

## 1. はじめに

2011 年東北地方太平洋沖地震(以下、「3.11 地震」と呼ぶ)以降、国土地理院の GEONET<sup>1)</sup>が提供している日本全国約 1300 点の GPS 位置観測点の GPS データを活用し、3.11 地震発生前後の地殻変動に関する様々な研究が行われている。そして、3.11 地震発生後約 5 年が経過した今日でも依然として、3.11 地震以前よりも大きな地殻変動が生じていることが明らかになっている。そこで、本研究では、3.11 地震発生による直接的な地殻変動が生じた後の今日までの地殻変動の地域特性を知ることが目的として、GPS データより得られる当該期間の各地域の地殻変動の回帰分析を行い、そのパラメータの値の変化を考察した。なお、解析対象地域は青森県を除く東北 5 県(秋田、岩手、山形、宮城、福島)とし、当該県内に設置されている GEONET の約 140 の GPS 位置観測点の「日々の座標値(F3)」<sup>1)</sup>(以下、「F3 データ」と呼ぶ)を用いて解析を行った。

## 2. 解析に用いた GPS データ

国土地理院が公開している F3 データは、IGS (International GNSS Service) の基幹観測点(つくば)を基準とした相対測位を用いて算出された各 GPS 位置観測点の 1 日ごとを代表する高精度の座標値のデータである。F3 データには、地球の地心を原点とした X 軸(グリニッジ子午線と赤道との交点への方向)、Y 軸(東経 90 度線と赤道との交点への方向)、Z 軸(北への方向)における座標値を m 単位で示した数値と、北緯、東経、標高が示されている。本研究では、この F3 データを用いて、対象 GPS 位置観測点の東西方向、南北方向の日々の変位量を算定した。その一例として、図-1、図-2 に仙台(局番号:091179)における 3.11 地震前の 2010 年 11 月 5 日以降の東西方向、南北方向の変位の経日変化を示す。図中の大きな変化が 3.11 地震によるものであり、3.11 地震により東方向と南方向に大きな変動が生じ、その後も今日まで同一方向に変動し続けていることがわかる。

## 3. 3.11 地震翌日以降の GPS 位置観測点の変位

3.11 地震発生による直接的な地殻変動の情報を含まない 3.11 地震翌日の 2011 年 3 月 12 日以降(2015 年 12 月 10 日までの約 5 年間)の各 GPS 位置観測点の東西方向、南北方向の変位の算定結果の一例をそれぞれ図-3、図-4 中の赤線で示す。各図は、図-1、図-2 と同じ仙台(091179)の結果であり、横軸に 2011 年 3 月 12 日を 1 としたそれ以降の通算日を示しており、それぞれ図-1、図-2 中の 3.11 地震以降の部分抜き出した図となっている。図-3、図-4 より 3.11 地震発生以降、日数が経過するに連れ緩やかな曲線になっていることがわかる。

次に、3.11 翌日以降の東北 5 県の各 GPS 位置観測点の東西方向と南北方向の変位変化に対して、回帰分析を行った。回帰分析には、解析ソフト IGOR を用い、変位変化において変位量が  $y_0$  の値に収束することも表現できる式(1)「2 つの減衰指数曲線の

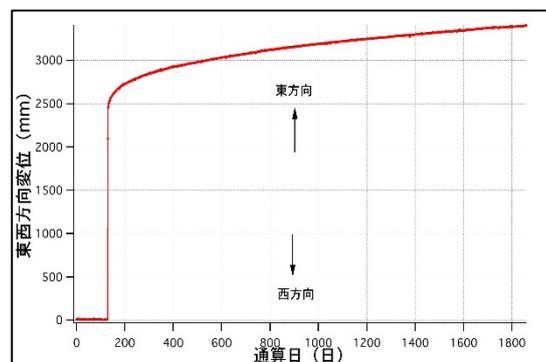


図-1 2010 年 11 月 5 日以降の東西方向の地殻変動(仙台)

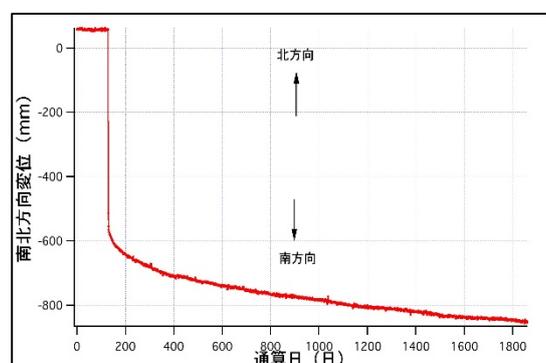


図-2 2010 年 11 月 5 日以降の南北方向の地殻変動(仙台)

キーワード：東北地方太平洋沖地震、GEONET、GNSS、GPS、地殻変動

No. 1-12 (小出研究室)

の和」の式が回帰式として適切であることがわかり、各観測点における式(1)の各パラメータ  $y_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $\text{Tau}_1$ 、 $\text{Tau}_2$  を導いた(なお、 $x_0=1$ 、 $|A_1| < |A_2|$ )。図-3、図-4 中に青線で示した曲線が仙台(091179)に対する解析の結果導かれた回帰式である。

$$y = y_0 + A_1 \exp\left[\frac{-(x-x_0)}{\text{Tau}_1}\right] + A_2 \exp\left[\frac{-(x-x_0)}{\text{Tau}_2}\right] \quad \dots \text{式(1)}$$

#### 4. 3.11 地震翌日以降の地殻変動の地域特性

3. の回帰分析により導かれた東北 5 県(約 140 観測点)の回帰式のパラメータ  $y_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $\text{Tau}_1$ 、 $\text{Tau}_2$  の地域特性を考察した。各パラメータの値の変化を該当する GPS 位置観測点の地図上に示した一例を、図-5、図-6 に示す。図-5 の  $y_0$ (収束値に相当)の結果より、3.11 地震の震源地に対して同心円状に値がほぼ変化し、震源地に近いほど東方向(太平洋側)への 3.11 地震翌日以降の地殻変動が大きくなる傾向であることがわかる。また、 $\text{Tau}_2$ (値が小さいほど、3.11 に近い、早い時期での変位量の割合が高い)についても震源地に近いほど、値が小さくなる傾向を示した。

#### 5. まとめ

3.11 地震発生後もその影響による地殻変動は日々大きく発生しており、その変動の地域特性を今後一層明確にしていくことで、変位量の将来予測や地殻自体の地域特性の解明にも繋がると考える。

参考文献 1) 国土地理院 HP <http://www.gsi.go.jp/>

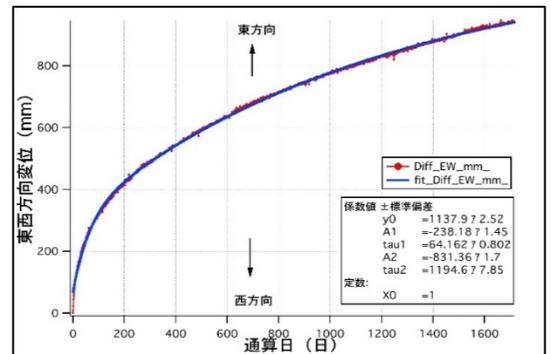


図-3 2011年3月12日以降の東西方向の地殻変動(仙台)

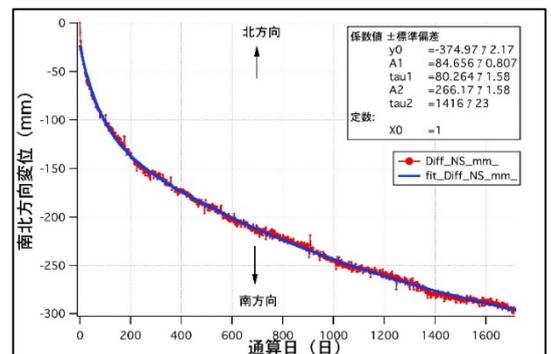


図-4 2011年3月12日以降の南北方向の地殻変動(仙台)

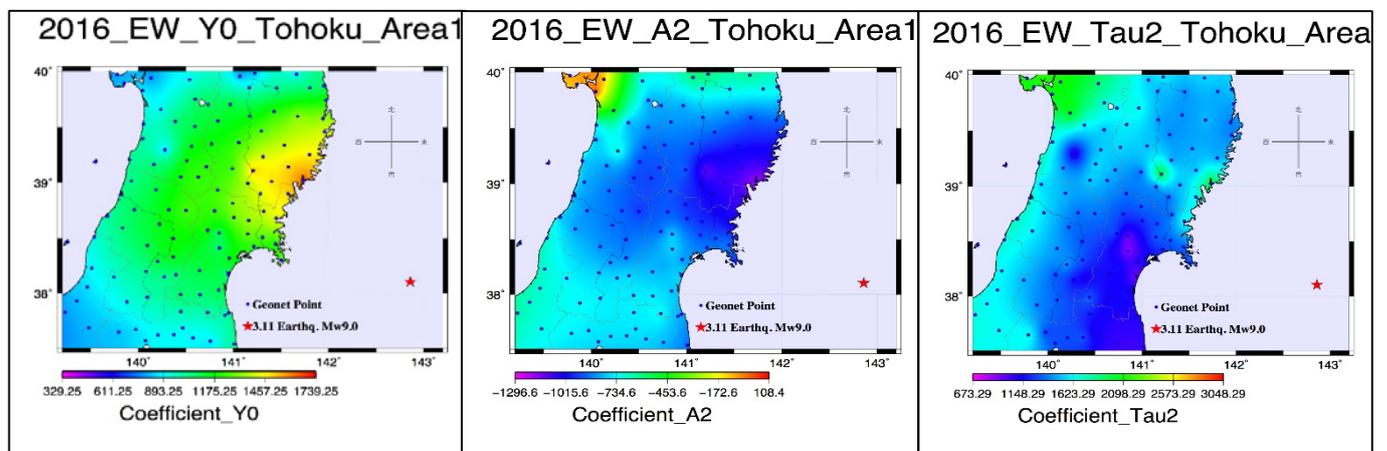


図-5 3.11 地震翌日以降の東西方向の地殻変動の回帰式パラメータ ( $y_0$ 、 $A_2$ 、 $\text{Tau}_2$ ) の地域特性

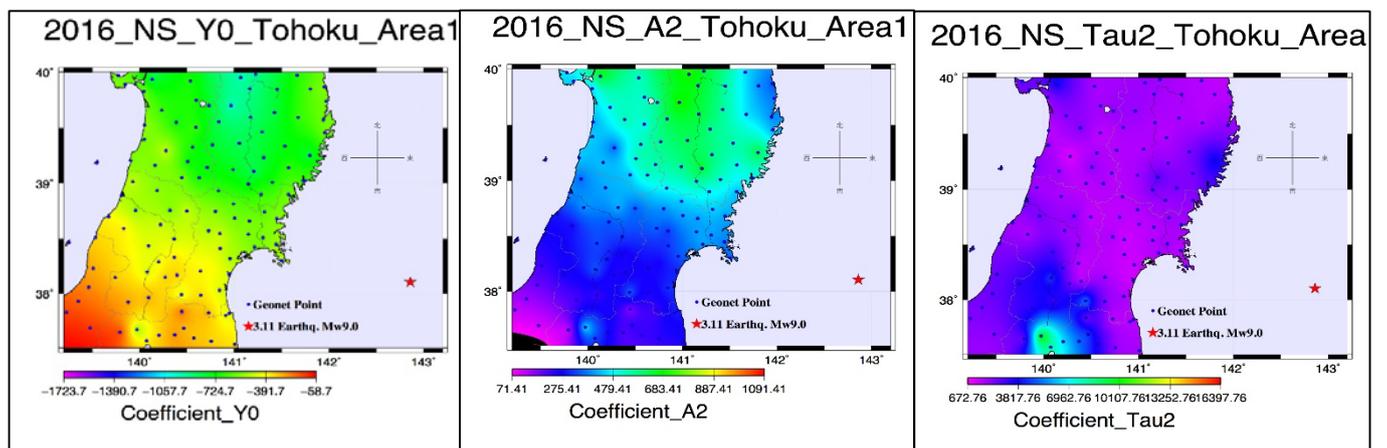


図-6 3.11 地震翌日以降の南北方向の地殻変動の回帰式パラメータ ( $y_0$ 、 $A_2$ 、 $\text{Tau}_2$ ) の地域特性