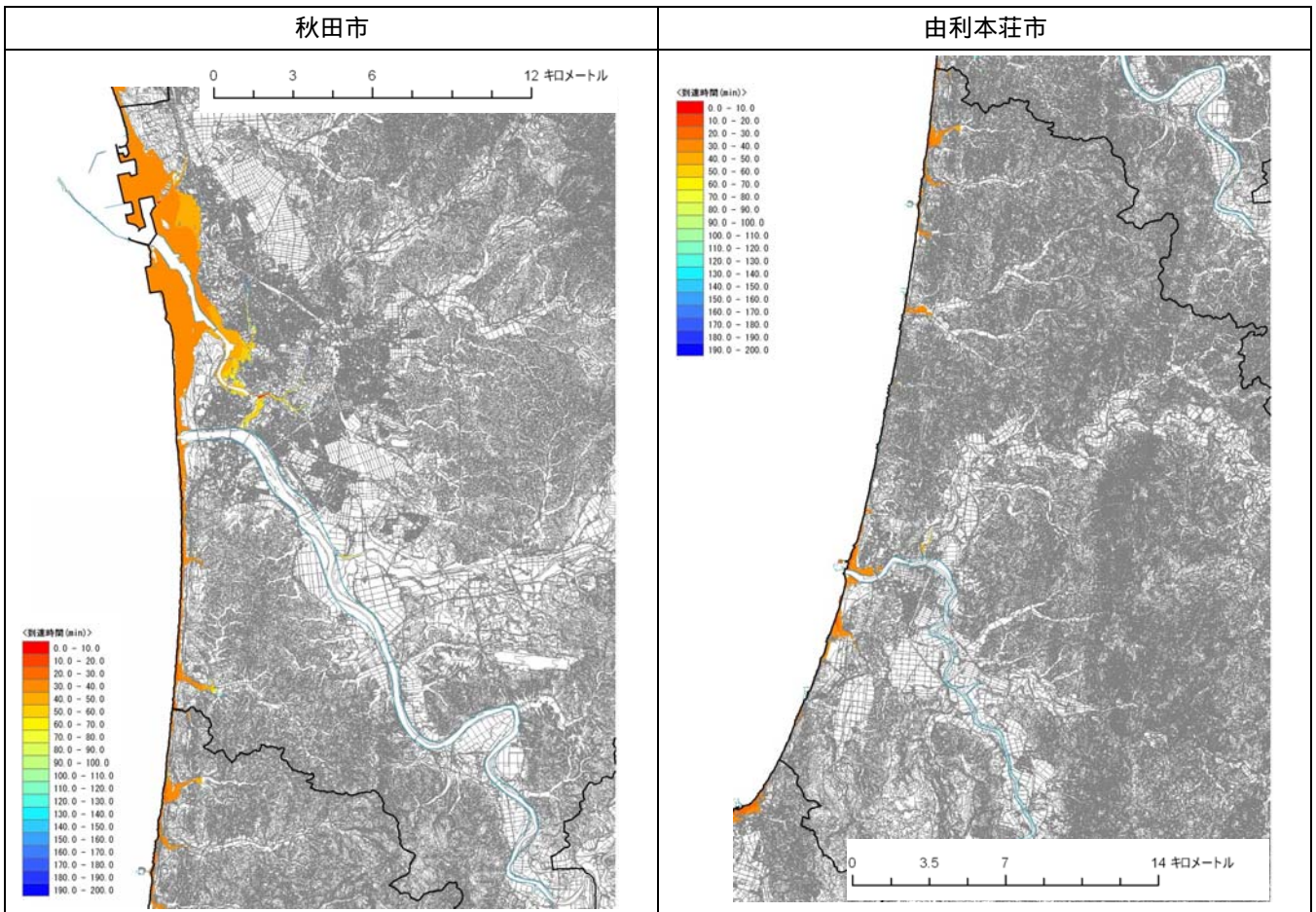
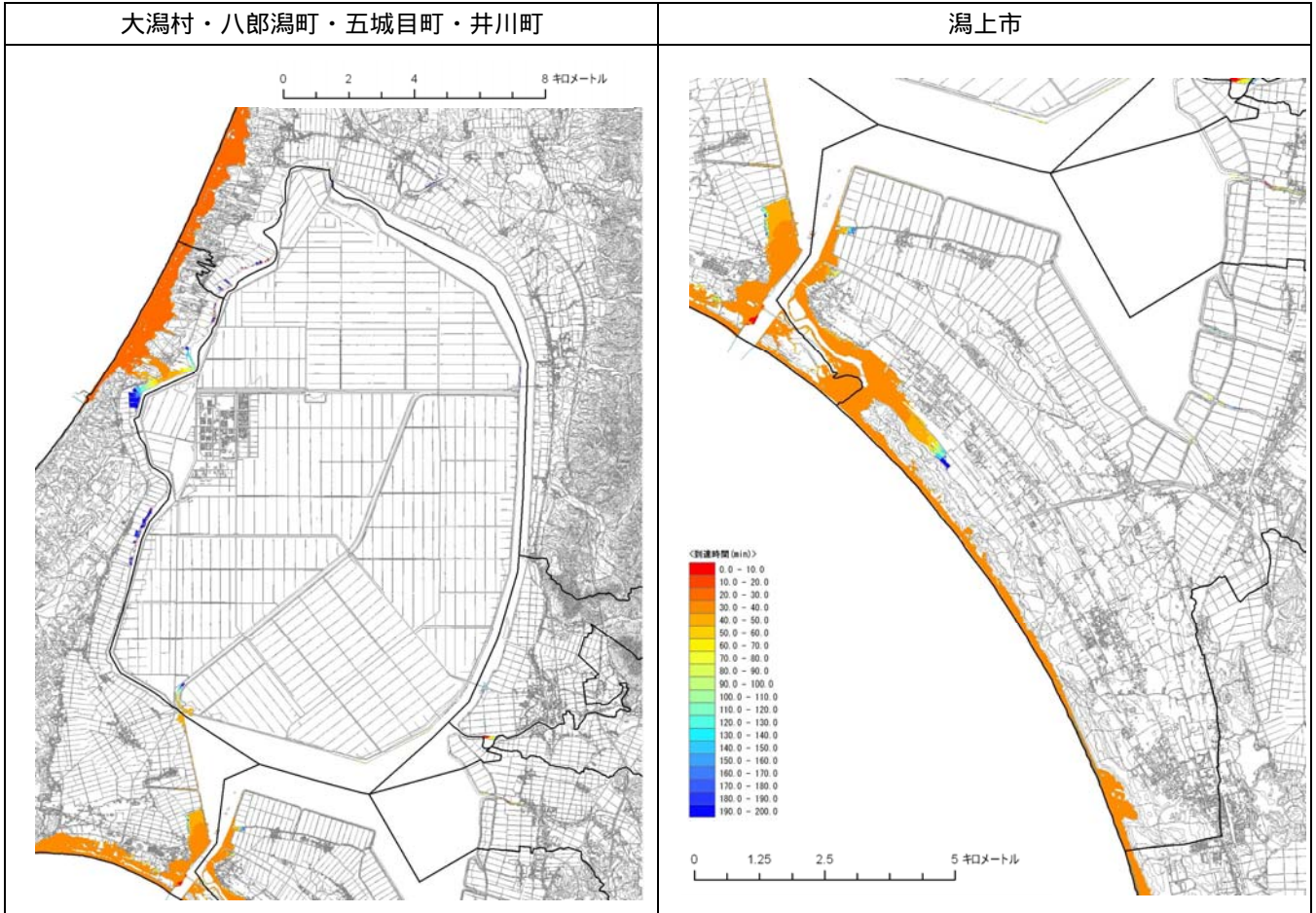
海域A+B 最大浸水深分布図(施設有り)【3/3】



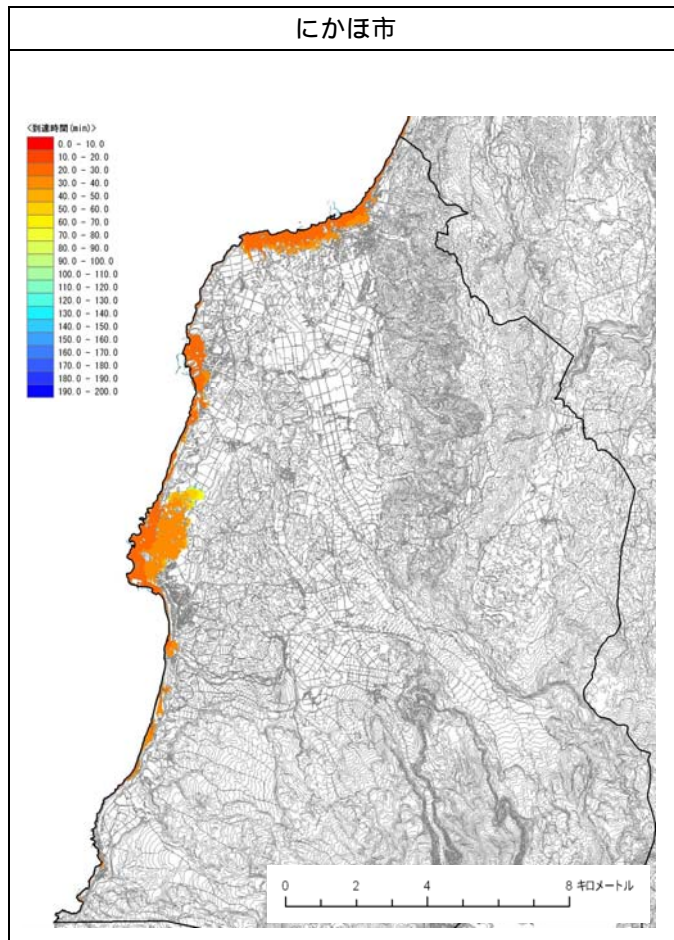
海域A+B 津波浸水開始時刻図(施設有り)【1/3】



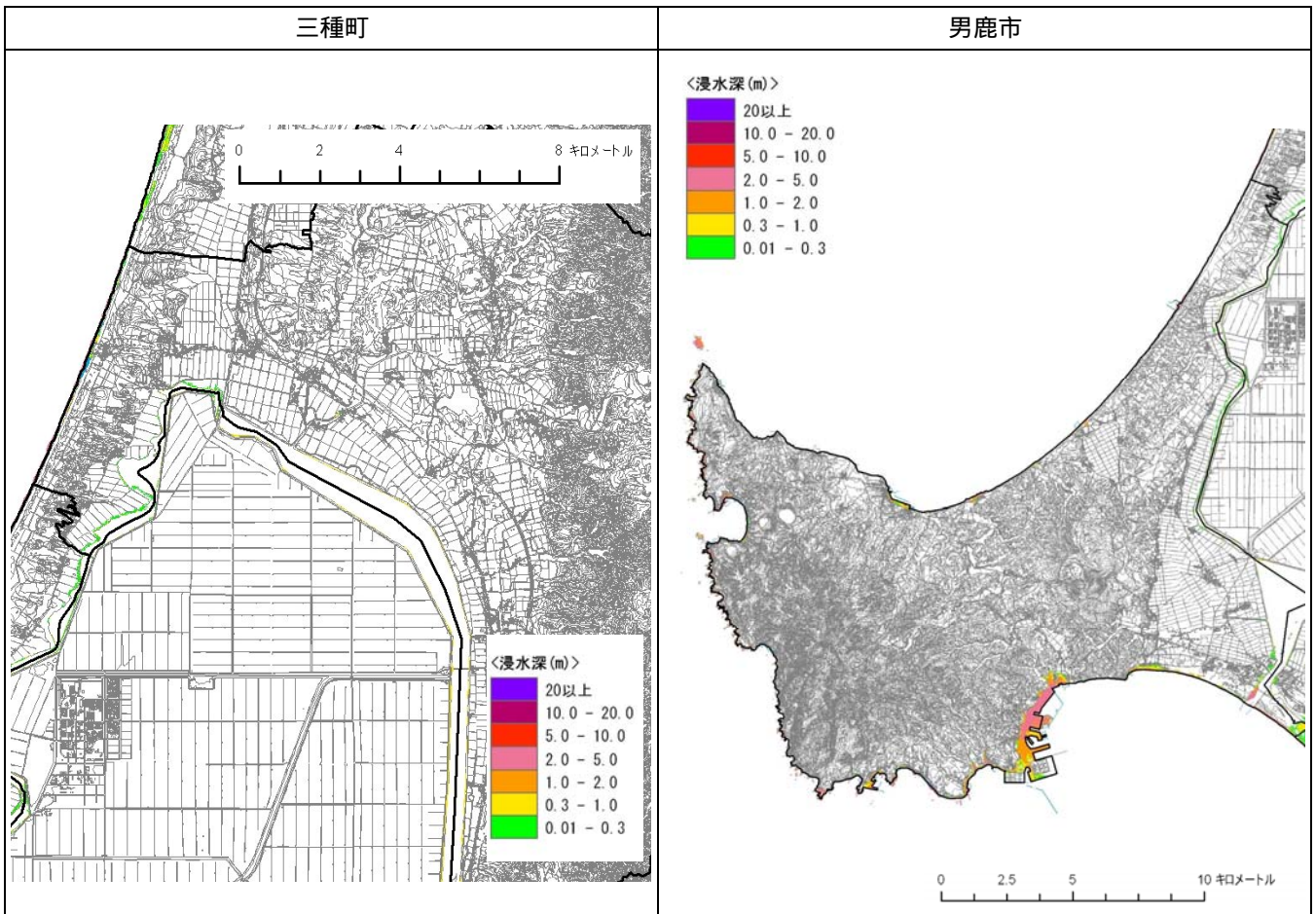
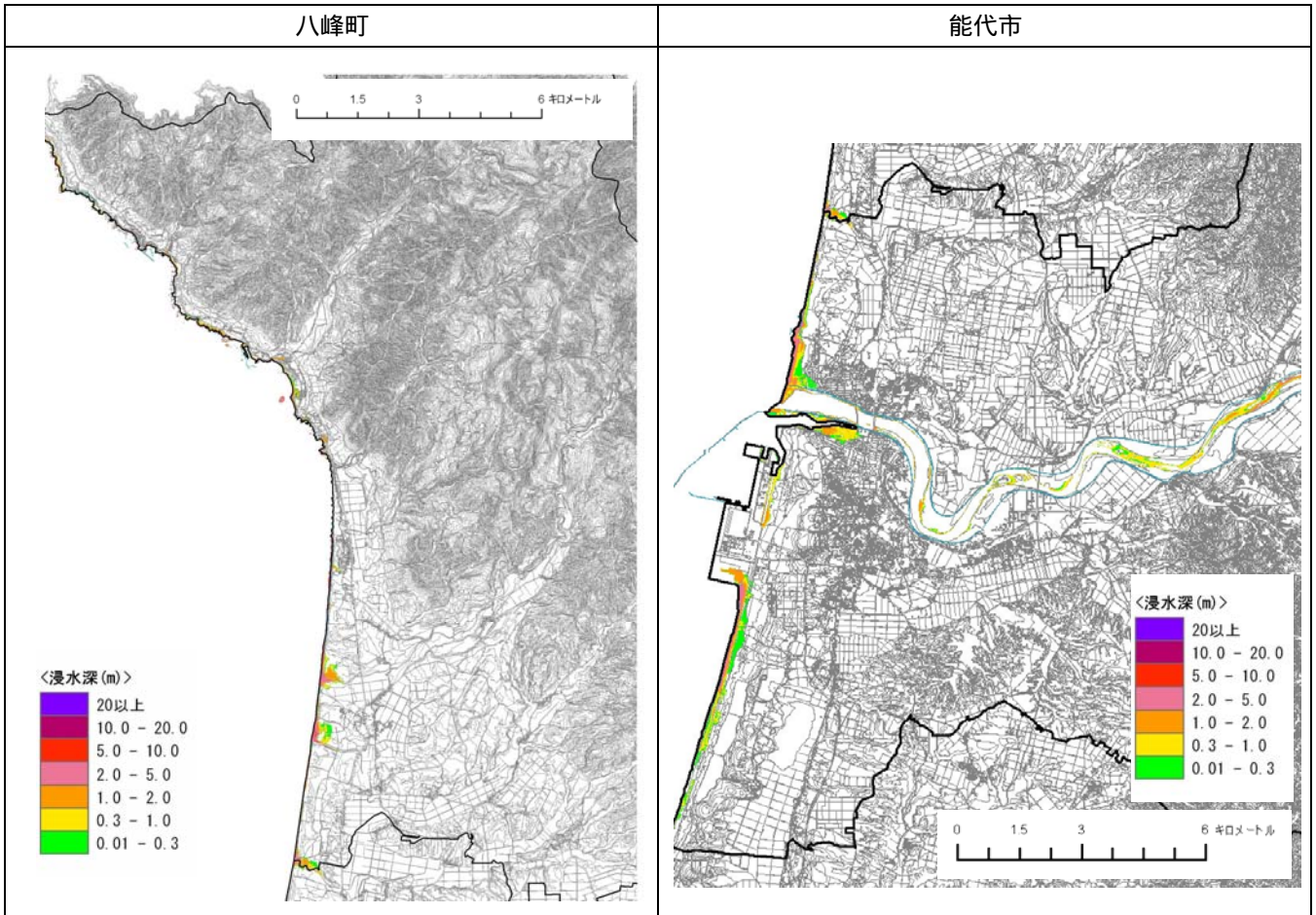
海域A+B 津波浸水開始時刻図(施設有り)【2/3】



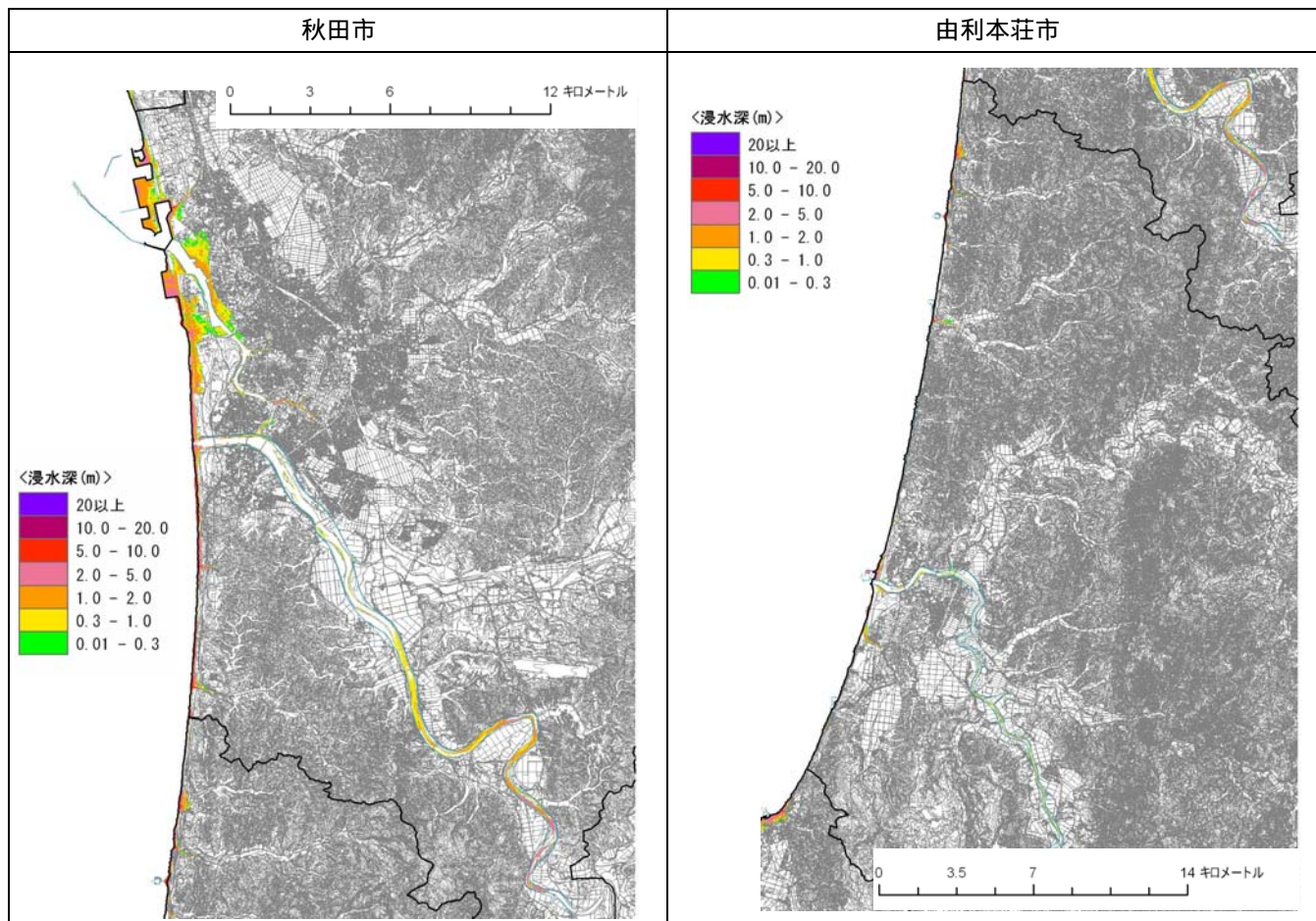
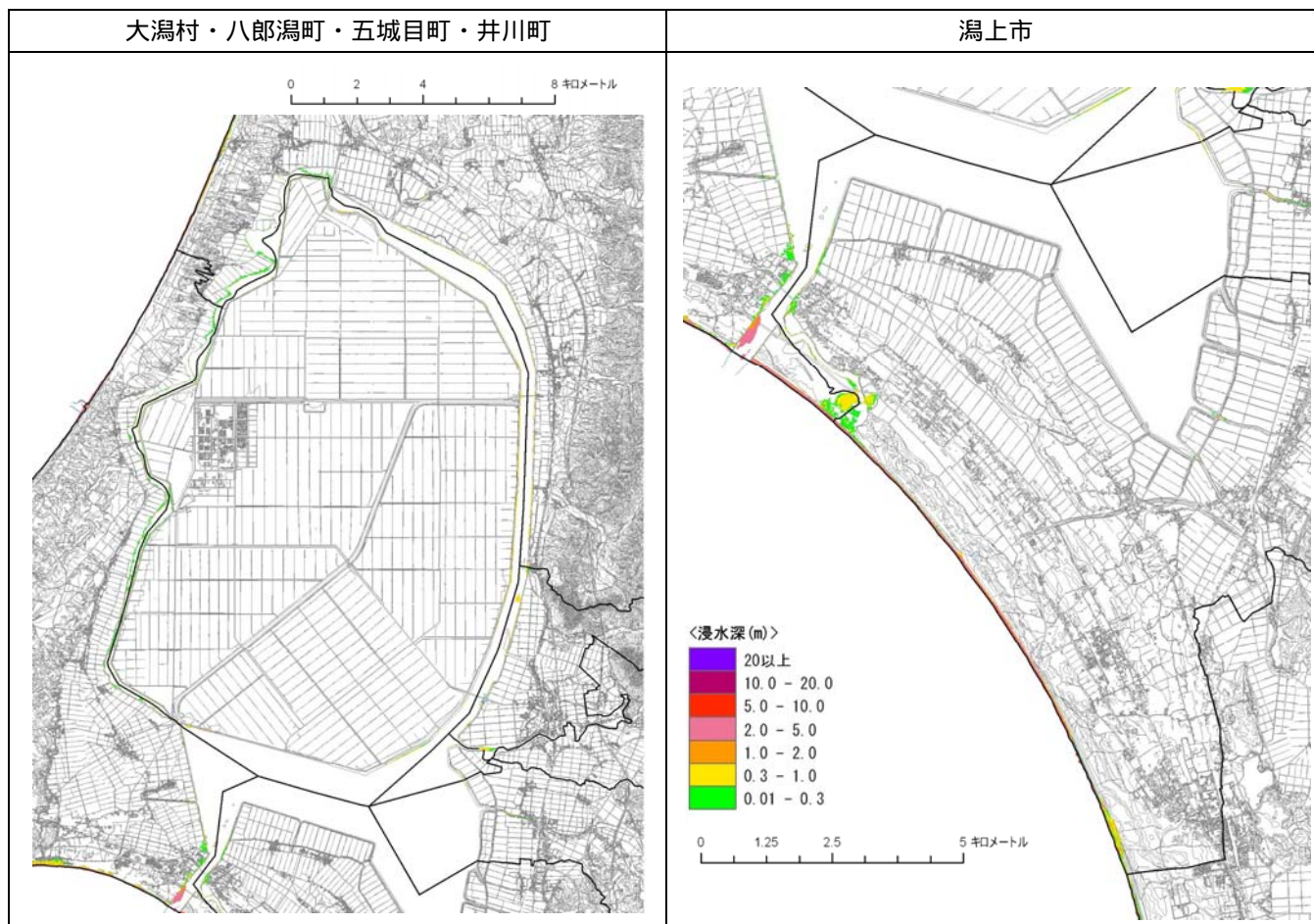
海域A+B 津波浸水開始時刻図(施設有り)【3/3】



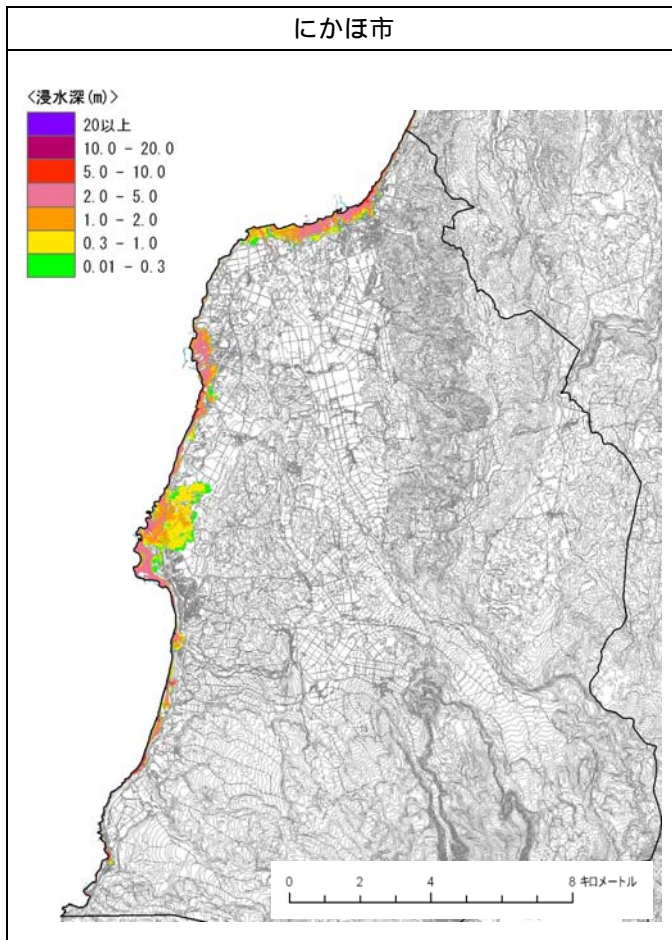
海域B+C 最大浸水深分布図(施設有り)【1/3】



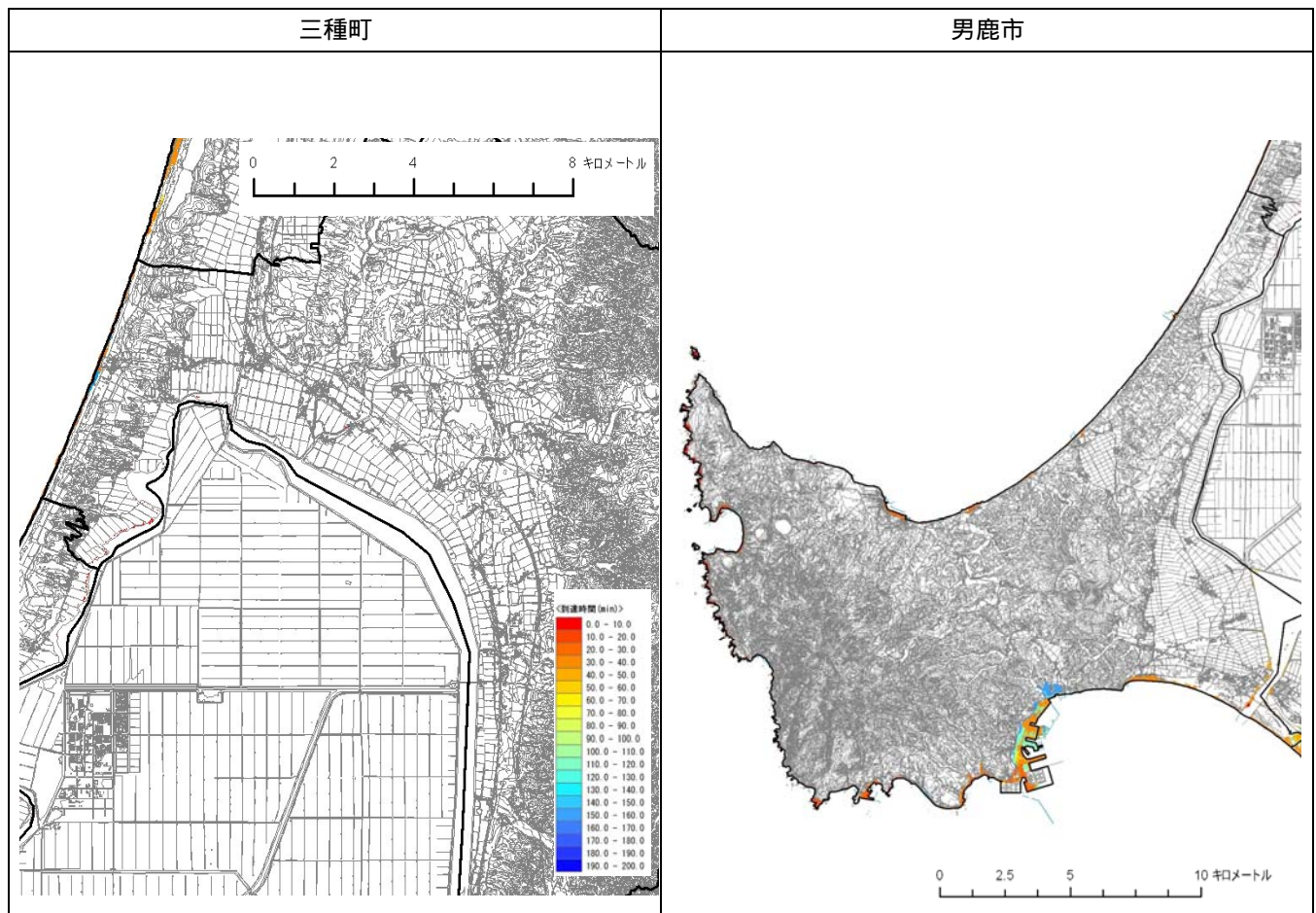
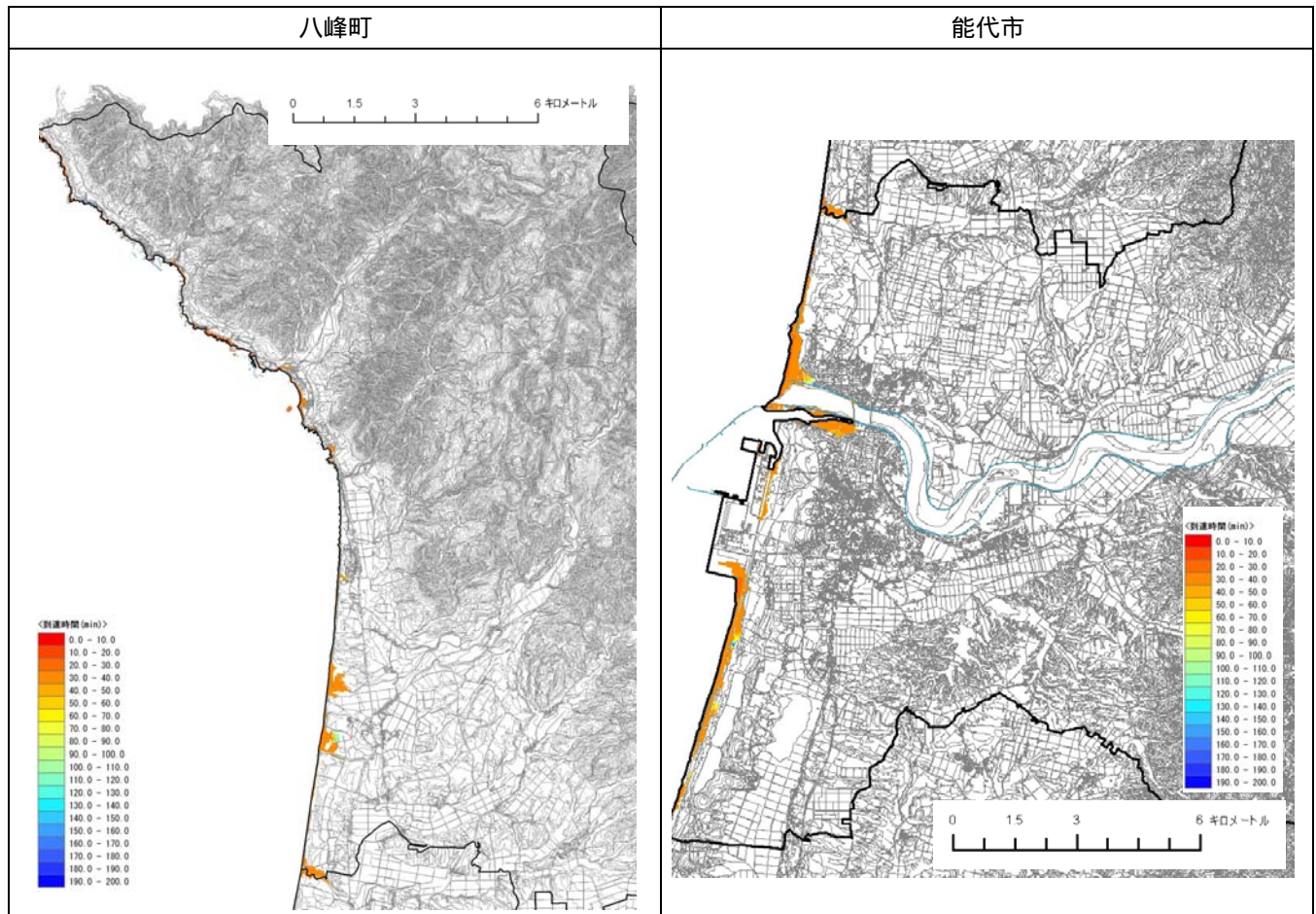
海域B+C 最大浸水深分布図(施設有り)【2/3】



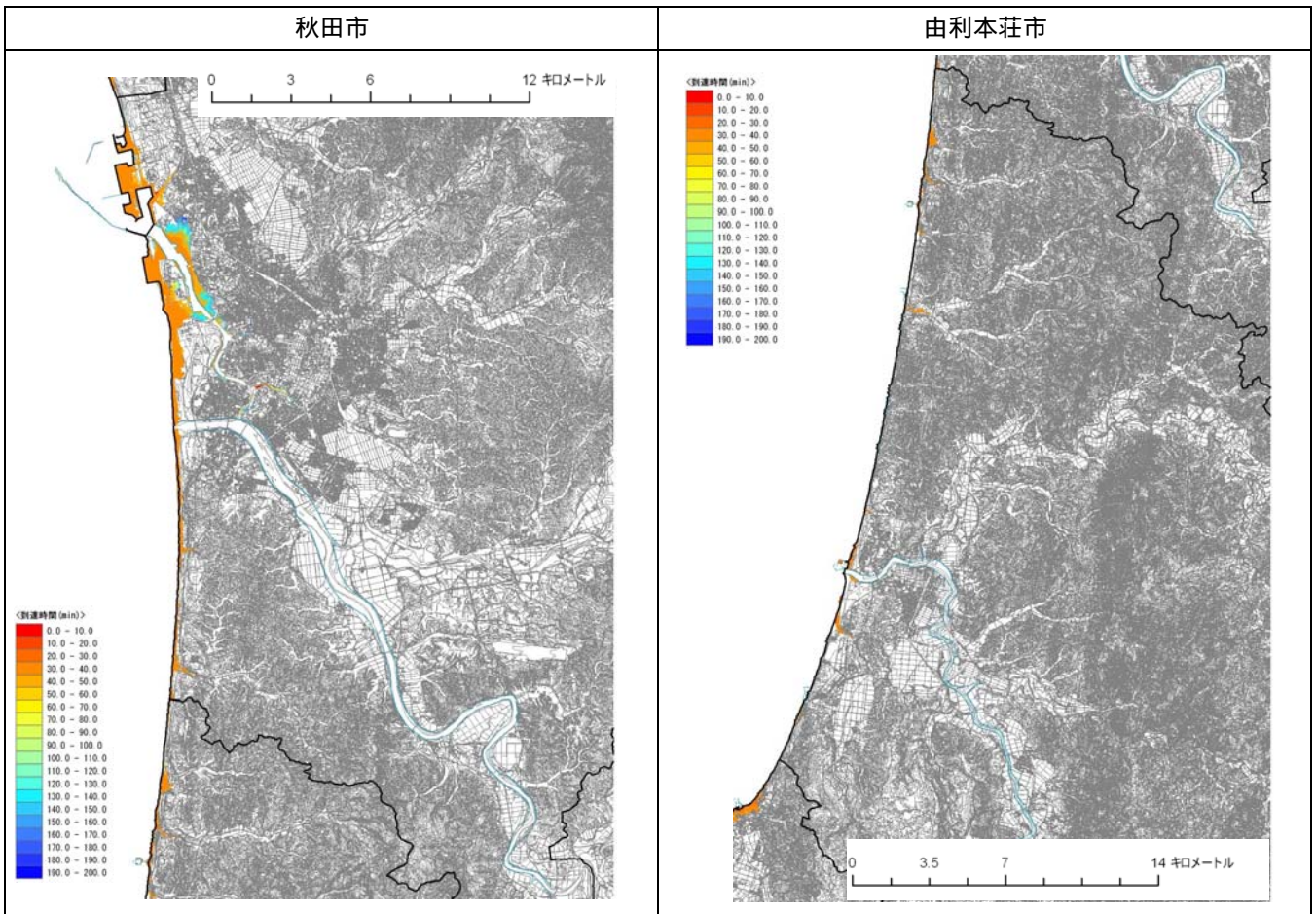
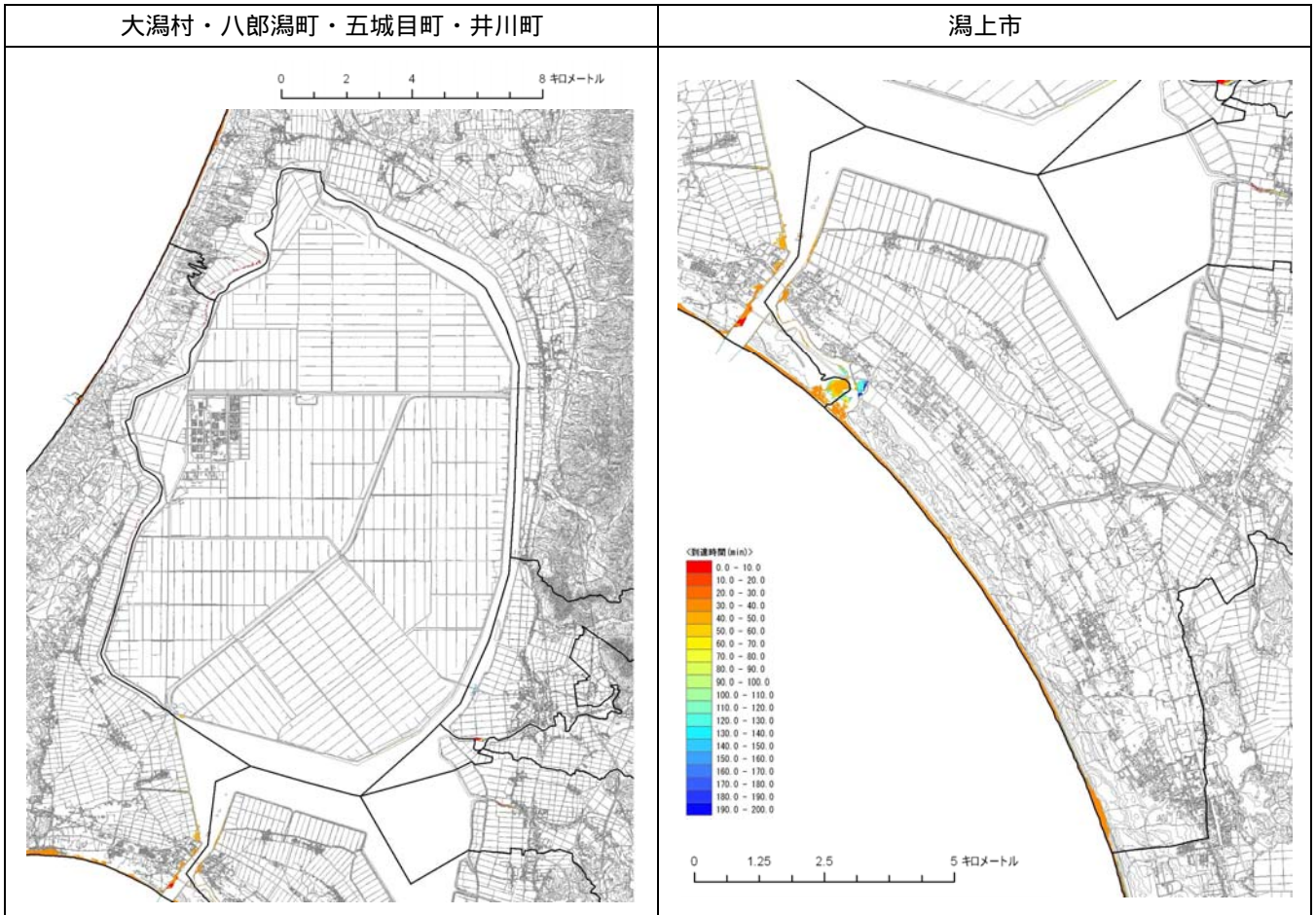
海域B+C 最大浸水深分布図(施設有り)【3/3】



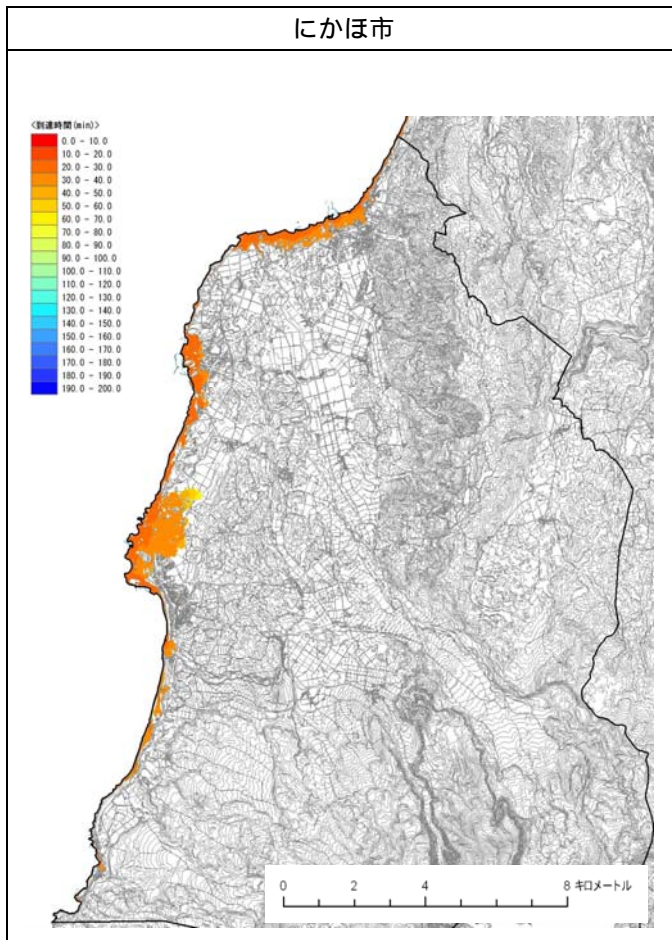
海域B+C 津波浸水開始時刻図(施設有り)【1/3】



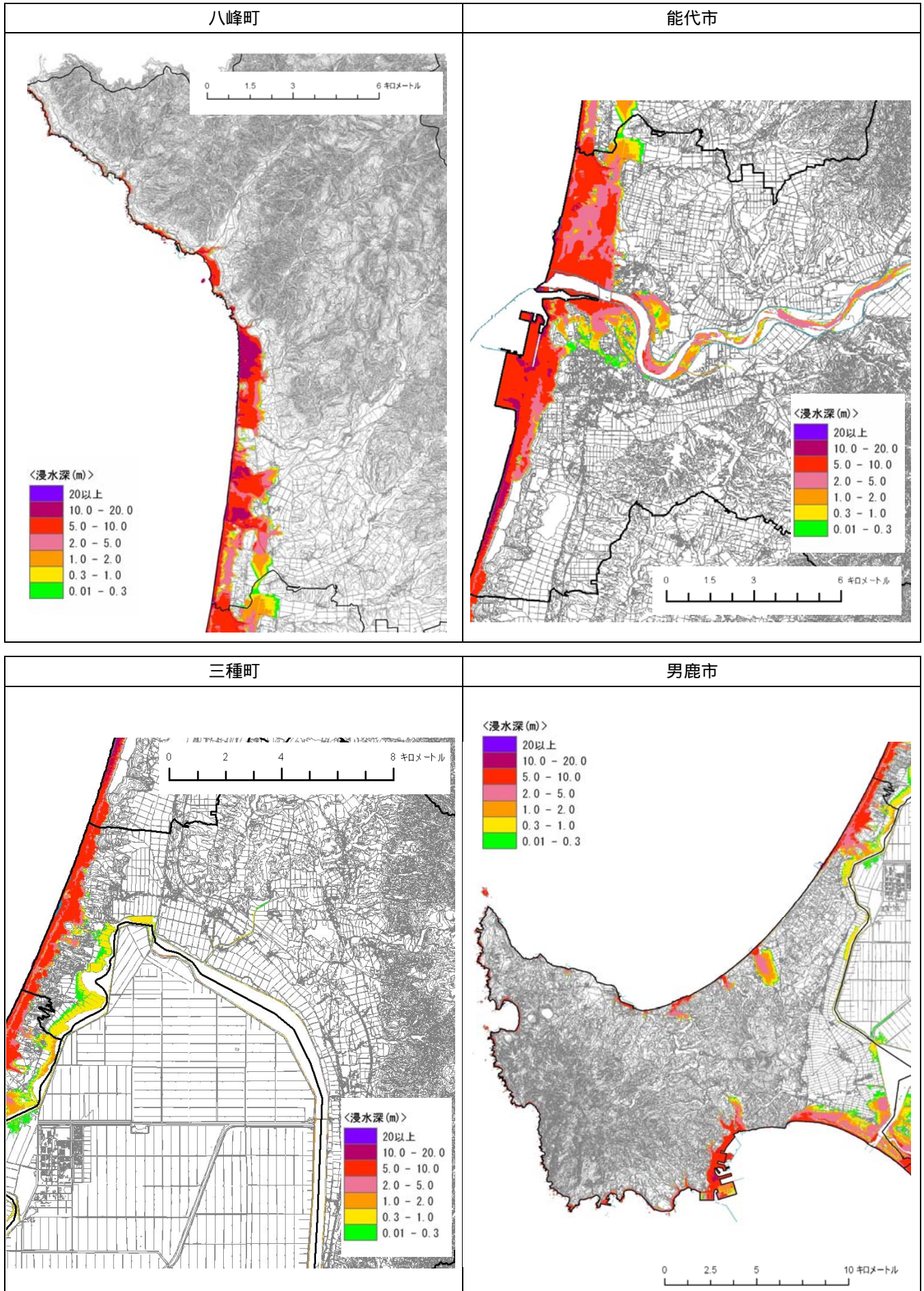
海域B+C 津波浸水開始時刻図(施設有り)【2/3】



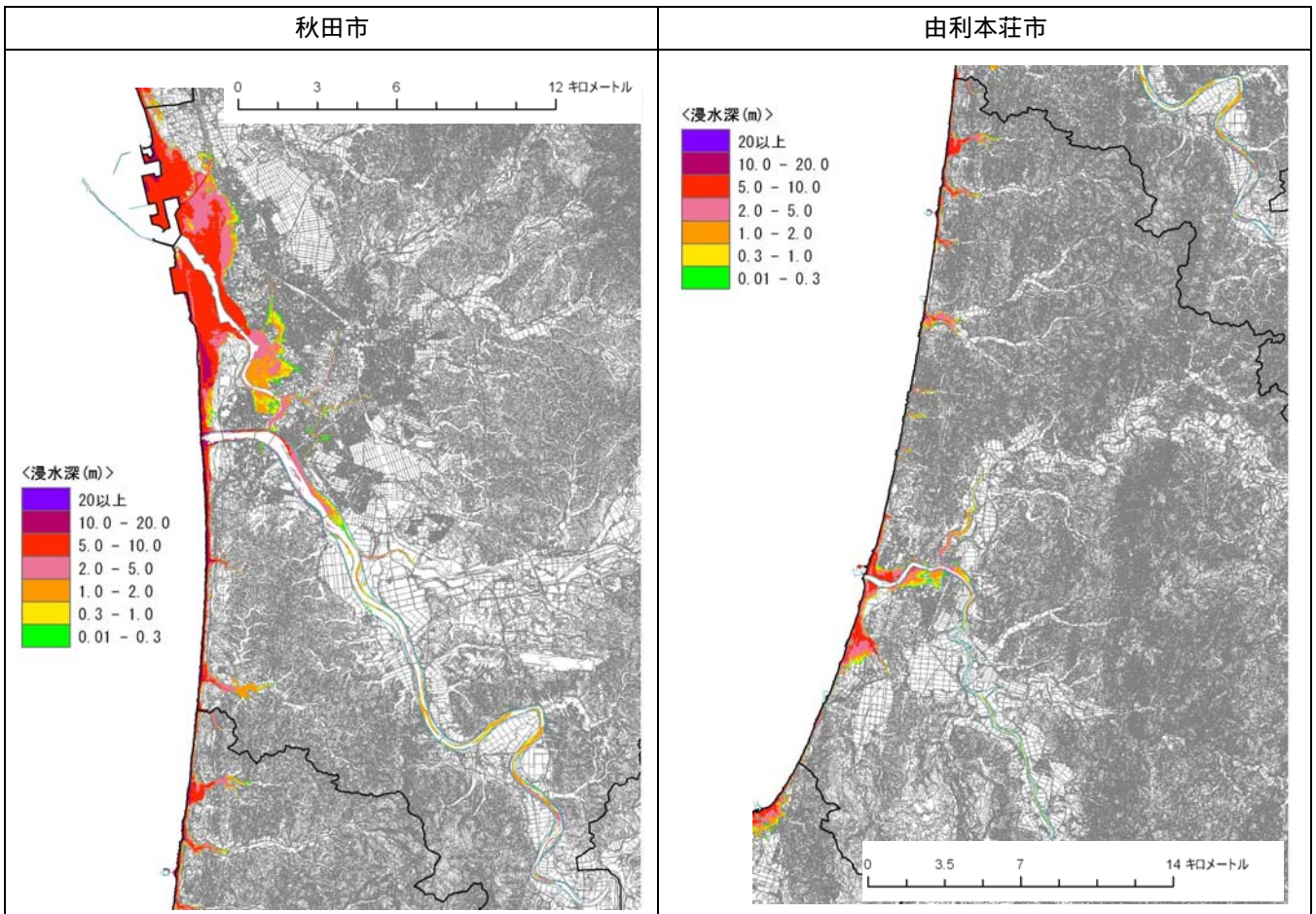
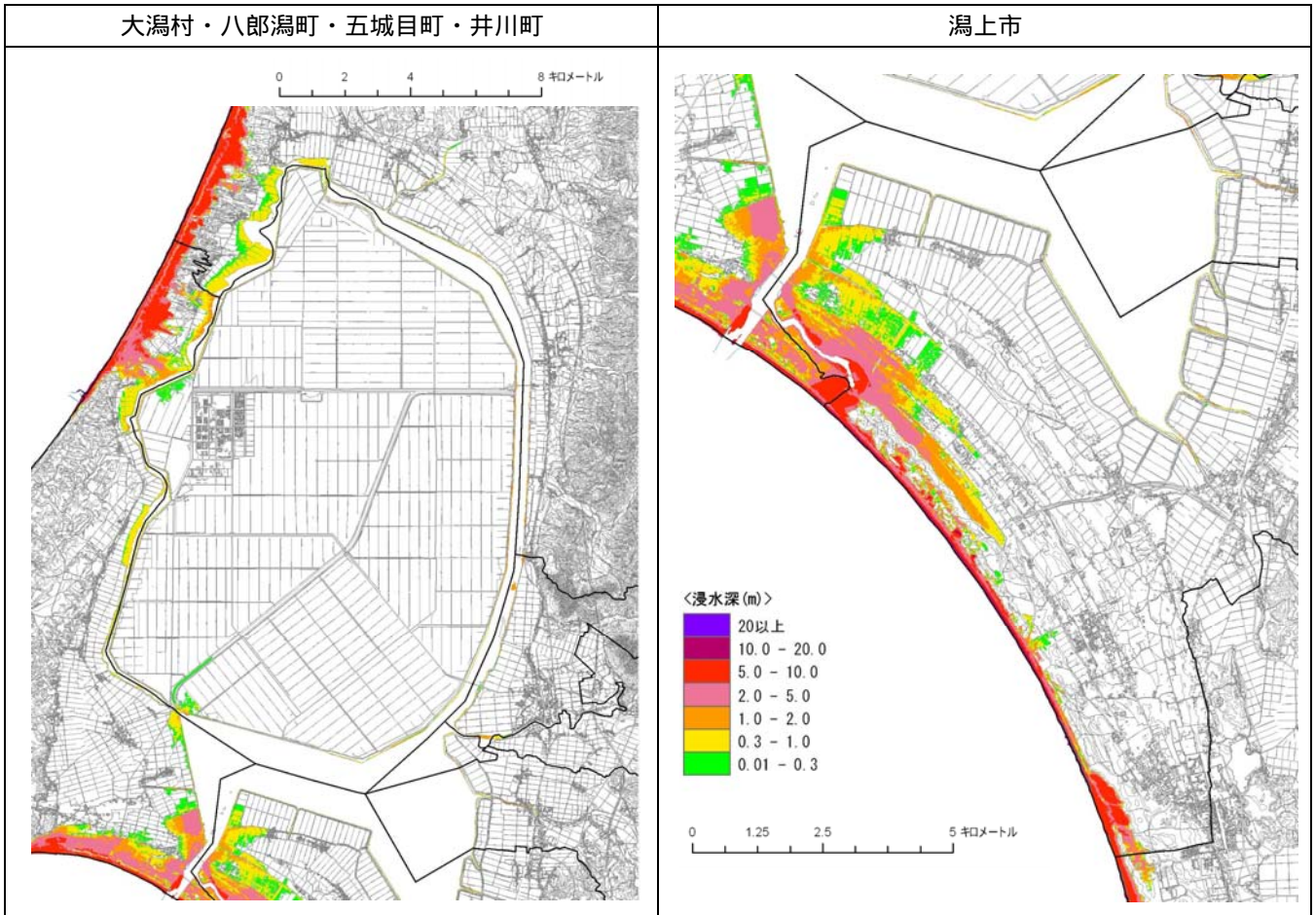
海域B+C 津波浸水開始時刻図(施設有り)【3/3】



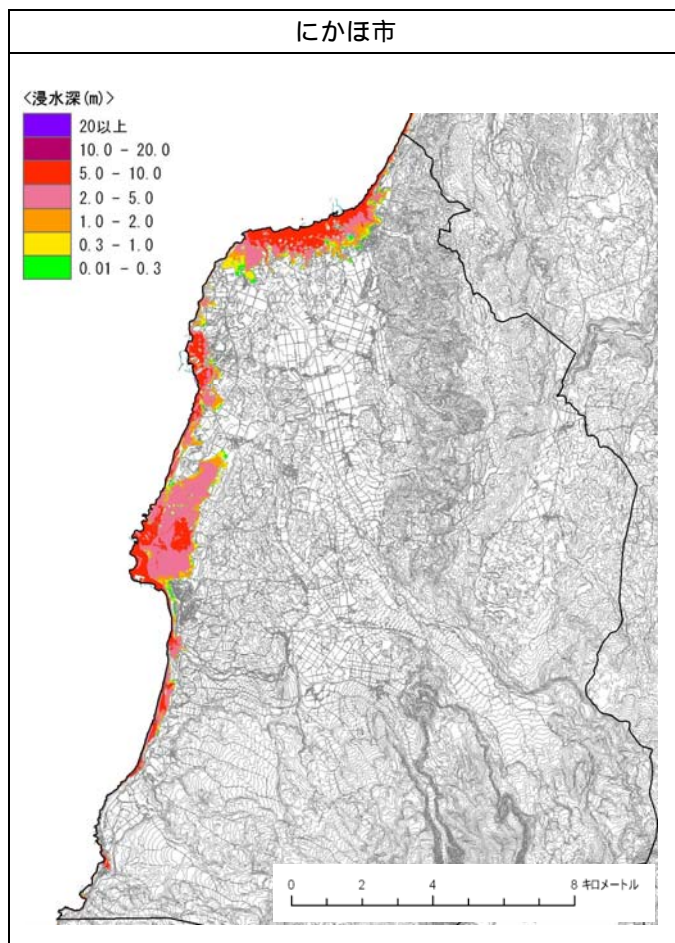
海域A+B+C 最大浸水深分布図(施設有り)【1/3】



海域A+B+C 最大浸水深分布図(施設有り)【2/3】

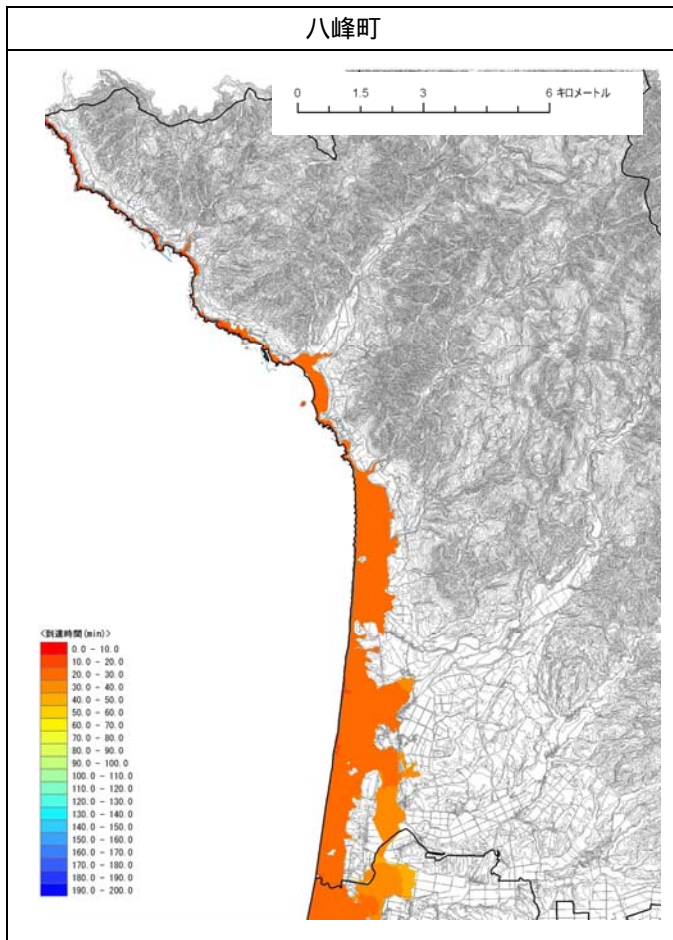


海域A+B+C 最大浸水深分布図(施設有り)【3/3】

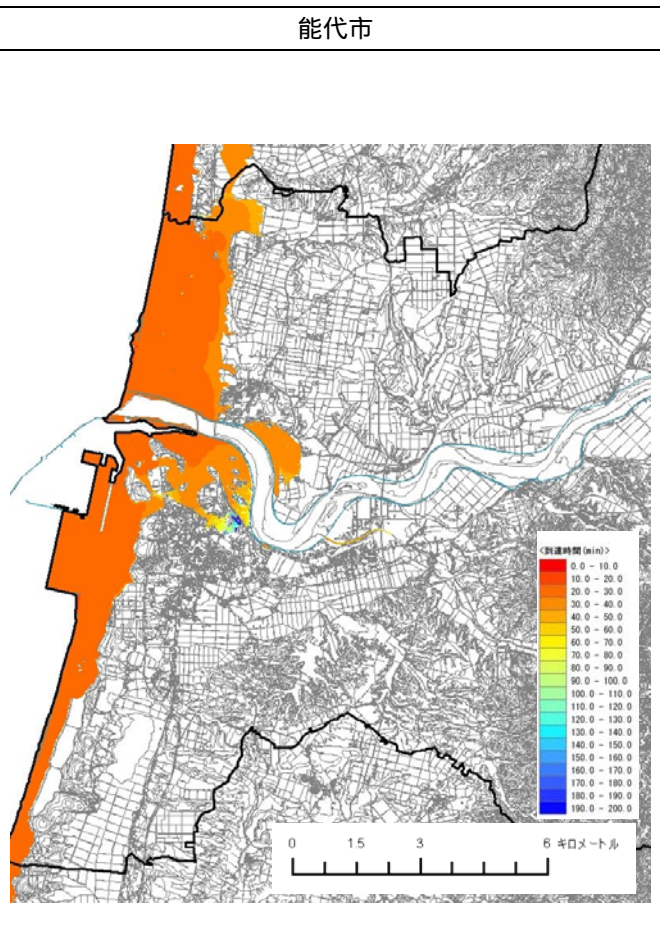


海域A+B+C 津波浸水開始時刻図(施設有り)【1/3】

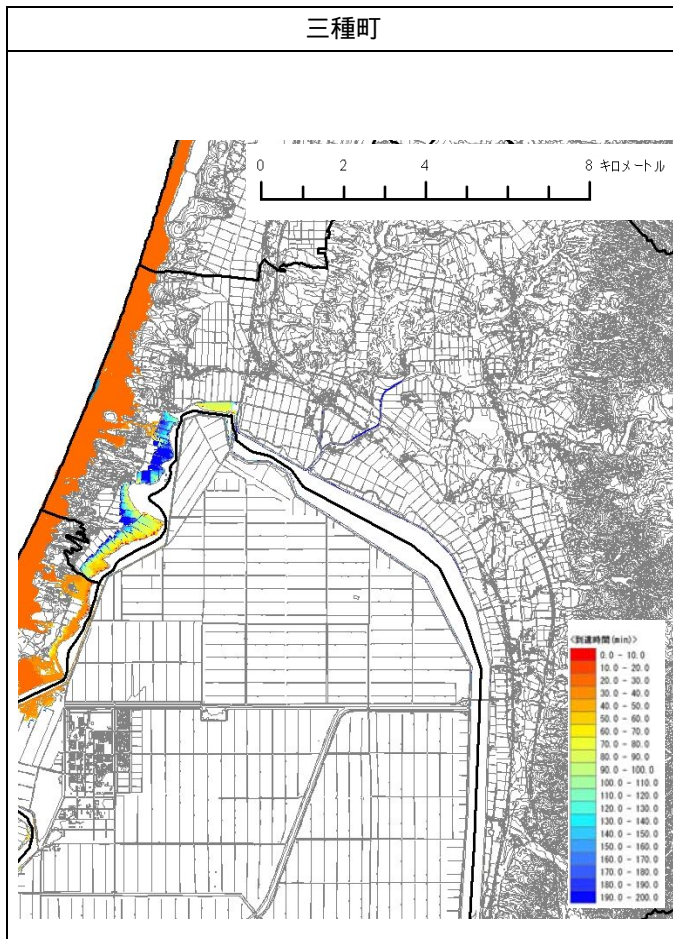
八峰町



能代市



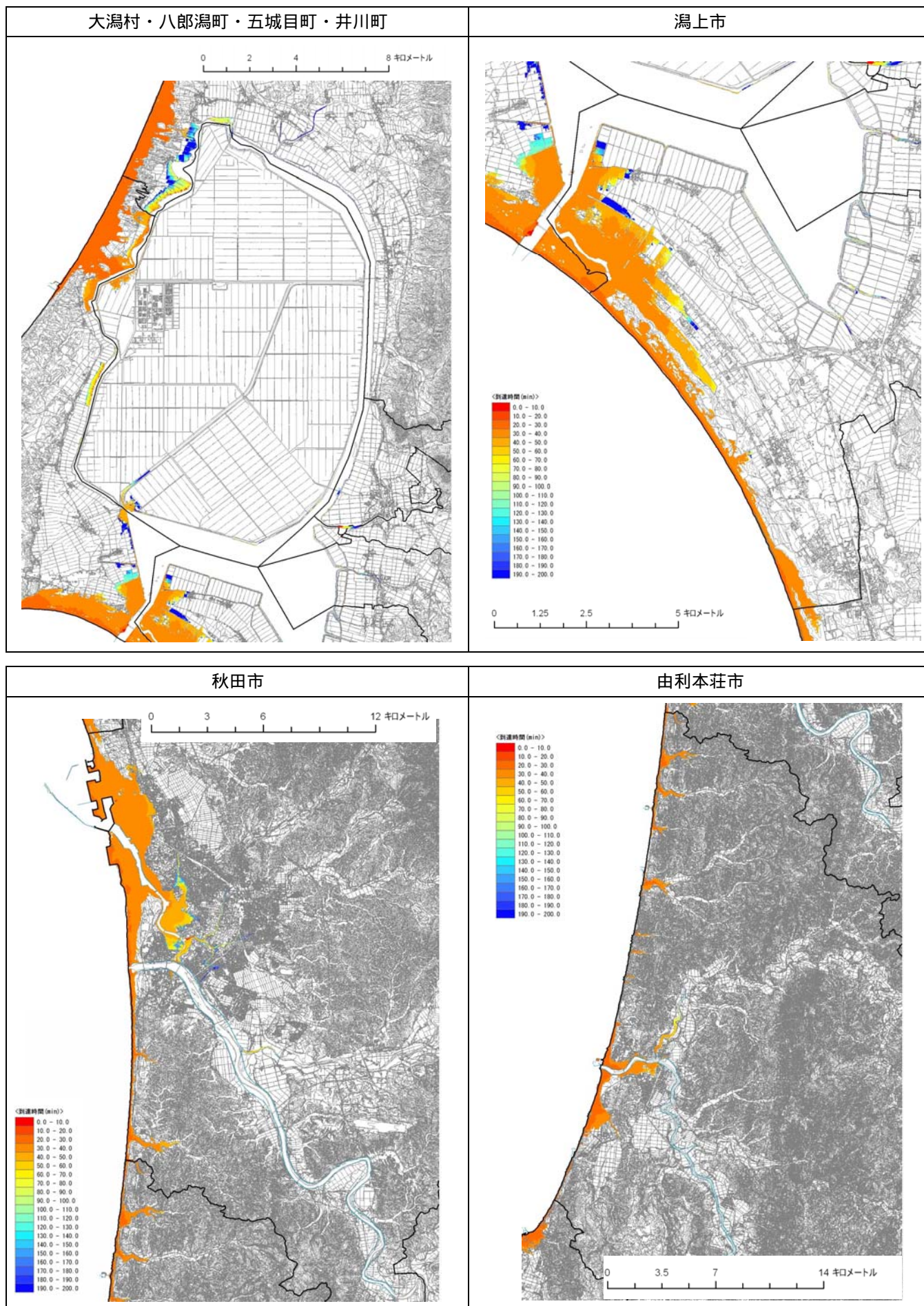
三種町



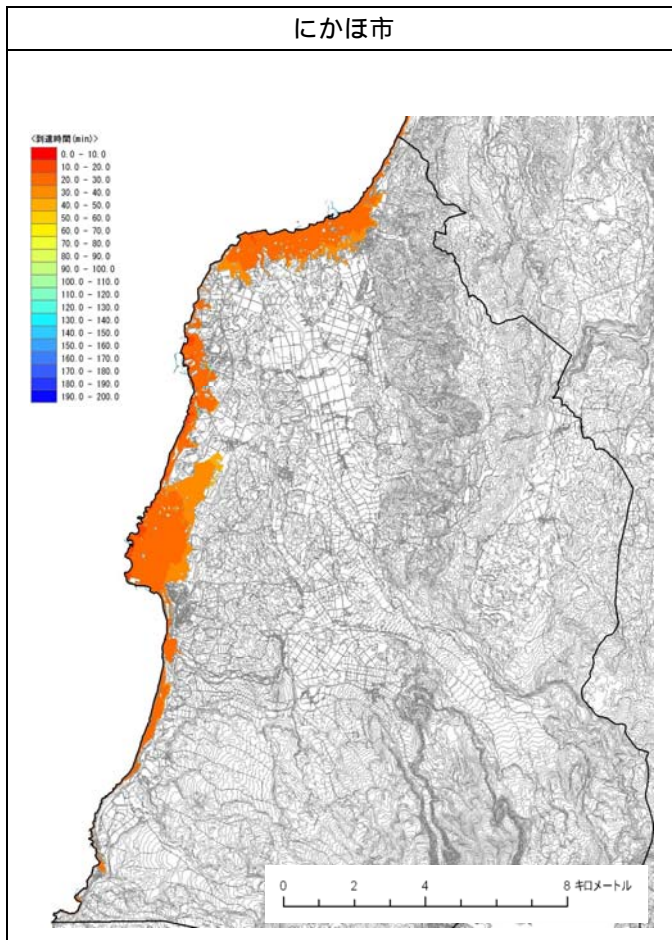
男鹿市



海域A+B+C 津波浸水開始時刻図(施設有り)【2/3】



海域A+B+C 津波浸水開始時刻図(施設有り)【3/3】



沿岸部において代表地点を 10 箇所選定し、その地点の想定地震ごとの最大津波高を整理する。また、同地点における津波到達時間もあわせて整理する。

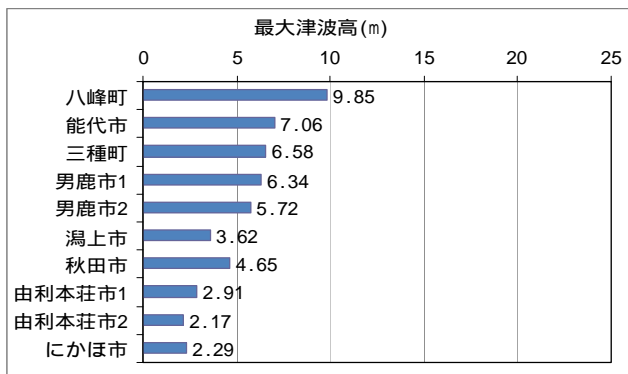
ここで、最大津波高は、「施設有り」のケースの最大値(T.P.基準面からの値)を示す。また、津波到達時間の表内の整理は以下の通りである。

【津波到達時間(分)】

- 20cm：初期水面から 20cm の高さを越えた最初の時間
- 50cm：初期水面から 50cm の高さを越えた最初の時間
- 1h 内最大値：計算開始から 1 時間以内で波高が最大となる時間
- 最大値：計算時間(6 時間)内で波高が最大となる時間

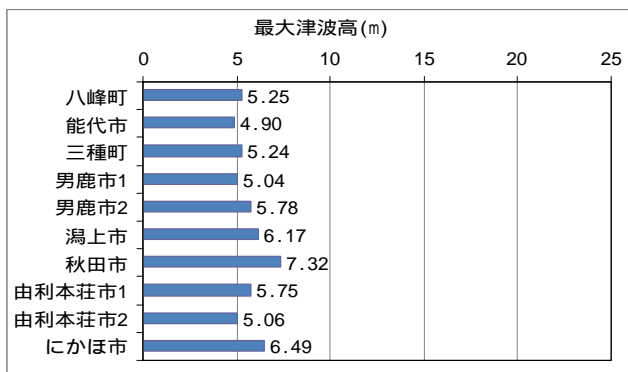


海域 A



地点名	津波到達時間(分)			
	20cm	50cm	1h内 最大値	最大値
八峰町	20	21	24	24
能代市	20	21	24	24
三種町	25	25	26	26
男鹿市1	24	24	26	26
男鹿市2	13	13	16	16
潟上市	32	33	34	34
秋田市	33	33	35	35
由利本荘市1	32	32	33	33
由利本荘市2	30	31	31	31
にかほ市	28	29	30	30

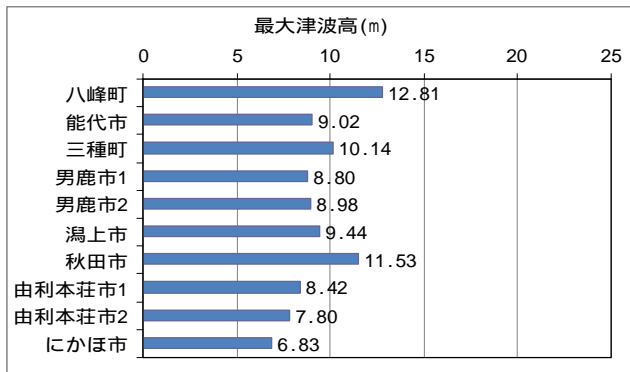
海域 B



地点名	津波到達時間(分)			
	20cm	50cm	1h内 最大値	最大値
八峰町	28	28	36	93
能代市	26	27	30	104
三種町	24	25	28	28
男鹿市1	23	23	27	27
男鹿市2	10	10	16	16
潟上市	28	29	35	35
秋田市	18	21	28	28
由利本荘市1	18	20	25	25
由利本荘市2	20	21	26	26
にかほ市	16	17	24	24

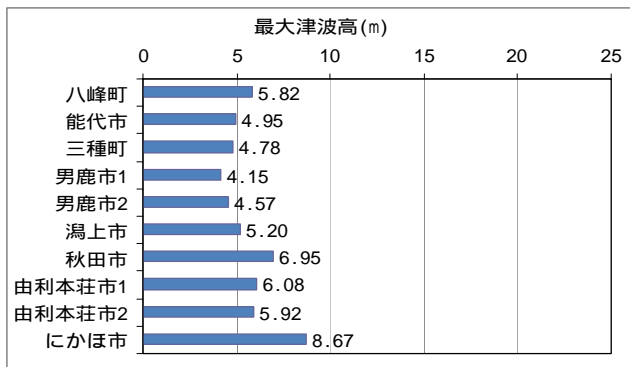
図-7.4.2.1(a) 代表地点における最大津波高と津波到達時間

海域 A + B



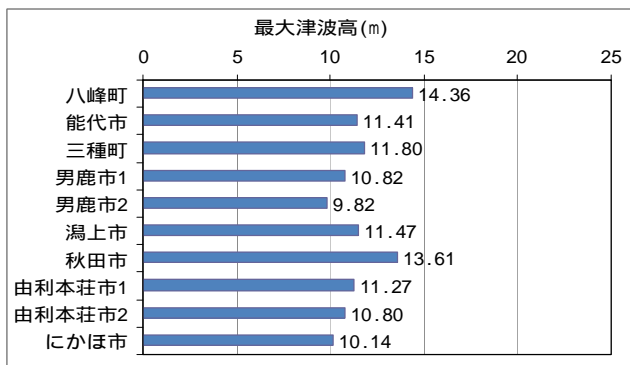
地点名	津波到達時間(分)			
	20cm	50cm	1h内 最大値	最大値
八峰町	22	22	28	28
能代市	21	21	26	26
三種町	22	22	28	28
男鹿市1	21	21	25	25
男鹿市2	8	9	16	16
潟上市	28	28	34	34
秋田市	27	27	34	34
由利本荘市1	24	25	32	32
由利本荘市2	22	23	31	31
にかほ市	19	19	29	29

海域 B + C



地点名	津波到達時間(分)			
	20cm	50cm	1h内 最大値	最大値
八峰町	27	28	30	92
能代市	25	26	29	29
三種町	25	26	29	29
男鹿市1	23	23	28	28
男鹿市2	11	11	17	17
潟上市	30	31	37	37
秋田市	29	29	36	36
由利本荘市1	27	28	32	32
由利本荘市2	25	26	31	31
にかほ市	22	23	29	29

海域 A + B + C



地点名	津波到達時間(分)			
	20cm	50cm	1h内 最大値	最大値
八峰町	12	15	28	28
能代市	12	14	27	27
三種町	13	16	26	26
男鹿市1	11	15	25	25
男鹿市2	2	4	14	14
潟上市	22	24	32	32
秋田市	24	24	34	34
由利本荘市1	21	22	31	31
由利本荘市2	19	20	30	30
にかほ市	15	16	29	29

図-7.4.2.1(b) 代表地点における最大津波高と津波到達時間