# 1-3 日本全国の地殻変動 Crustal Deformations of Entire Japan

国土地理院 Geospatial Information Authority of Japan

[GNSS]

第1~6図は、GEONETによるGNSS連続観測から求めた最近1年間および3ヶ月間の全国の 水平地殻変動である.固定局(☆の点)は、島根県の三隅観測点である.国土地理院では アンテナ交換や観測点周辺の樹木の伐採等の保守を行っており、これに伴うオフセットの 補正を後日F3解が得られてから行っている.基準期間と比較期間を含む期間中にアンテナ 交換が行われ、それによるオフセットを補正した観測点の変動ベクトルについては、補正 誤差が含まれる可能性があるため、白抜きの矢印で示し区別している.

[GNSS 1年間]

第1図の最近1年間の北海道・東北地方の図においては、2011年3月11日に発生した平成23年(2011 年)東北地方太平洋沖地震(M9.0,最大震度7)の後に続く余効変動が顕著である.道東地方では、 千島海溝沿いのプレートの沈み込みに伴う北西向きの変動が見られる.

第2図の日本列島中央部の図には、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる.東海 地方から四国にかけては、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う北西向きの変動が見られる. また、小笠原村の硫黄島(いおうとう)については、火山性の地殻変動が見られる.

第3図の日本列島西部の図においては,第1~2図の図と異なり,凡例のベクトルのスケールを5cm としている.中国・四国地方の西部から九州地方にかけて,フィリピン海プレートの沈み込みに 伴う変動が見られる.与那国島周辺では,2013年4月17日から18日頃に発生した地震活動に伴う地 殻変動の影響が見られる.

[GNSS 3ヶ月]

第4~6図は、最近3ヶ月間の変動ベクトル図である.

第4図の北海道・東北地方では、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる. 道東地 方には千島海溝沿いのプレートの沈み込みに伴う北西向きのベクトルが見られる.

第5図の日本列島中央部では、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が近畿地方から東側で 顕著に見られる.紀伊半島から四国にかけて南海トラフ沿いのプレートの沈み込みに伴う北西向 きの変動が見られる.

第6図の九州以西の図では、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う変動が見られる.

[GNSS 差の差 3ヶ月]

第7~9図は、2013年7月からの3ヶ月間の水平方向の地殻変動について、年周変化やプレート運動等の定常的な変動の影響を除去するため、東北地方太平洋沖地震よりも前の期間 である、2010年の同時期を参照期間として、参照期間における水平変動ベクトルに対する 差を示す図である.これらの図においては、参照期間に発生した地殻変動は、逆向きに表 示される. なお, これらの図においては, これまで, 参照期間の初めから対象期間の終わ りまでの全期間のうちにアンテナ交換の行われた観測点について変動を白抜きの矢印で示 していたが, 参照期間と対象期間に挟まれる期間にアンテナ交換が行われて座標値のバイ アスが変化しても, 年周的誤差への影響が無視できれば結果には影響しないため, 今回か らは, 参照期間と対象期間のどちらかにアンテナ交換を行った観測点のみについて白抜き の矢印で示している.

第7図の北海道・東北地方の図には、渡島半島から東北地方にかけて、東北地方太平洋沖地震後 の余効変動の影響が顕著に見られる.

第8図の本州中部以西・九州までの図には,東北地方南部から関東,甲信越,北陸地方にかけて, 東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が顕著に見られる.

第9図の小笠原村の硫黄島では、島内の火山性の地殻変動速度の変化の影響が見られる.

[GNSS ひずみ変化]

第10~13図は, GNSSデータから推定した日本列島の最近1年間のひずみ変化を示す図である. 第10図は日本全国のひずみ変化である.北海道南部から中部・北陸地方にかけて、東北地方太 平洋沖地震後の余効変動の影響による顕著なひずみが見られる.このひずみは、牡鹿半島付近 から宮古市付近にかけての三陸沿岸周辺においては北西-南東方向の縮み、その他の地域にお いては概ね震源域に向かう方向の顕著な伸びとなっている.今回のような逆断層型の滑りの場 合、地表における変位分布は、地下のプレート境界面上の滑っている領域の西側では伸びとな るが、その領域の下端付近では縮みとなる.牡鹿半島付近で東西短縮が見られる理由としては、 滑っている領域の下端が海岸付近の直下にかかっているためと考えられる.

第11~13図は,第10図を地方ごとに拡大した図である.このうち,第13図は,東北地方太平 洋沖地震後の余効変動の影響を見やすくするため,東北地方を拡大し,ひずみ表示のスケール を変えて示したものである.

第14図は、東北地方の最近3ヶ月間のひずみ変化である.東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響によるひずみが見られる.ひずみの分布のパターンは概ね第13図に示した1年間のひずみと同様である.

第15図は,第10図の図との比較のために,地震や余効変動の影響が少なかった1998年10月からの1年間のひずみ変化を,定常時のひずみ変化とみなして示したものである.定常時における東日本のひずみは概ね東西方向の縮みとなっている.

[験潮]

第16~30図は、加藤&津村(1979)の方法による全国の験潮場における上下変動である. 最終 データは2012年12月である. 同じデータの解析結果を会報第90巻に掲載したが、データ処理上 の問題が見つかったため、修正のうえ再解析した結果を掲載し、訂正するものである. 見つか った問題は、補正値として求められる海域毎の海面変動成分にドリフト的な誤差が生じていた もので、その原因は、直線の当てはめが困難な潮位データのうちの幾つかをそのまま処理して いたことと、解析プログラムに不具合があったことの2つである. 前者は、例えば、伊東験潮 場のデータのように、上下変動速度の顕著な変化のため線型トレンドからの残差が顕著に大き な場合、海域毎の平均処理によって求められる海面変動成分にバイアスが生じ、該当する海域 の全点について、上下変動値に系統的なドリフトが混入するものである.後者は、観測開始月 が1月以外の場合、海面変動成分の算出に使用されるデータの一部がゼロとされるものである. これらの原因によって生じるドリフト的誤差の大きさは、北海道東部の海域と関東・伊豆の海 域において特に大きく、最大4cm以上に及ぶ.これらのドリフト的誤差は、これまで国土地理 院から報告してきた解析結果に、長期間に渡って影響していたものと考えられる.これらの問 題を解決するため、解析プログラムの不具合を修正するとともに、顕著な変曲点を含むデータ を変曲点付近で分割し、分割された各区間に対して線型トレンドからの残差を求めて処理する ことにより、再解析を行った.従来の解析結果との特に目立つ違いは、従来の結果で関東地方 の験潮場に見られた、2000年代中頃の沈降から隆起への変化が見られなくなったことである. 修正による変化はその他の海域にも見られるが、会報第90巻におけるコメント内容に影響する ものではない.

参考文献

- 加藤照之・津村建四朗、1979、潮位記録から推定される日本の垂直地殻変動(1951~1978), 地震研究所彙報,54,559-628.
- 2) 国土地理院, 2013, 全国の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 90, 8-23.













第4図

第4図~第6図 GNSS連続観測から求めた2013年7月~2013年10月間の水平変動 Fig. 4-6 Horizontal displacements at GNSS sites during 2013/7-2013/10. (☆, Reference station is Misumi)



第4図~第6図 GNSS連続観測から求めた2013年7月~2013年10月間の水平変動 Fig. 4-6 Horizontal displacements at GNSS sites during 2013/7-2013/10. (☆, Reference station is Misumi)



第7図



第8図

第7図~第9図 GNSS水平変動の差(3ヶ月間)

Fig. 7-9 Variation of GNSS horizontal displacements: Difference of displacements between 2010/7-2010/10 and 2013/7-2013/10.





第9図

第7図~第9図 GNSS水平変動の差(3ヶ月間)

Fig. 7-9 Variation of GNSS horizontal displacements: Difference of displacements between 2010/7-2010/10 and 2013/7-2013/10.

## GNSS 連続観測から推定した日本列島のひずみ変化

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響によるひずみが見られる。



基準期間:2012 年 10 月 05 日 – 2012 年 10 月 19 日 [F3:最終解] 比較期間:2013 年 10 月 05 日 – 2013 年 10 月 19 日 [F3:最終解]

・GNSS 座標値データに基づいて1年間のひずみ変化図を作成した.

・ 座標値の 15 日分の平均値から1 年間の変位ベクトルを算出し、それに基づいてひずみを計算している.



#### GNSS 連続観測データから推定した各地方のひずみ変化(2)

基準期間:2012年10月05日-2012年10月19日[F3:最終解] 比較期間:2013年10月05日-2013年10月19日[F3:最終解]



・図は GNSS 連続観測データの1年間の変位ベクトルから推定した各地方毎の地殻水平ひずみを示す。

#### GNSS 連続観測データから推定した各地方のひずみ変化(1)

基準期間:2012 年 10 月 05 日 – 2012 年 10 月 19 日 [F3:最終解] 比較期間:2013 年 10 月 05 日 – 2013 年 10 月 19 日 [F3:最終解]



・ 図は GNSS 連続観測データの1年間の変位ベクトルから推定した各地方毎の地殻水平ひずみを示す.

- 第11図 GNSS連続観測データから推定した北海道・東北および関東・中部・ 近畿地方の水平歪(2012年10月~2013年10月間)
- Fig. 11 Horizontal strain in Hokkaido, Tohoku, Kanto, Chubu and Kinki districts derived from continuous GNSS measurements during 2012/10-2013/10.
- 第12図 GNSS連続観測データから推定した中国・四国・九州及び南西諸島地方の 水平歪(2012年10月~2013年10月間)
- Fig. 12 Horizontal strain in Chugoku, Shikoku, Kyushu and Nansei-islands districts derived from continuous GNSS measurements during 2012/10-2013/10.



### GNSS 連続観測データから推定した地震後のひずみ変化(東日本)

#### 東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる.

基準期間:2012 年 10 月 05 日 – 2012 年 10 月 19 日 [F3: 最終解] 比較期間:2013 年 10 月 05 日 – 2013 年 10 月 19 日 [F3: 最終解]





・太破線はフィリピン海スラブの北東端 (Uchida et al., 2010, JGR).

137

138

- 第13図 GNSS連続観測データから推定した東日本の水平歪 (2012年10月~2013年10月間)
- Fig. 13 Horizontal strain in eastern Japan derived from continuous GNSS measurements during 2012/10-2013/10.
- 第14図 GNSS連続観測データから推定した東日本の水平歪 (2013年7月~2013年10月間)
- Fig. 14 Horizontal strain in eastern Japan derived from continuous GNSS measurements during 2013/7-2013/10.

139

140°

141°

142°

GNSS 連続観測データから推定した定常時のひずみ変化 比較用



基準期間:1998 年 10 月 05 日 – 1998 年 10 月 19 日 [F3:最終解] 比較期間:1999 年 10 月 05 日 – 1999 年 10 月 19 日 [F3:最終解]

・上記期間は定常時の変動を示す(伊豆諸島周辺を除く).

第15図 GNSS連続観測データから推定した定常時の日本列島の水平歪【比較用】

Fig. 15 Regular variation for comparison of horizontal strain in Japan derived from continuous GNSS measurements.



第16図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 Fig.16 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).





第17図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 Fig.17 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).



第19図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 Fig.19 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).



uiu (1979).





第25図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 ig.25 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).



第27図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 Fig.27 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).

加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動

最終データ:2012年12月

位置図

第26図

Fig.26

郁



第28図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 Fig.28 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).



第30図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 Fig.30 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).



第29図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動 Fig.29 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).