

1 1 - 5 その他の地域の地殻変動 Crustal Movements in other regions

国土地理院
Geographical Survey Institute

第1～4図は、東京都小笠原村硫黄島のGPS観測結果である。第1図には、観測点の配置と基線番号およびアンテナ交換等の日付を示してある。父島を基準とした硫黄島1と硫黄島2の時系列グラフ、及び硫黄島2を基準にした硫黄島1の時系列グラフで、2003年4月1日以降の3成分時系列グラフである。水平成分は1目盛が5cm、比高は1目盛が6cmであることから、地殻変動速度が非常に速いことがわかる。各ページ最下段の比高グラフに注目すると、硫黄島南端の硫黄島2は上下変位がほとんど見られないのに対し、硫黄島1は大きく変動している。硫黄島1は、2004年以降一貫して沈降していたが、2006年8月上旬から急速な隆起に転じ、その隆起速度は4cm/月にもなる。

第5図は、硫黄島について「だいち」(ALOS)のPALSARデータの干渉解析を実施した結果である。第5図bはGPS観測結果で、硫黄島2に対する硫黄島1の比高の時系列グラフである。上段は1997年3月27日以降の上下変位を示し、下段は最近の2006年1月1日以降の上下変位を示している。2001年8月上旬から急速な隆起が始まり、9月21～22日に島の南東沖で海底噴火、10月19～23日に島の北西海岸で水蒸気噴火が発生した。2006年8月上旬から始まった隆起は2001年の噴火前の隆起に次ぐ隆起速度であることがわかる。下段の縦の青線は、次ページの干渉SAR解析に用いたデータの観測日を示す。第5図cは「だいち」のPALSARデータの干渉SAR解析結果である。左の図(a)は干渉SAR解析で得られた島内の地殻変動の面的分布を示す。島の北東部を中心として衛星から遠ざかる変位、島の南東海岸付近に衛星に近づく変位が見られる。干渉SAR解析で得られるのは、衛星と地表との間の距離の変化量である。今回の場合は衛星が島の西側上空から観測しているため、衛星に近づく変位は隆起、西南西への変位が卓越することを示し、逆に遠ざかる変位は沈降、東北東への変位が卓越することを示す。右の図(b)は、干渉SAR解析で得られた地殻変動パターン概念図である。島の北東部を中心とする沈降と、島の南東海岸付近を中心とする隆起という2つの現象が重なっていると解釈できる。

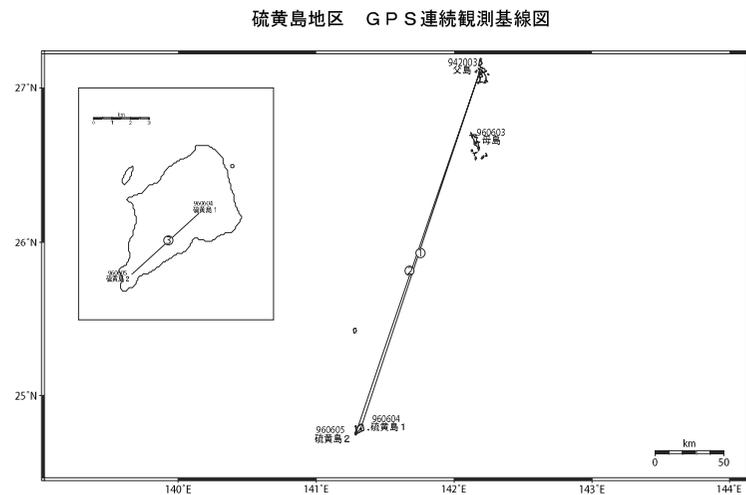
第5図dは、1992年～1998年に運用されていたJERS-1のSARデータの干渉解析結果である。島の北東部での同心円状の沈降がほぼ全ての干渉画像に見られることがわかる。「だいち」の解析で得られた島の北東部の沈降は、過去から定常的に起こっていたと考えられる。しかし、島の南東海岸付近ではJERS-1の干渉SAR解析結果には特に変化が見られず、今回検出された南東海岸での隆起は硫黄島の火山活動の活発化を示している可能性がある。

第6図は、国土地理院の11箇所の験潮場で観測された2006年11月15日の千島列島の地震の潮位記録である。数10cmの振幅を持つ津波が観測され、地震発生後24時間以上津波が継続していることがわかる。

第7図は、2006年11月15日の千島列島の地震に伴う地殻変動水平ベクトルの分布である。北海道北部の電子基準点で約5mmのわずかな東向きの変動が見られる。これらのベクトルは第9図のフォワードモデルによる計算結果と比較してベクトルの向きと大きさが一致している。第8図は、基線ベクトル各成分の時系列グラフで、地震時に東西成分の飛びが見られる。

参 考 文 献

- 1) 国土地理院, 2003, その他の地域の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 70, 170-175.
- 2) 国土地理院, 2005, その他の地域の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 73, 616-620.

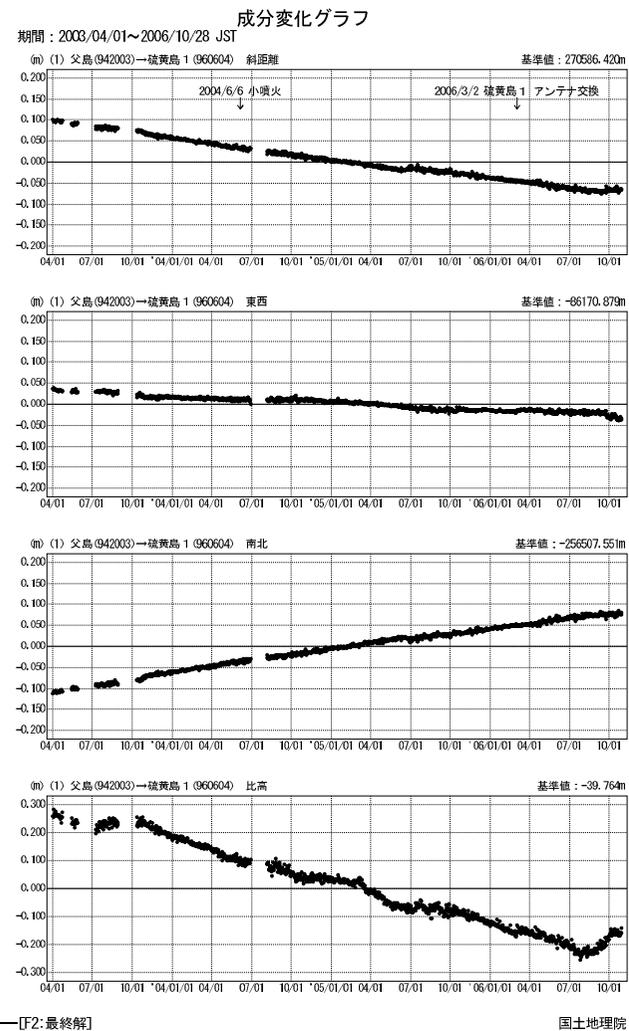


観測局情報

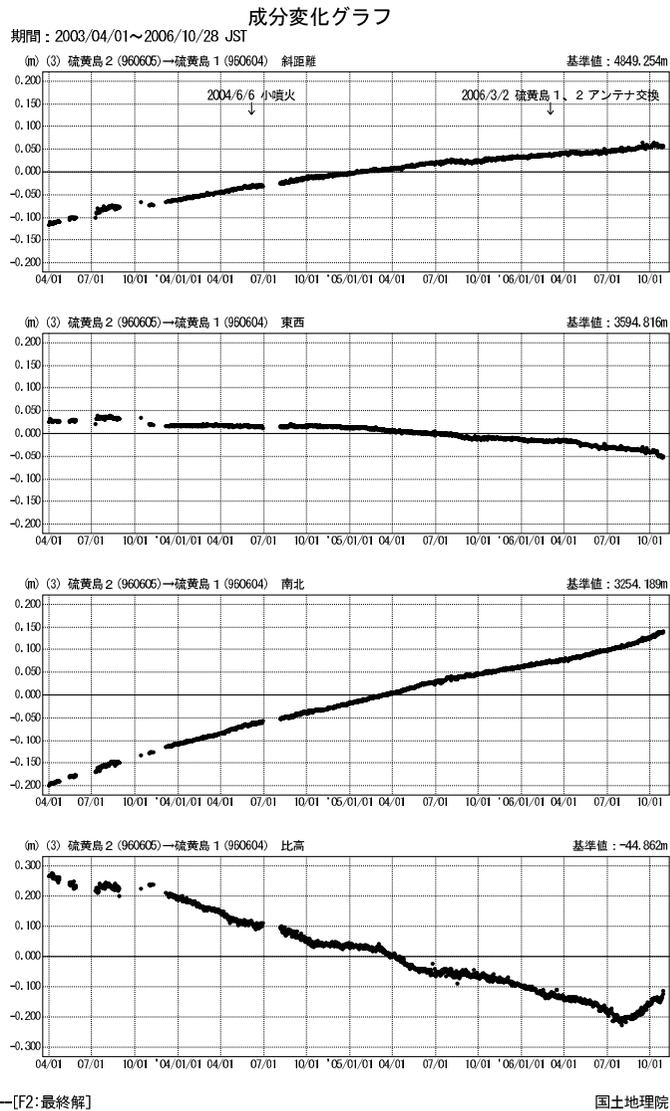
点番号	点名	アンテナ交換	レドーム設置
960604	硫黄島1	2006/3/2	2006/3/2
960605	硫黄島2	2006/3/2	2006/3/2
942003	父島	2003/3/22	

※2003/3/5に基準局92110 (つくば1) のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

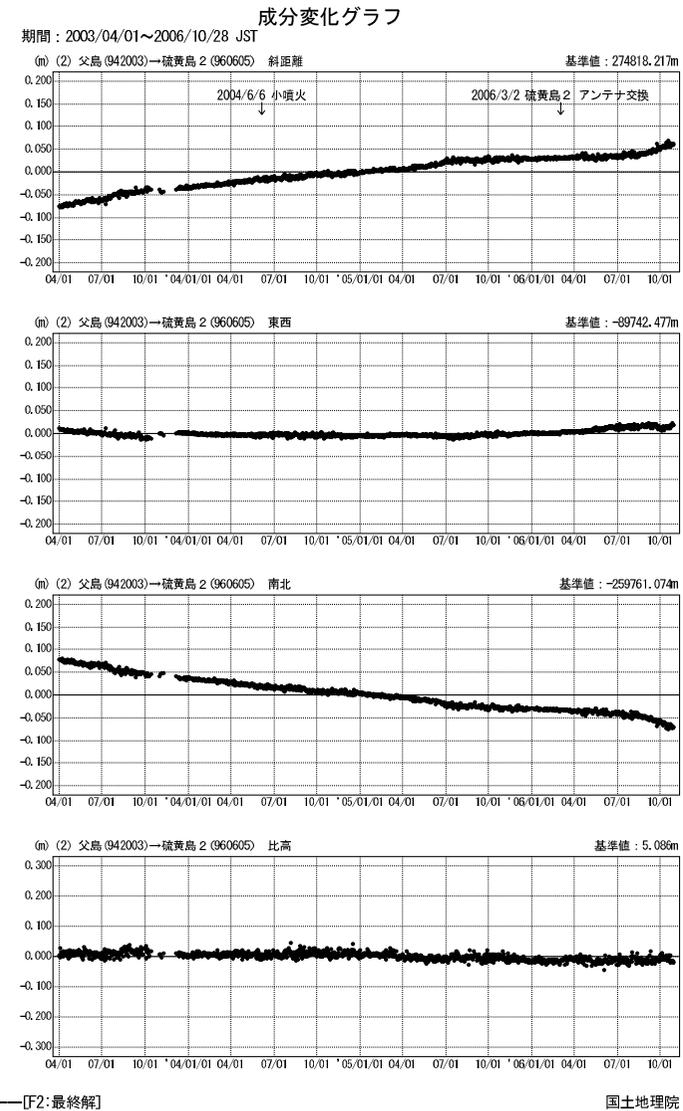
第1図 硫黄島地区GPS連続観測結果 (基線図)
Fig. 1 Results of continuous GPS measurements in Iwo Jima. (baseline map)



第2図 硫黄島地区GPS連続観測結果 (父島—硫黄島1)
Fig. 2 Results of continuous GPS measurements in Iwo Jima. (from Chichi-jima to Iwo-jima-1)



第3図 硫黄島地区GPS連続観測結果（父島-硫黄島2）
 Fig. 3 Results of continuous GPS measurements in Iwo Jima. (from Chichi-Jima to Iwo-Jima-2)



第4図 硫黄島地区GPS連続観測結果（硫黄島2-硫黄島1）
 Fig. 4 Results of continuous GPS measurements in Iwo Jima. (from Iwo-Jima-2 to Iwo-Jima-1)

「だいち」 PALSAR データの干渉 SAR 解析で捉えられた硫黄島の地殻変動

SAR データ

衛星／センサ : だいち (ALOS) / PALSAR (波長 23.6cm)
観測シーン : パス 410 フレーム 480 (シーンシフト・4)
観測日 : 2006/8/1, 2006/11/1 (基線長 $B_{\text{perp}} = 3020\text{m}$)
観測モード : Ascending / FBS41.5° HH

解析結果

干渉 SAR 解析で得られる変位量は、衛星と地上のターゲット間の距離の変化（変位の衛星視線方向成分）である。今回の解析で用いたデータは全て Ascending 軌道からの観測データであり、衛星は西側上空から地表を観測している。したがって、位相の増加は衛星から遠ざかる向きの変位に対応し、沈降、東北東への変位が卓越することを示す。逆に位相の減少は、衛星に近づく向きの変位、すなわち隆起、西南西への変位が卓越することを示す。

干渉 SAR 解析にあたっては、国土地理院で開発された GSISAR を用いた。各々のデータに格納されている軌道情報を用いて軌道縞、地形縞を除去したが、干渉画像に軌道縞が残存しているようなパターンが見られたため、元山―播鉢山間に広がる平坦な場所がほぼ 0 となるように調整を行った。

解析結果を図 2 に示す。色はその地点の位相値を表し、観測期間 (8/1～11/1) 中に生じた衛星と地上間の距離の変化量を示す。軌道間距離が約 3km と非常に長いため、干渉性が低くなっており、変動が得られなかった部分がある。

北東部の元山付近では位相増加、南東部海岸付近では位相減少が顕著である。これは、それぞれ沈降、隆起によるものと考えられる。得られた地殻変動のパターンは、北東部の元山付近を中心とする収縮と、島の南東部を中心とする隆起の重ねあわせで説明できる。

なお、北東部の元山付近を中心とする収縮は、1992～1998 年にかけて観測を実施していた JERS-1 の SAR データの解析でも確認されており (図 3)、過去からほぼ定常的に収縮が起こっていたと考えられる。

謝辞

JERS-1/SAR データおよび「だいち」の PALSAR データに関する所有権は経済産業省および JAXA が所有している。

第 5 図 a 「だいち」 PALSAR データの干渉 SAR 解析で捉えられた硫黄島の地殻変動
Fig. 5 Crustal deformation of Iwo Jima detected by InSAR analysis of Daichi PALSAR data.

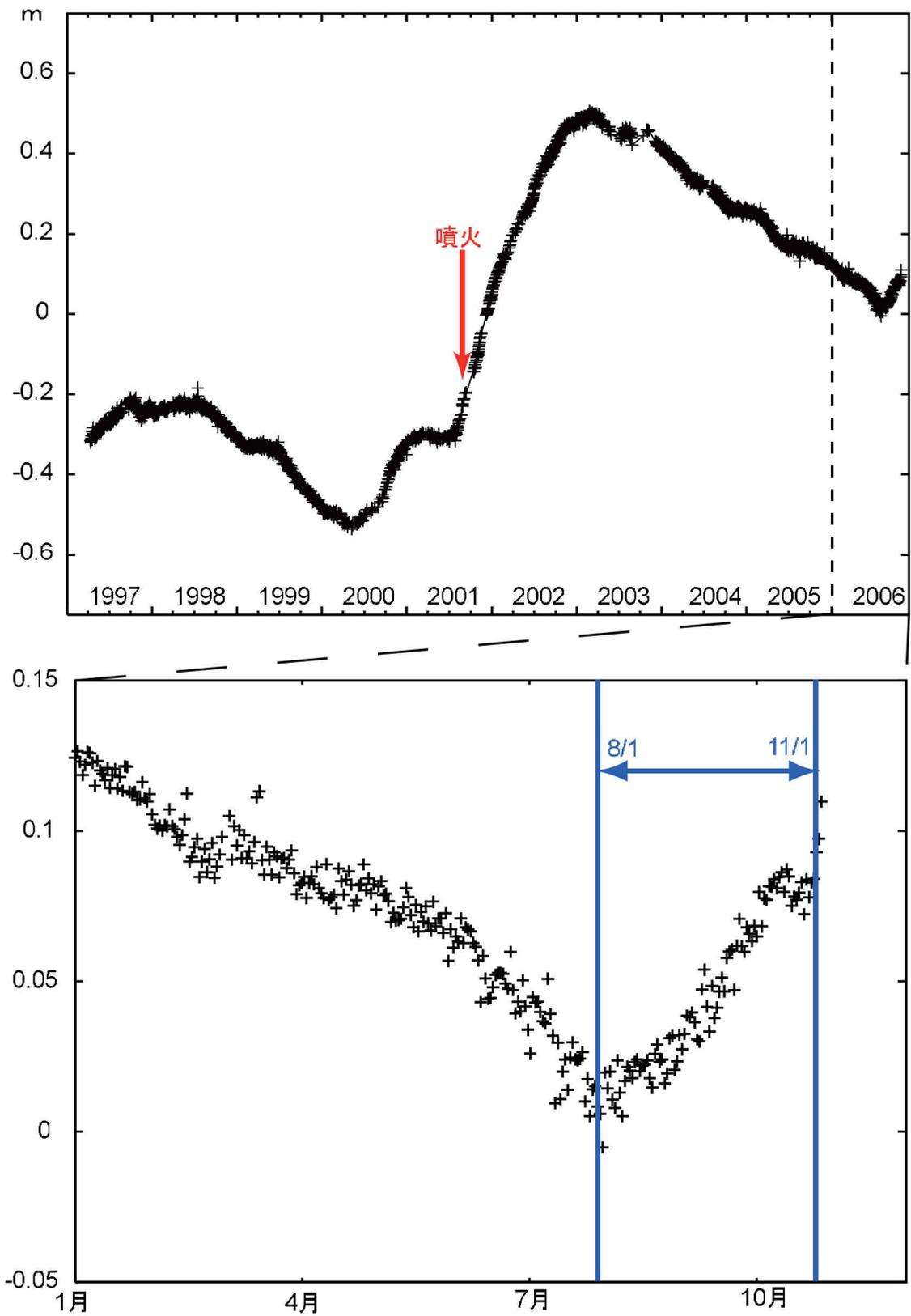


図1 GPS連続観測による硫黄島2(擂鉢山)に対する硫黄島1(元山)の上下変位(F2解析値). 青線は本報告の干渉SAR解析に用いたデータの観測日を示す.

第5図b つづき
Fig.5b Continued.

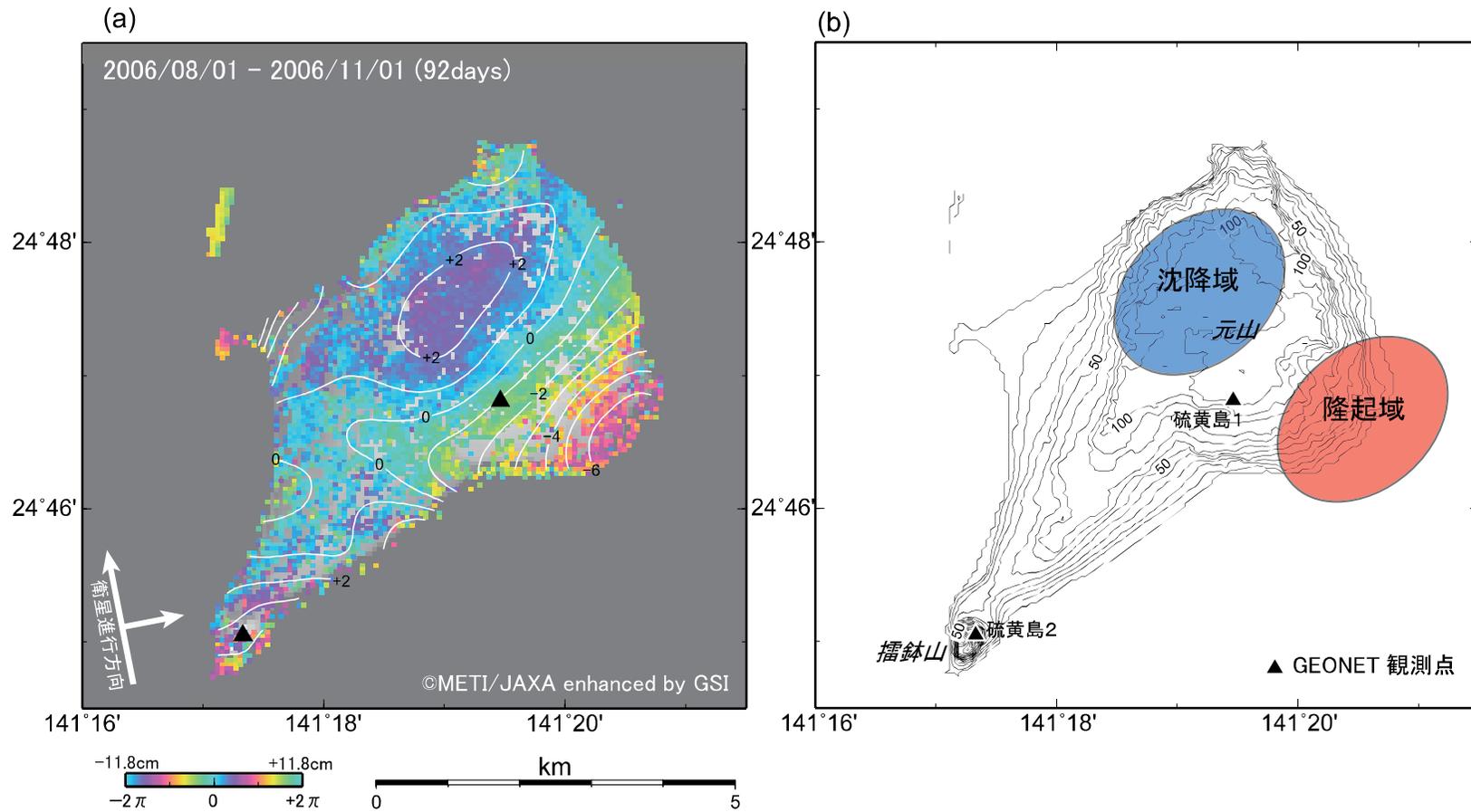


図2 だいち /PALSAR データの干渉 SAR 解析で得られた硫黄島の地殻変動。色は衛星視線方向の距離の変化を示し、コンター間隔は 1cm である。衛星が西側上空から観測しているため、衛星に近づく変位は、隆起、東北東方向への変位が卓越することを示す。逆に、衛星から遠ざかる変位は、沈降、西南西への変位が卓越することを示す。(a) 干渉 SAR 解析結果、(b) 変動パターン概念図。

(Master: 2006/8/1, Slave: 2006/11/1 (92 日間隔), Bperp= 3020m)

第5図c つづき
Fig. 5c Continued.

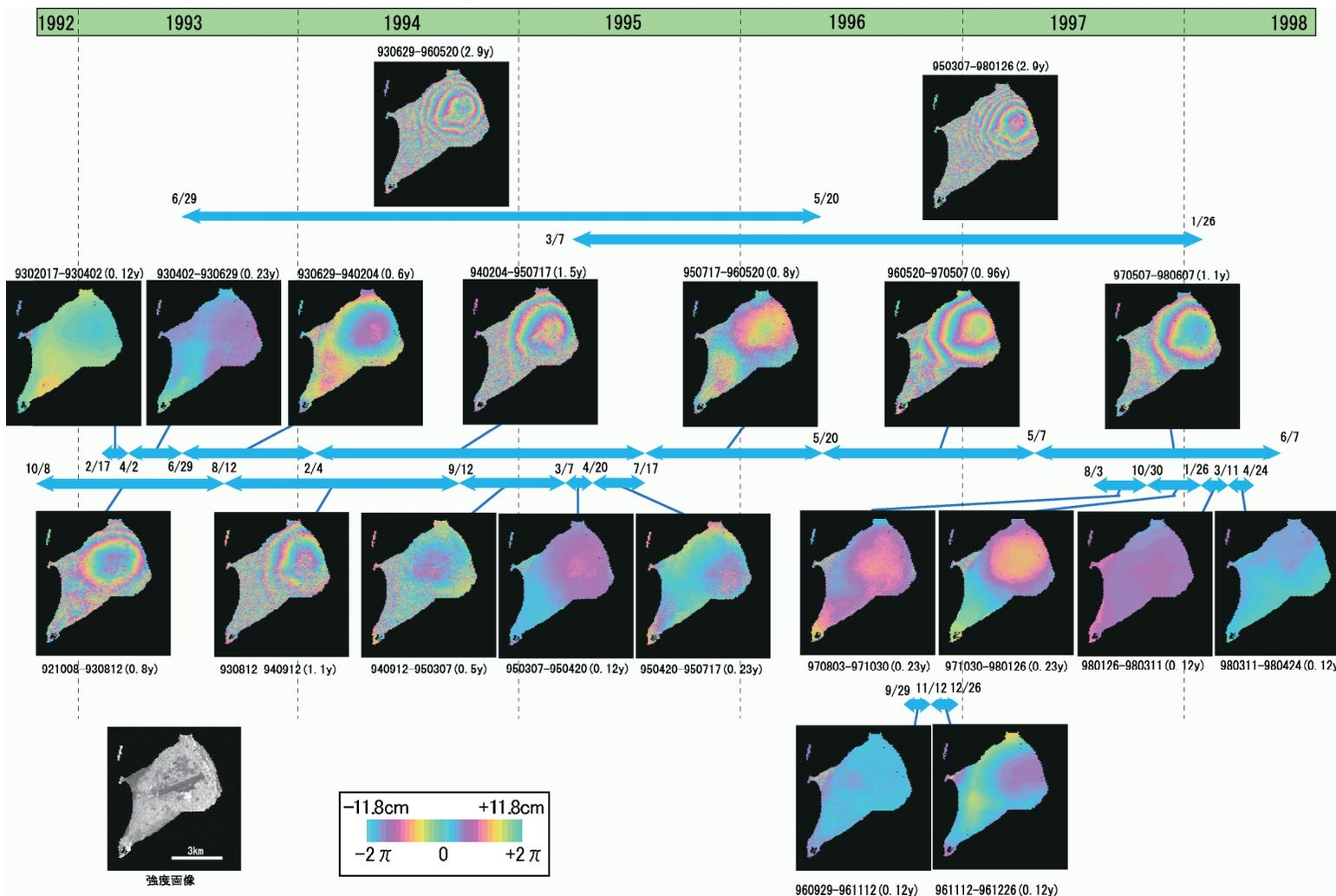
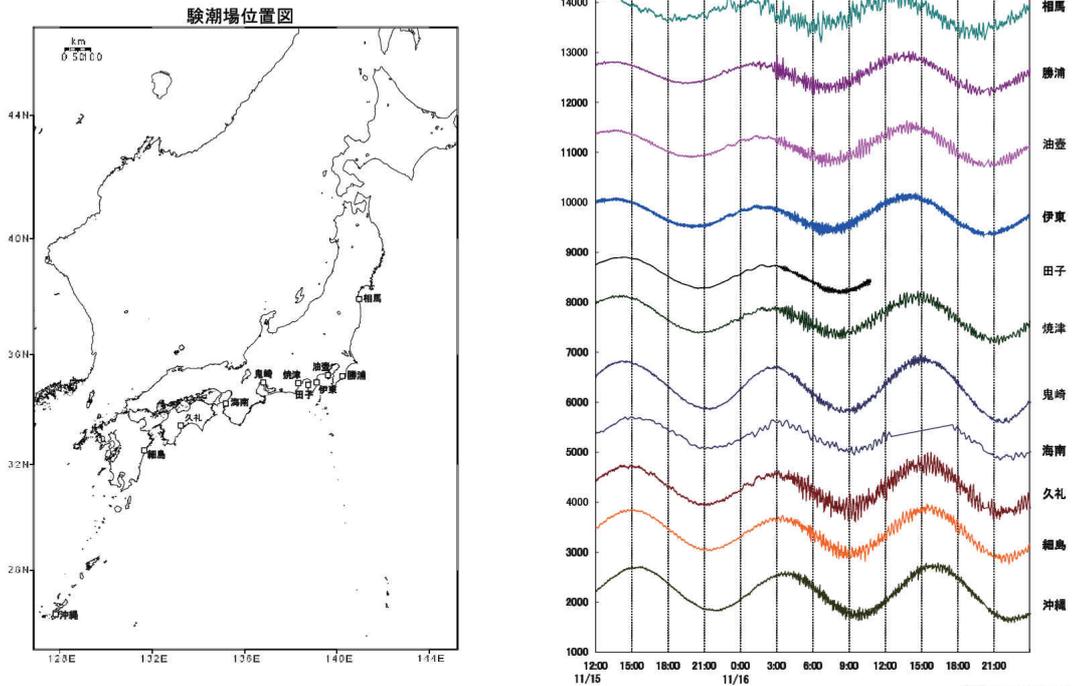


図3 JERS-1/SARの干渉解析により得られた硫黄島の1992～1998年の地殻変動。硫黄島東部の元山付近を中心とする沈降が継続して見られる。

第5図d つづき
Fig.5d Continued.

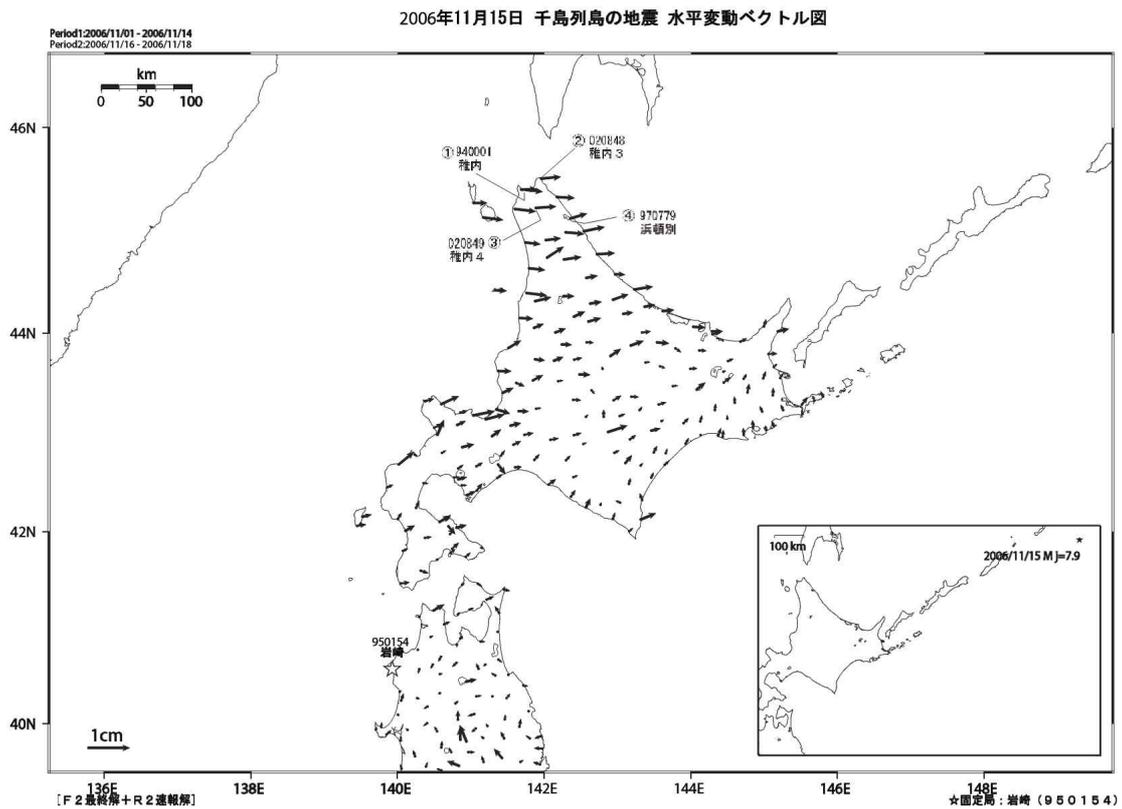
国土地理院験潮場で観測された
2006年11月15日20時15分頃の千島列島の地震(M7.9)の潮位記録



第170回地震予知連絡会
国土地理院資料

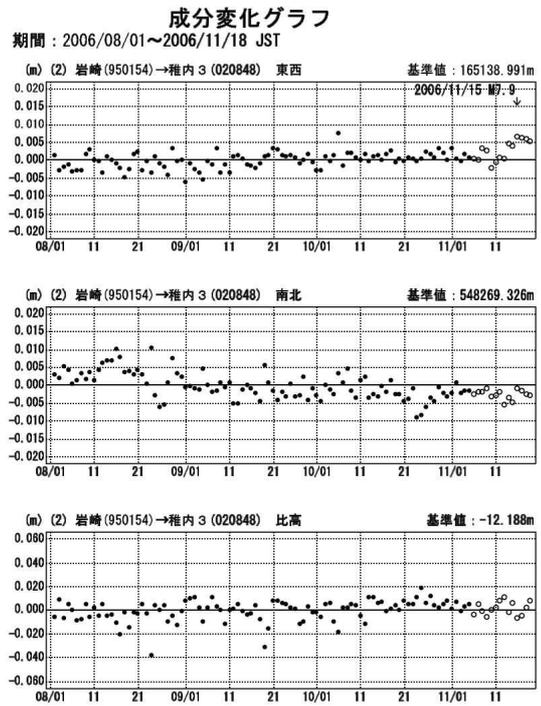
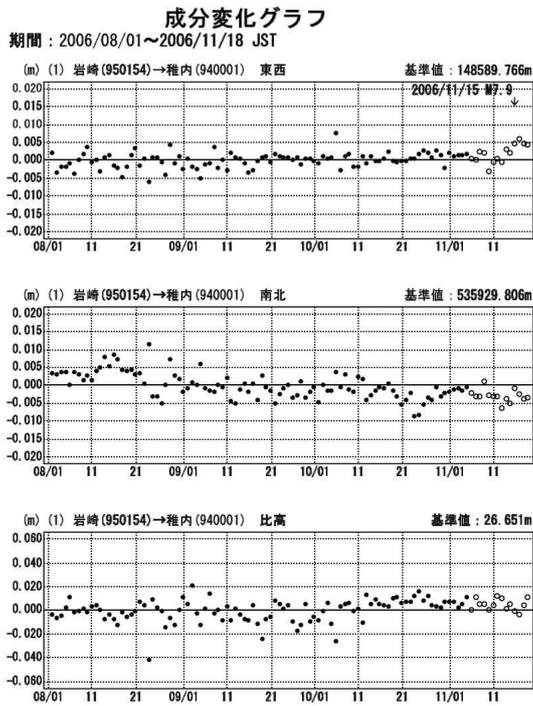
第6図 国土地理院験潮場で観測された千島列島の地震の潮位記録

Fig. 6 Tide records of Kuril Island Earthquake of November 15, 2006 at GSI's tide gauge stations.



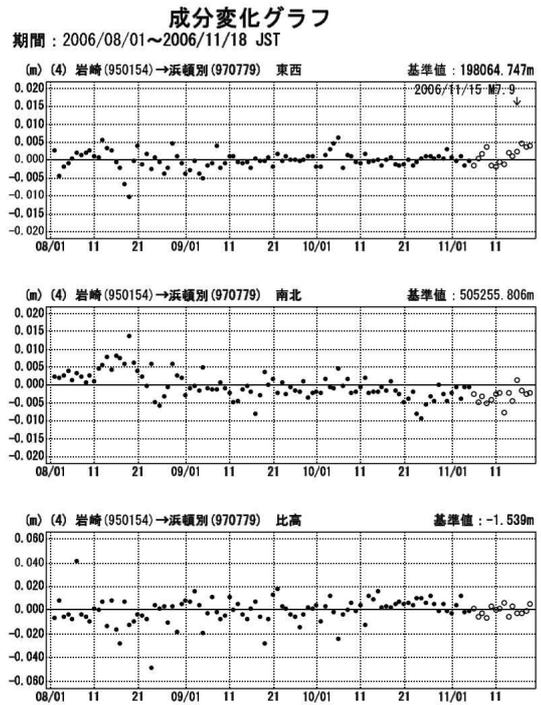
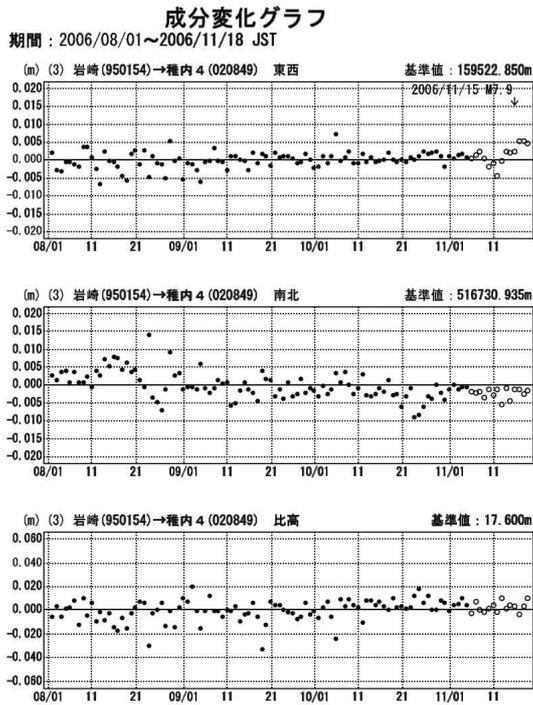
第7図 千島列島の地震による地殻水平変動

Fig. 7 Horizontal displacements in Hokkaido due to Kuril Island Earthquake of November 15, 2006.



● — [F2:最終解] ○ — [R2:速報解]

国土地理院

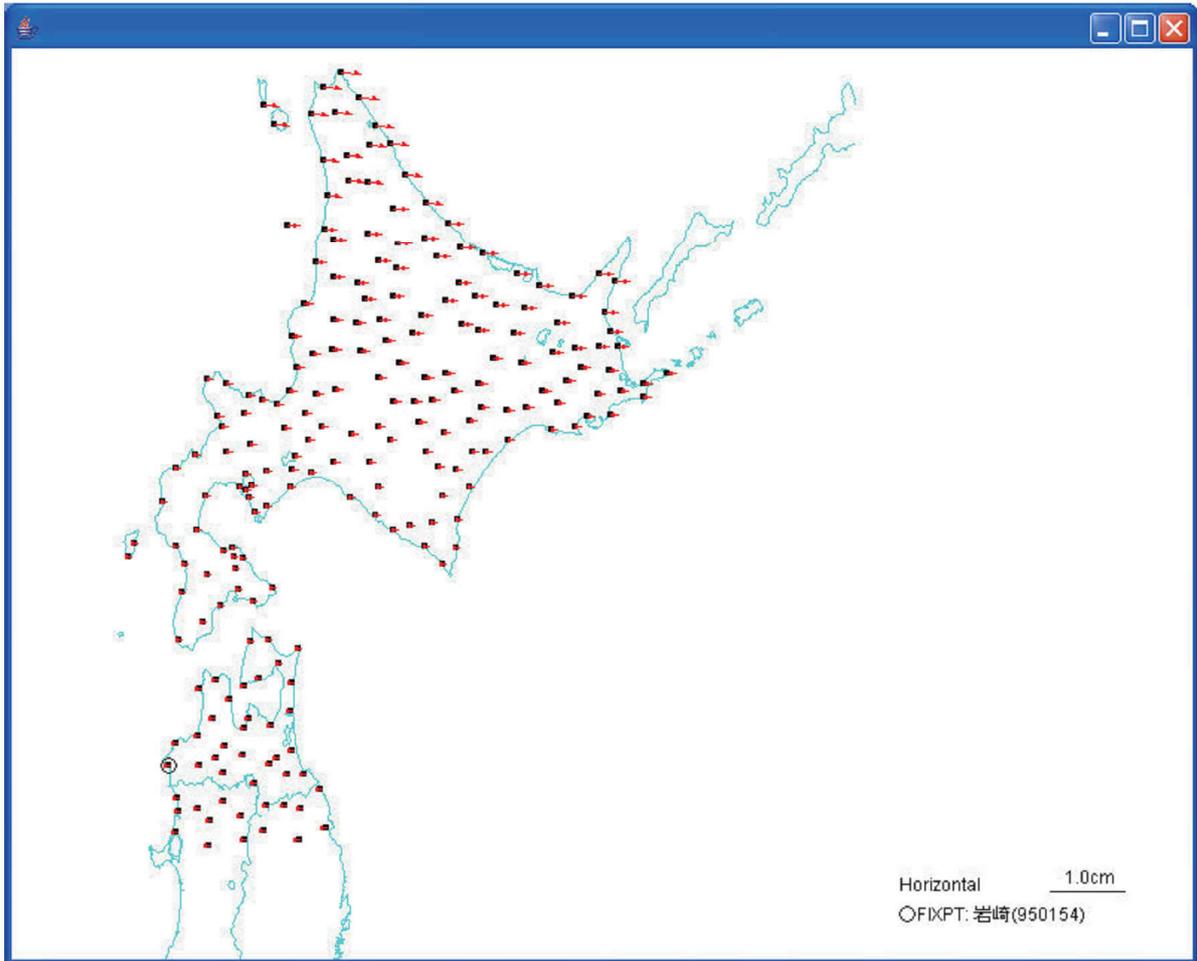


● — [F2:最終解] ○ — [R2:速報解]

国土地理院

第8図 千島列島の地震による基線ベクトル成分変化

Fig. 8 Changes of baseline vector components due to Kuril Island Earthquake of November 15, 2006.



Lat=46.683/Lon=153.224/L=112.0/W=56.0/Dep=30/Strike=220.0000/Dip=25/Rake=96.0000/Slip=3.3/Mw=7.8

第9図 千島列島の地震による地殻水平変動のフォワードモデル計算結果
 Fig.9 Model calculation of horizontal displacements in Hokkaido due to Kuril Island Earthquake of November 15, 2006.