

東北地方太平洋沖地震を対象とした津波シミュレーションの実施
東北大学モデル (version1.0)

2011年6月10日

東北大学大学院工学研究科
附属災害制御研究センター

今村文彦, 越村俊一 (津波工学研究分野)

大家隆行・馬淵幸雄 (パシフィックコンサルタンツ株式会社)

村嶋陽一 (東北大学社会人ドクター, 国際航業株式会社)

1. 目的:

東北地方太平洋沖地震津波についての現地調査が実施され, 浸水範囲や地盤変動量分布などが推定されている。これらのデータを説明できる津波波源モデルを検討し, 適切なモデルを提案する。

2. 計算対象領域:

東北地方太平洋沖地震(2011年3月11日)に伴う津波に対して, 津波シミュレーションを実施した。計算対象領域は, 波源域を十分含む太平洋沖領域から岩手県および宮城県沿岸全域を行なう。最小領域は10mメッシュ領域である。計算の諸条件を 表1にまとめる。

表1 計算条件

項目	内容
基礎式と解法	◆ (波源～沿岸の伝播計算, 堤内地の氾濫計算) 非線形長波方程式を基礎式とし, Leap-Frog 差分法により計算 ◆ (越流境界 (海岸堤防位置の津波の入射 (越流量))) 本間公式による越流計算
メッシュ構成	沖合から格子間隔を小さくした計算領域を接続させ, 最終メッシュは10m(岩手県, 宮城県沿岸各地)とする。
計算時間	津波の最大波を十分含む時間帯として地震発生後3時間
計算時間間隔	0.1s~0.25s
地盤変位量	Okada (1985) の方法
初期条件	初期水位変動量=海底地盤変位量の鉛直成分
潮位条件	◆ T.P.±0.0m (岩手県側), T.P.-0.42m (鮎川験潮所の推算潮位, 津波最大波到達時)
対象地形	◆被災前の地形

施設データ	<p>◆対象施設</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 海岸保全施設（防潮堤，離岸堤他） 河川管理施設（河川堤防，水門他） 海岸構造物有（破壊されない）パターンで計算
-------	--

3. 検討方法：

以下に示す視点と検討方法に基づいてモデルを提案する。

- 藤井・佐竹モデル(ver4.0)をベースに，①痕跡高さデータ（合同調査グループ）と比較し，相田の K, κ 値で再現性を評価する．さらに，②地盤変動量分布（国土地理院），③浸水域（国土地理院や東北大学調査）との比較を行う．
- 断層（セグメント）数は $5 \times 2 = 10$ 程度とする．
- まず，藤井・佐竹モデル(ver4.0)と痕跡データとの K, κ 値を出し，その結果を参考にすべり量を修正する．
- 次に，岩手県側で過小評価の可能性があり，一番北部(東側)のすべり量を増加する．
- 最後に，最適モデルとして得られたモデルを用いて，②地盤変動量分布（国土地理院），③浸水域（国土地理院や東北大学調査）との比較の結果を示す．

4. 東北大学（version1.0）の提案

表-2に，岩手県および宮城県での藤井・佐竹モデル ver4.0 の K, κ 値の推定値を示す．すべり量について平均的には約 1.3 倍の過小評価である．この値を修正し，かつ，三陸北部でのセグメントを追加した結果，東北大学モデル（version1.0）を表-3のように提案する．岩手県側では，まだ，すべり量が過小評価であるが，図-2に示すように，地盤変動量が過大になるため，今回の値を適合解と考える．

図-3には，浸水域分布の比較を示す．

表 2 各計算の $K - \kappa$ 値

	岩手県側(n=99 地点)		宮城県側(n=82 地点)	
	K	κ	K	κ
藤井・佐竹モデル ver4.0	1.45	1.39	1.10	1.50
東北大学モデル (ver1.0)	1.08	1.38	0.96	1.21

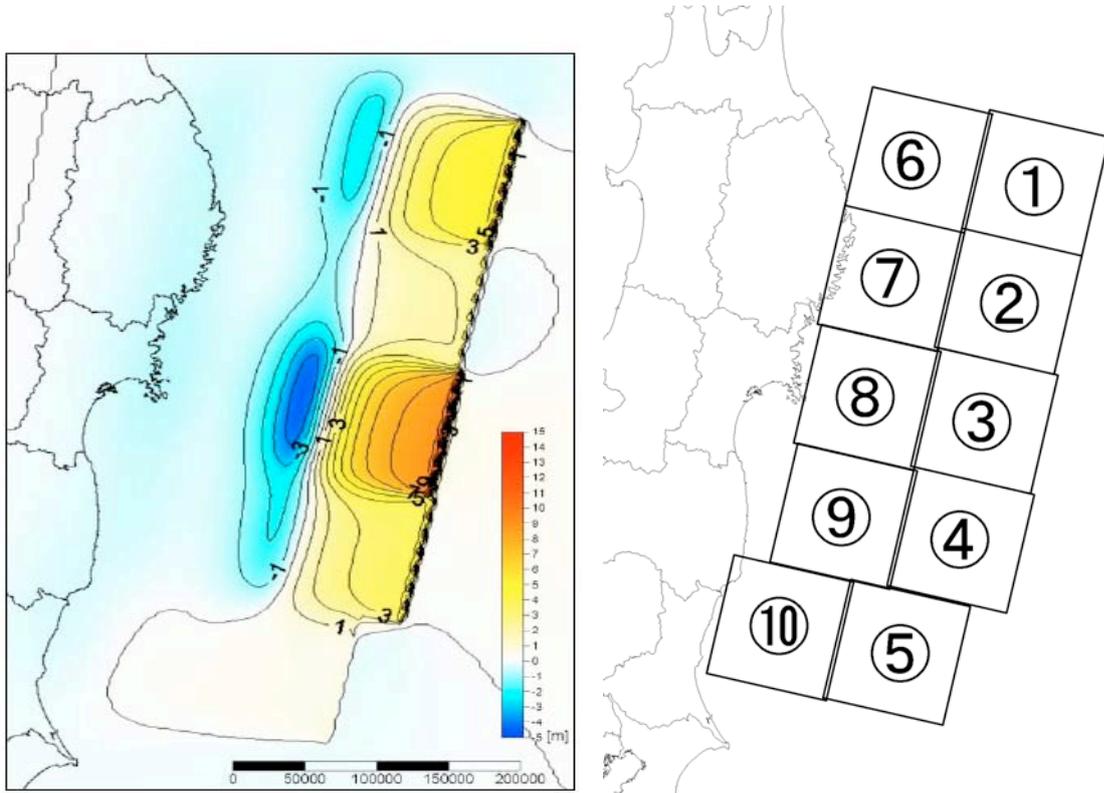


図-1 東北大学モデル (version1.0) の初期水位 (波源分布) と 10 個のセグメント位置

表-2 各セグメントのパラメータ (東北大学モデル)

セグメント No.	lat (°N)	long (°E)	Length (km)	Width (km)	Depth (km)	Strike (°)	Dip (°)	Rake (°)	Slip (m)
1	40.168	144.507	100.0	100.0	1.0	193.0	14.0	81.0	20.00
2	39.300	144.200	100.0	100.0	1.0	193.0	14.0	81.0	10.00
3	38.424	143.939	100.0	100.0	1.0	193.0	14.0	81.0	35.00
4	37.547	143.682	100.0	100.0	1.0	193.0	14.0	81.0	15.00
5	36.730	143.070	100.0	100.0	1.0	193.0	14.0	81.0	2.50
6	40.367	143.394	100.0	100.0	24.2	193.0	14.0	81.0	1.00
7	39.496	143.100	100.0	100.0	24.2	193.0	14.0	81.0	3.00
8	38.620	142.853	100.0	100.0	24.2	193.0	14.0	81.0	4.00
9	37.744	142.609	100.0	100.0	24.2	193.0	14.0	81.0	2.00
10	36.926	142.009	100.0	100.0	24.2	193.0	14.0	81.0	2.00

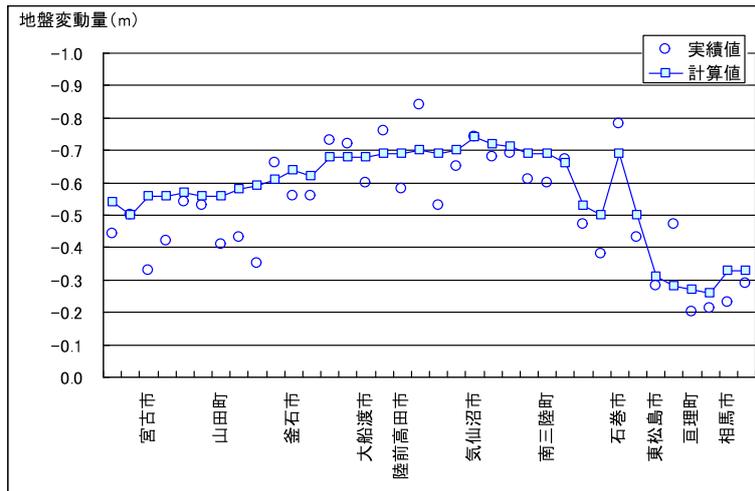
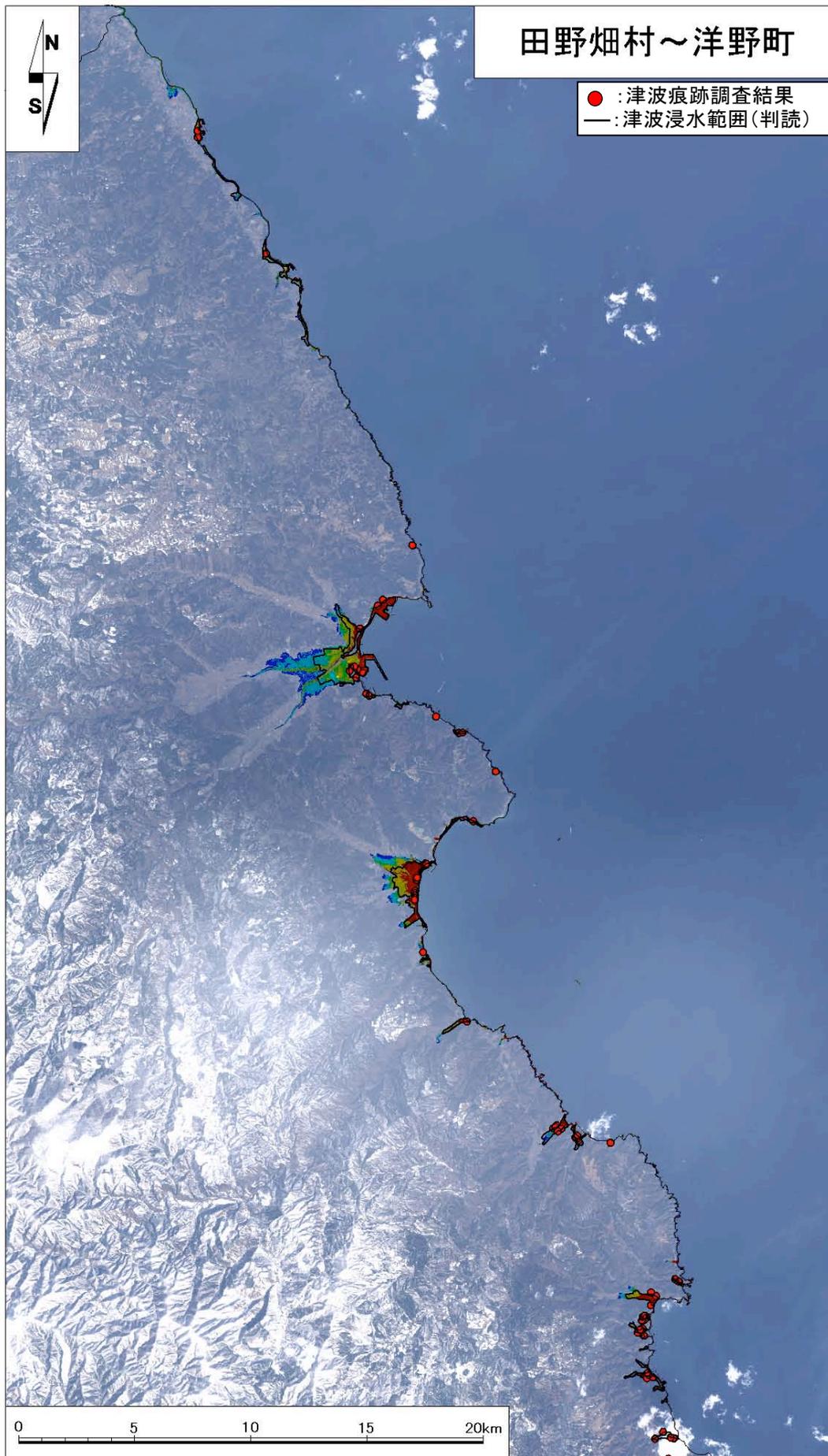


図-2 地盤変動量（国土地理院）との比較

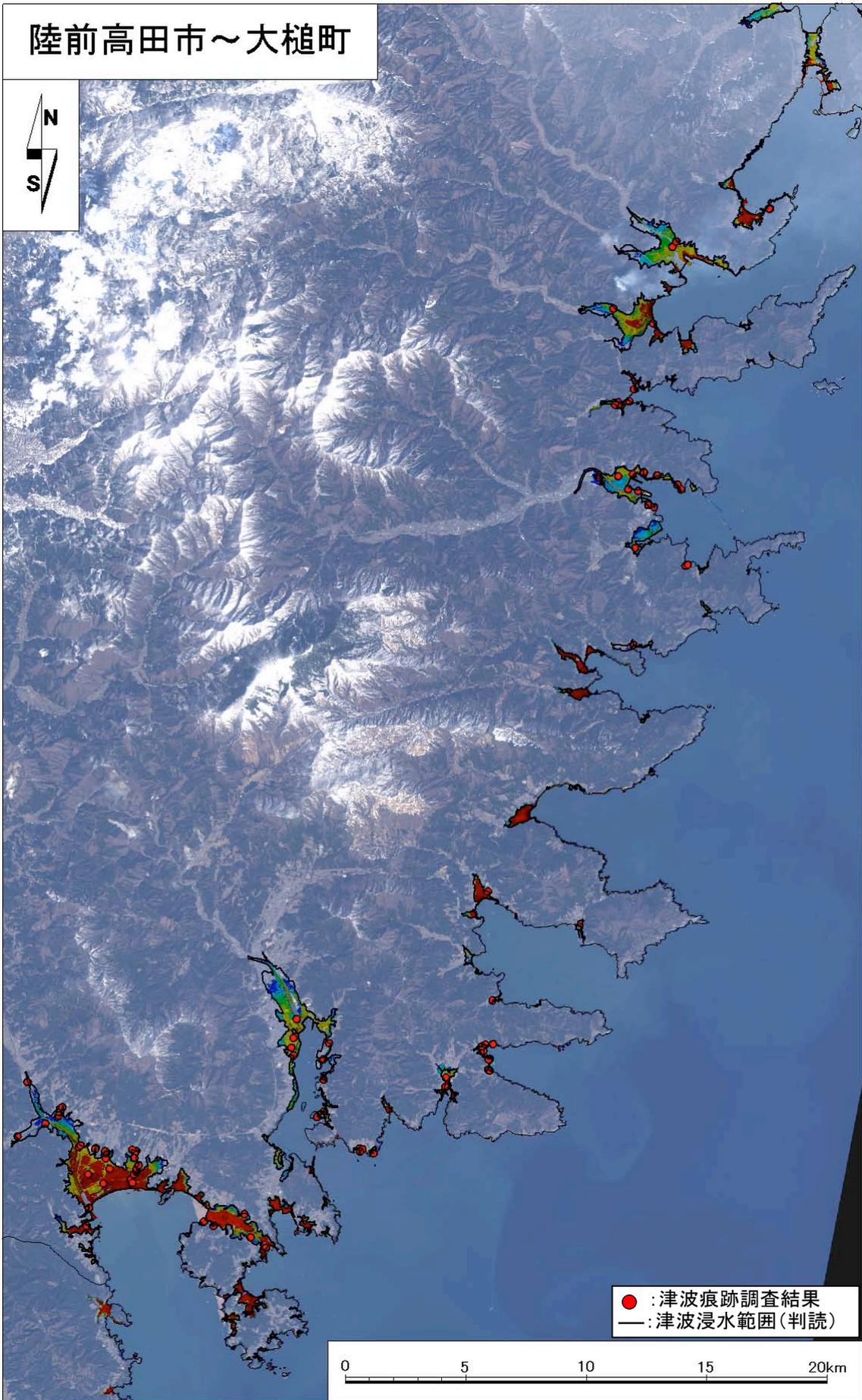
次頁以下は、図-3として、浸水域分布の比較を示す。図中、黒線は国土地理院による浸水域推定範囲、赤丸は、津波痕跡記録の位置（遡上高さや浸水高）。色付分布は、東北大モデルによる計算結果。

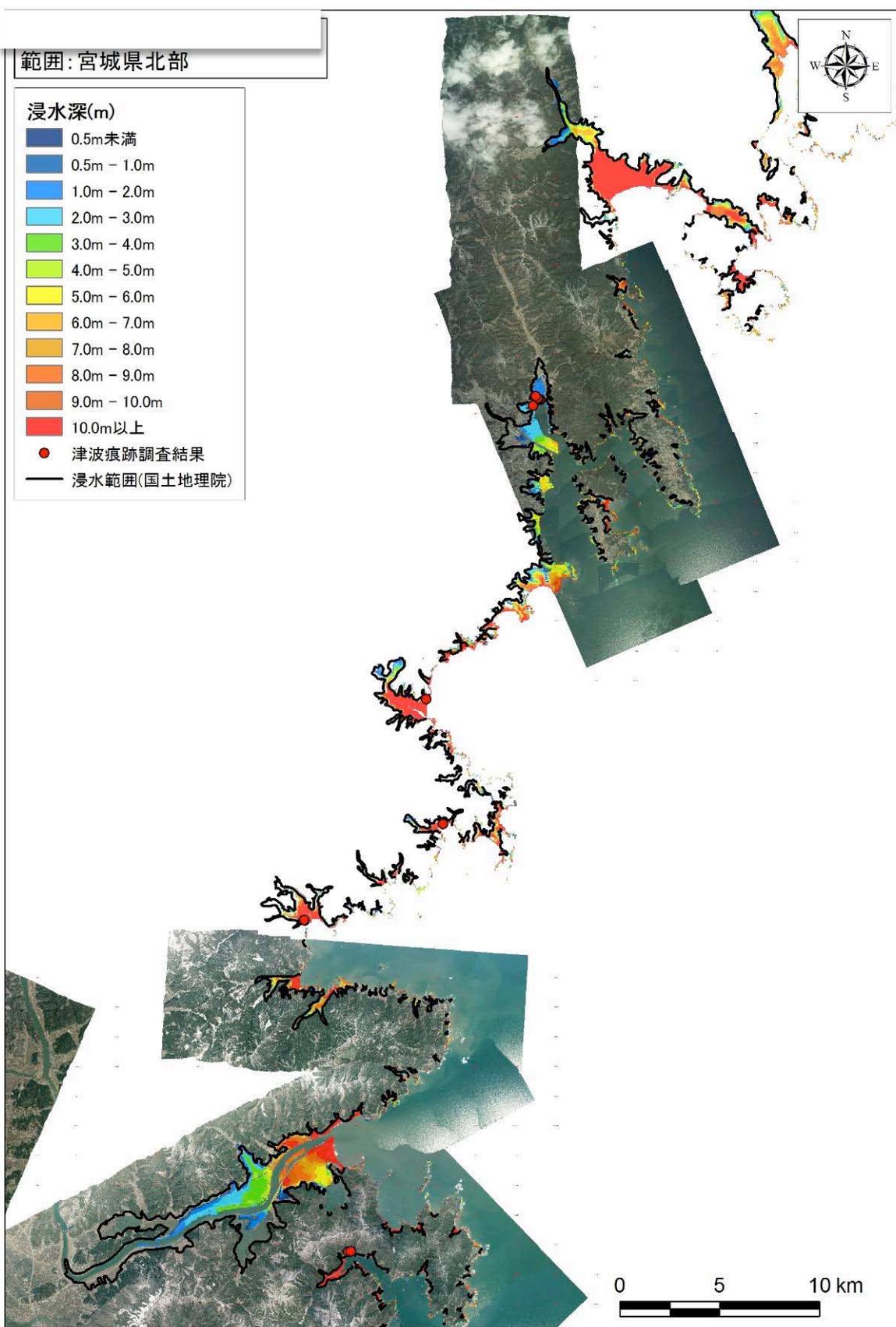


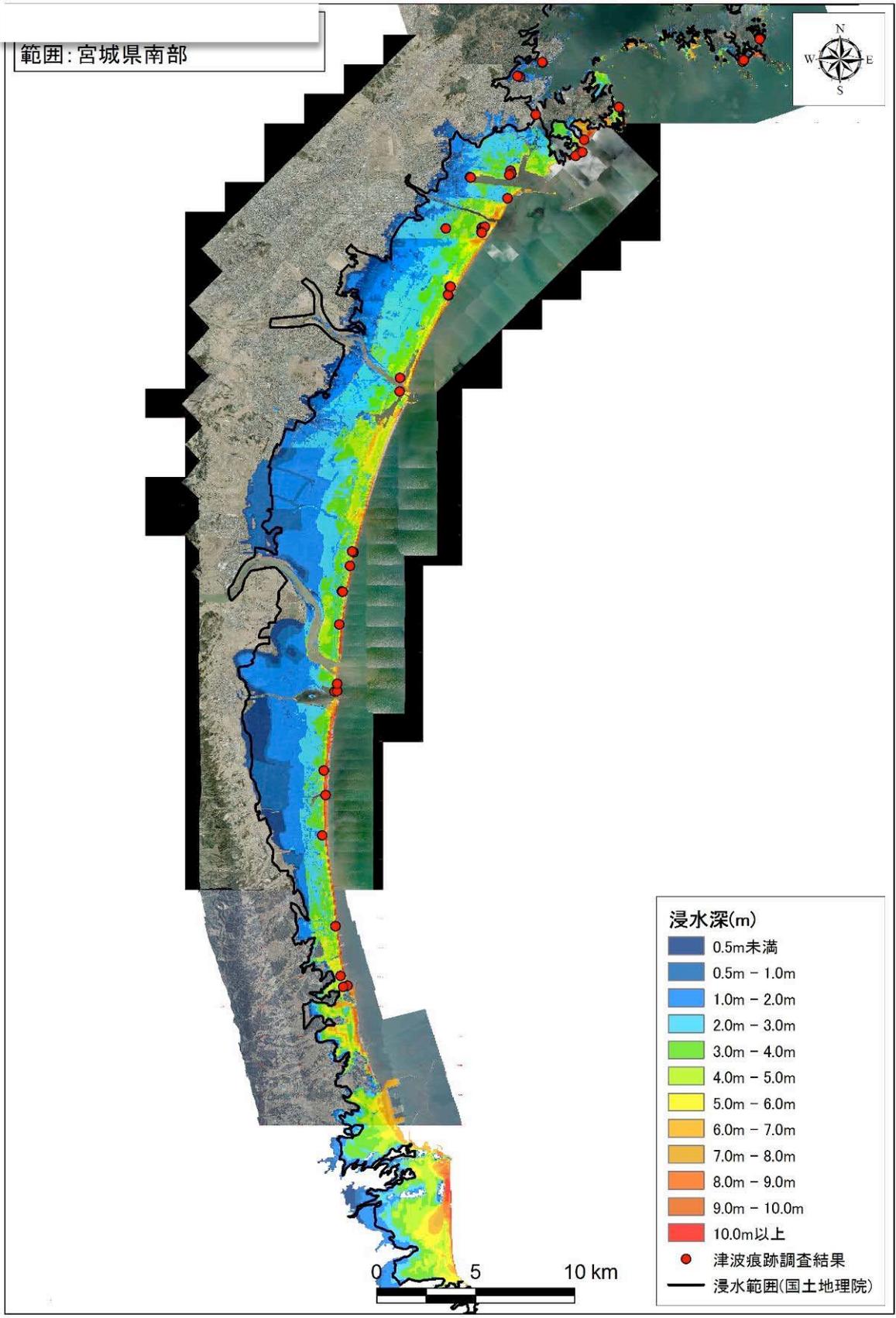
山田町～岩泉町

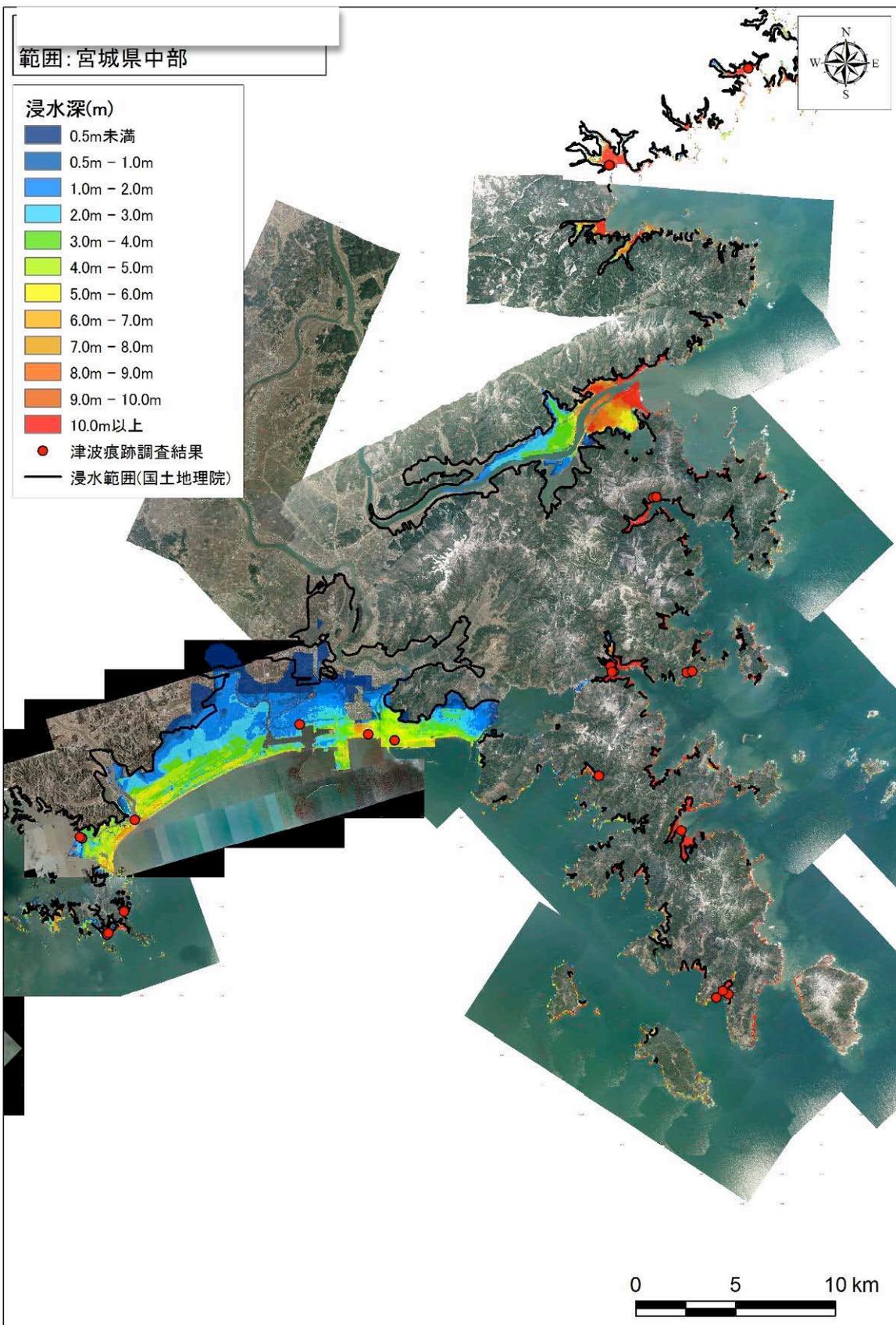


陸前高田市～大槌町









参考資料

【1】津波痕跡調査結果

東北地方太平洋沖地震の津波痕跡は、「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」によって行なわれた調査結果(<http://www.coastal.jp/ttjt/>)を活用する。

・東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ

<http://www.coastal.jp/ttjt>

・構成

–津波・海岸工学研究者有志（土木学会，地震学会他）

–事務局長：高橋智幸（関西大学）

–事務局：森 信人，安田誠宏，鈴木進吾，東 良慶
（京都大学・防災研究所）

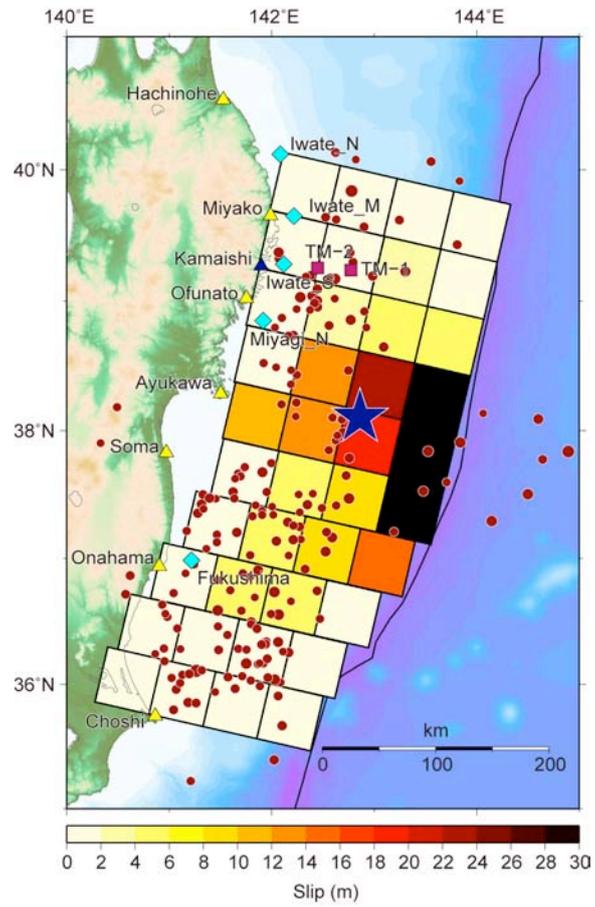
【2】参考波源モデル：藤井・佐竹モデル(ver4.0)

波源モデルは，津波波形インバージョン解析から推定した藤井・佐竹モデル(ver4.0)※および藤井・佐竹モデル(ver4.0)のすべり量を 1.3 倍としたモデルを使用した。

※http://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/OffTohokuPacific2011/tsunami_ja.html（以下は，web サイトの要約）

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震 (38.322° N, 142.369° E, $M_w = 9.0$, 14:46:23 (日本時間) USGS より)の津波波形インバージョンを実施し，津波波源を推定. 断層モデルとして，USGS の Wphase インバージョン解析によるモーメントテンソル解(震源メカニズム: 走向 193° , 傾斜 14° , すべり方向 81°)を参照して 40 枚の小断層面を設定 (参考図 1 参照). 小断層の長さとは幅はそれぞれ $50\text{ km} \times 50\text{ km}$ で，断層面上端の深さは海溝軸から陸地方向に， 0 km ， 12.1 km ， 24.2 km ， 36.3 km . 断層面上において，破壊が震央から同心円状に 2.0 km/s の速度で伝播するモデルである.

グリーン関数を計算する際の津波の初期条件として，設定した小断層による海底地形の静的変位を Okada (1985) の式で計算.



参考図 1 津波波源モデル