

7 - 20 幾つかの断層モデルから計算される地殻変動と津波

Computations of crustal deformation and tsunami waveforms from several fault models

産業技術総合研究所

Geological Survey of Japan, AIST

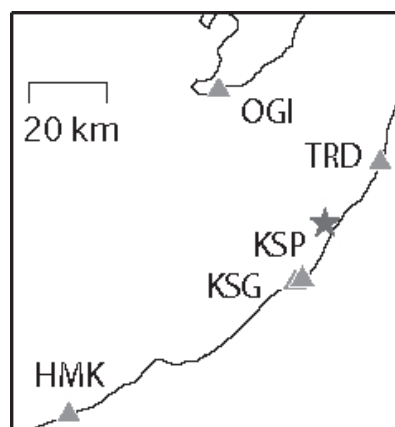
1. 概要

平成 19 年（2007 年）新潟県中越沖地震について，GPS データや海底地質構造などから推定された 7 種の断層モデルについて地殻変動分布を計算し，それを初期水位分布として，津波伝播計算を行った．これらを観測値と比較した．

その結果，地殻変動量についてはいずれのモデルもおおむね観測値を説明することがわかった．しかしながら，南東傾斜や北西傾斜のモデルから計算される海底地殻変動は似ているため，計算された津波波形もおおむね似る結果となった．これらを見る限り，津波波形から北西傾斜と南東傾斜を区別することは簡単ではない．ただし，すべての観測波形について，津波の到達時刻や周期を完全に説明するモデルはまだなく，津波波形に基づいて断層モデルを修正する余地がある．

2. 観測値と計算値の比較

地殻変動データは，水平方向成分については国土地理院の電子基準点による GPS 観測値を用い，上下成分については同院の水準測量による観測値を用いた．また，津波データは震源を取り囲むように位置する，寺泊（TRD, 新潟県）・柏崎（KSP, 新潟県）・柏崎（KSG, 地理院）・姫川（HMK, 新潟県）・小木（OGI, 地理院）における験潮記録を用いた（第 1 図）．SAR 干渉画像は国土地理院のものを用いた．



第 1 図 験潮所の位置 赤星印は震源の位置を表す．

Fig. 1 Locations of the tide gauge stations. The red star indicates the epicenter.

3. 計算手法

地殻変動量は，断層パラメタから Okada(1985) の式を使って求めた．SAR の視線方向変動量計

算では、オフナディア角 37.8° , 衛星軌道は $S14^\circ W$ を仮定した。津波波形は、球面座標線形長波方程式を差分化し数値計算により解いた。計算空間グリッドは 20 秒（緯度方向で約 600 m）であるが、験潮儀周辺の浅い海域は順次グリッドを細かくし、最終的には 2.2 秒（緯度方向で約 70 m）で計算を行った。なお、計算時間幅は 0.5 秒とした。

4. 断層モデル

つぎの 7 種類の断層モデルについて計算を行った。なお、詳細は次表に載せている。そこにあるモーメントマグニチュードは、剛性率を $3.0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ として計算した。

- ① 国土地理院モデル 1（北西傾斜 2 枚断層モデル）
- ② 国土地理院モデル 2（南東傾斜モデル 2 枚断層モデル）
- ③ model-A（南東傾斜 1 枚断層モデル・上端深さ 5 km）
- ④ model-B（南東傾斜 1 枚断層モデル・上端深さ 10 km）
- ⑤ model-C（主断層＋分岐断層モデル）
- ⑥ model-D（南東傾斜 2 枚断層モデル）
- ⑦ model-E（南東傾斜 2 枚断層モデル）

	model	x, deg	y, deg	d, km	θ , deg	δ , deg	λ , deg	L, km	W, km	u, m	Mw	total Mw
①	GSI-1	138.575	37.444	1.2	223	44	84	11.9	9.8	1.46	6.4	6.6
		138.647	37.511	5.2	218	42	110	10	9.9	1.39	6.3	
②	GSI-2	138.418	37.403	2.4	55	34	98	15	7.9	1.52	6.4	6.6
		138.557	37.48	2.4	33	49	91	9.3	10.2	1.05	6.3	
③	model-A	138.483	37.483	5	41	49	86	14	14	1.6	6.6	6.6
④	model-B	138.437	37.405	5	41	49	86	23	11	1.5	6.6	6.7
		138.567	37.433	0.2	221	75	95	10	10	0.7	6.2	
⑤	model-C	138.483	37.483	10	41	49	86	14	14	1.6	6.6	6.6
⑥	model-D	138.402	37.426	8	40	25	90	12	12	1.5	6.5	6.7
		138.512	37.5	7	40	40	90	12	12	1.5	6.5	
⑦	model-E	138.405	37.405	3	43	28	100	13	10	1.3	6.4	6.6
		138.53	37.48	4	45	45	90	10	11	1.5	6.4	

謝 辞

本解析において、国土地理院および新潟県が管理する験潮記録を用いた。また、電子基準点による GPS 観測値、水準測量値、および SAR 干渉画像は国土地理院のものを用いた。津波計算においては、(財)日本水路協会の水深データを用いた。

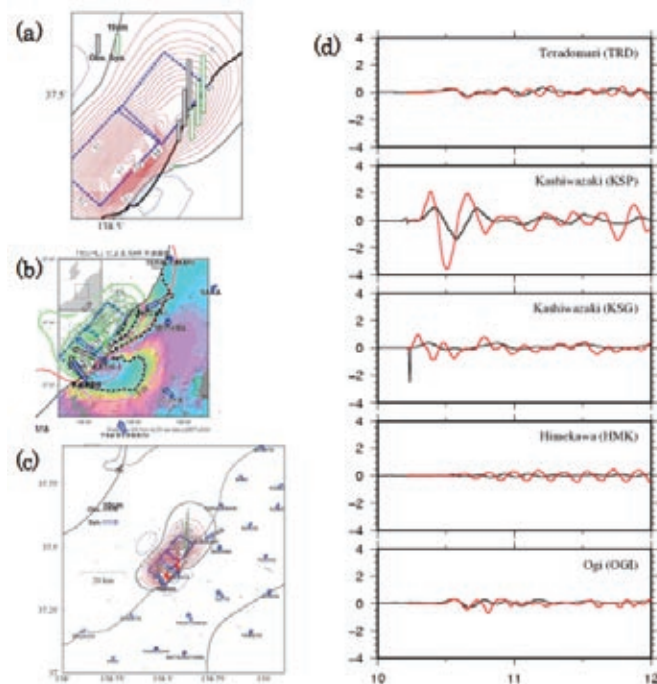
(佐竹健治・行谷佑一・吉見雅行)

※第2図以後の各図共通の説明は次の通りである。

(a) 上下変位量の計算値と水準測量による測定値との比較。コンターは0.025 m 間隔で赤線が隆起、青線が沈降を表す。矩形は矩形断層の地表投影で、実線が断層上端を表す。灰色の鉛直棒は現地調査から判明した隆起量を表し、緑色の鉛直棒はその地点における計算隆起量を表す。(b)「だいち」InSAR相当の視線方向変動量の計算値と観測値の比較。コンターは0.05 m 間隔で赤：0、紫：増加、緑：減少を表す。(c) 水平変動の計算値とGPS観測値との比較。灰色の点は余震分布を表す。(d) 計算津波波形(赤)と観測波形(黒)との比較。横軸は時刻を表し、縦軸は水位(m)を表す。

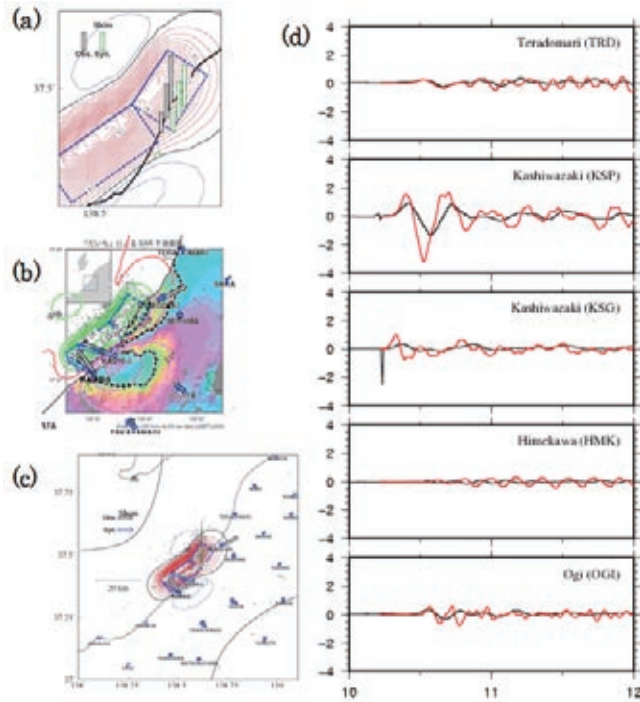
(a) Comparison of the calculated vertical crustal deformation with the observed one. The contour interval is 0.025 m, and the red and blue lines show uplift and subsidence, respectively. The rectangles show the surface projection of the fault plane whose solid lines mean the upper side. The green and gray vertical bars mean the uplift amount from the calculation and measurement by the field survey, respectively. (b) Comparison of calculated deformation in the line-of-sight direction between the satellite (ALOS) and ground surface with the observed one. The contour interval is 0.05 m whose purple, red, and green lines mean increase, no deformation, and decrease, respectively. (c) Comparison of the calculated horizontal deformation with the observed one. The gray dots indicate the distribution of the aftershocks. (d) Comparison of the calculated tsunami waveforms (red) with the observed ones (black). The horizontal and vertical axes mean the time in JST and sea level in meter, respectively.

① 国土地理院モデル (GSI-1, 北西傾斜)



第2図 国土地理院北西傾斜モデル (GSI-1) による解析結果
Fig. 2 Comparisons of the calculated crustal deformation and tsunami waveforms from GSI-1 model with the observed ones.

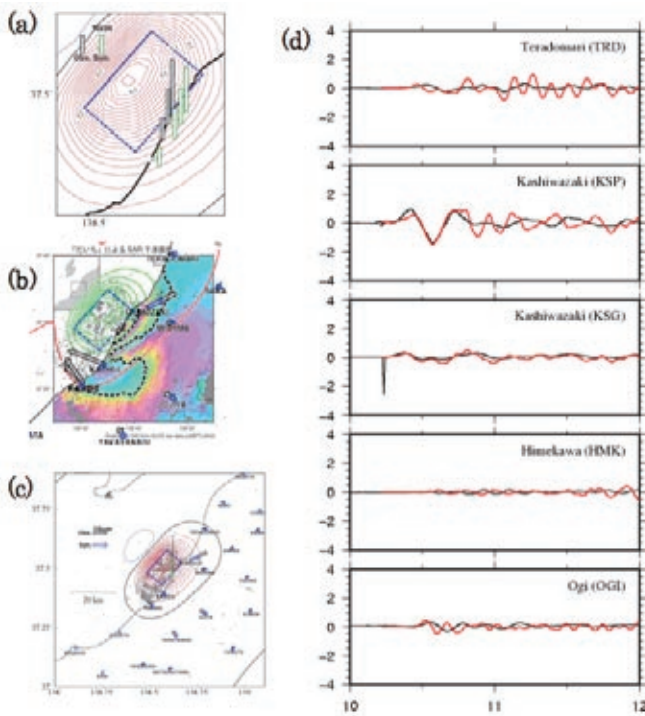
② 国土地理院モデル (GSI-2, 南東傾斜)



第 3 図 国土地理院北西傾斜モデル (GSI-2) による解析結果

Fig. 3 Comparisons of the calculated crustal deformation and tsunami waveforms from GSI-2 model with the observed ones.

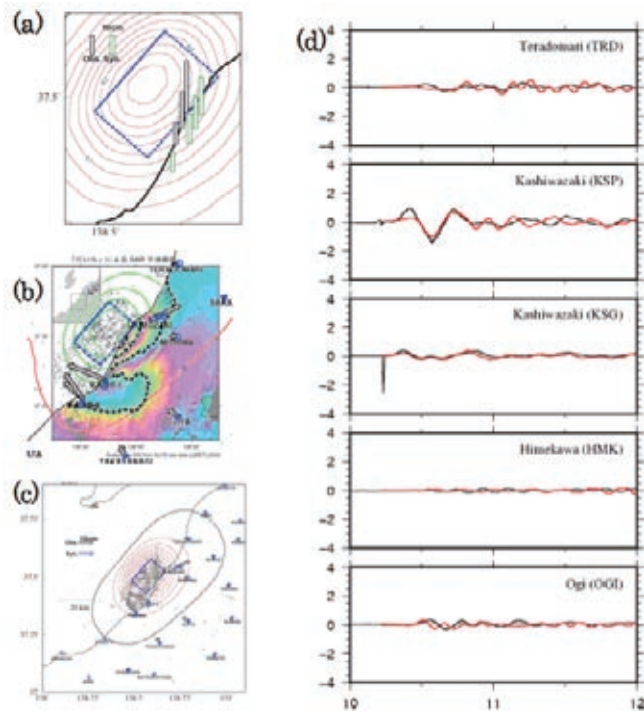
③ model-A (南東傾斜 1 枚断層モデル, 上端深さ 5 km)



第 4 図 model-A による解析結果

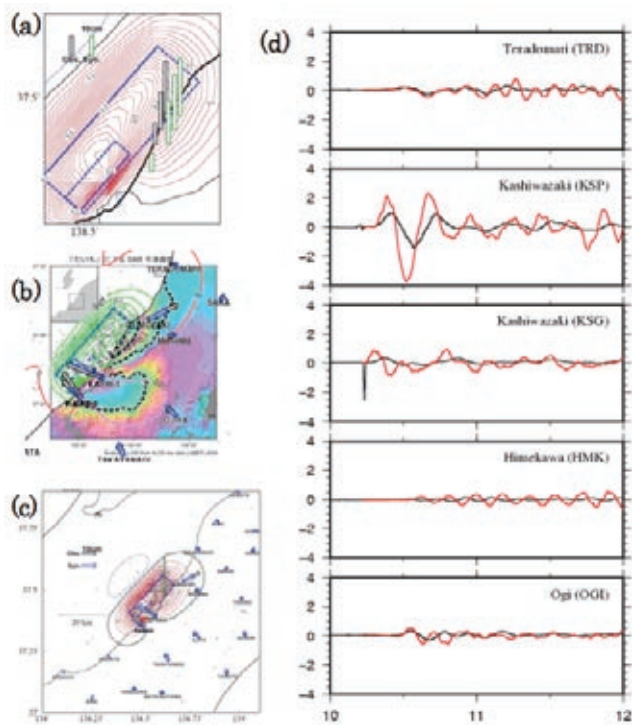
Fig. 4 Comparisons of the calculated crustal deformation and tsunami waveforms from model-A with the observed ones.

④ model-B (南東傾斜 1 枚断層モデル, 上端深さ 10 km)



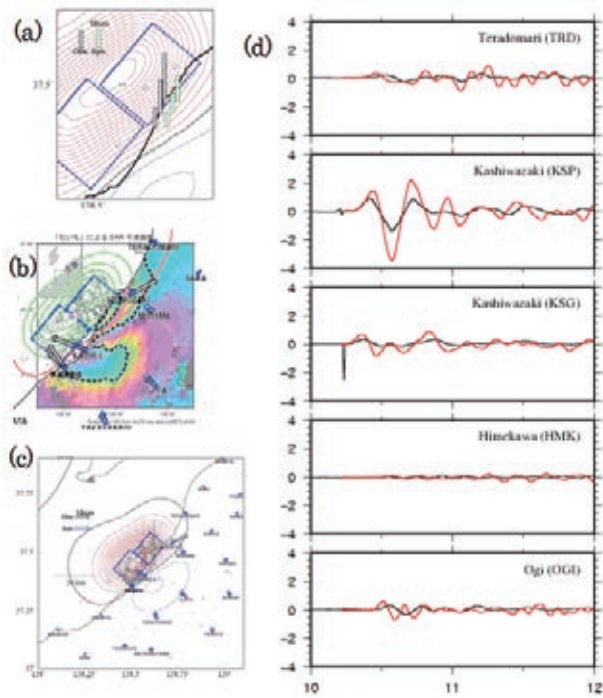
第 5 図 model-B による解析結果
 Fig. 5 Comparisons of the calculated crustal deformation and tsunami waveforms from model-B with the observed ones.

⑤ model-C (南東傾斜主断層+分岐断層モデル)



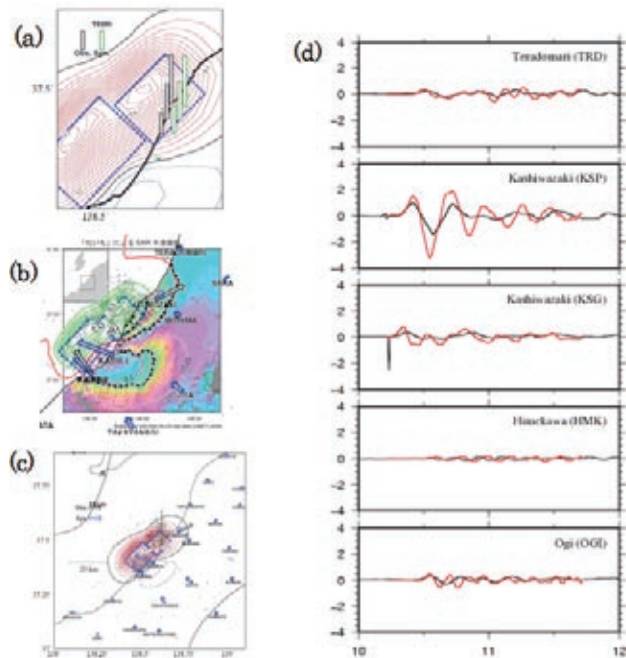
第 6 図 model-C による解析結果
 Fig. 6 Comparisons of the calculated crustal deformation and tsunami waveforms from model-C with the observed ones.

⑥ model-D (南東傾斜 2 枚断層モデル)



第 7 図 model-D による解析結果
 Fig. 7 Comparisons of the calculated crustal deformation and tsunami waveforms from model-D with the observed ones.

⑦ model-E (南東傾斜 2 枚断層モデル)



第 8 図 model-E による解析結果
 Fig. 8 Comparisons of the calculated crustal deformation and tsunami waveforms from model-E with the observed ones.