

# 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震後の余効変動と潮位観測

高佐重夫（仙台管区気象台地球環境・海洋課）

## 1. はじめに

国土の位置の基準のひとつである水準点の標高値は、明治以降 8 回にわたって全国的な改定が行われている（国見ほか 2001）ほか、地震や火山活動による顕著な地盤変動が生じた場合に地域を限定して改定されている。平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（以下、「地震」という。）では、東北地方の太平洋側で大きく沈下するなど顕著な地盤変動が生じたため、国土地理院は 2011 年 10 月に広範囲の水準点の標高値を改定し、「測地成果 2011」として公表した。ただ、東北地方の太平洋側沿岸では、地震後の余効変動による地盤上昇が現在も継続している。

潮位は、検潮所に固定された観測基準面（DL、「球分体下 X.XXXm」と定義される。）上の高さとして観測される。検潮所は設置された地盤と一体的に昇降するため、地盤上昇すると潮位に変化がなくても観測値は低くなる。高潮の監視には、観測された DL 上の潮位を陸域の高さの基準である標高値に換算するため、DL の標高を最寄りの水準点との定期的な水準測量によって決定しているが、余効変動が続いている状況では、潮位観測資料を利用する上で留意すべき点が多い。地盤変動の状況及び潮位観測への影響についてまとめた。

## 2. 使用データ

地震後の余効変動が大きい東北太平洋側と、比較のため地盤変動の小さい日本海側の検潮所で 2011 年 4 月以降に観測された潮位を解析した。

地盤変動量をみるために、検潮所近傍の GEONET（国土地理院が運用する電子基準点の GPS 連続観測システム）観測点の楕円体高の

第1表 解析に使用した検潮所および対応するGEONET観測点  
検潮所は、臨時観測を含む。

府県	検潮所	GEONET
岩手県	宮古	宮古 (940028)
	大船渡	大船渡 (950171)
宮城県	鮎川	牡鹿 (960550)
福島県	相馬 (国土地理院)	相馬1 (940038)
	小名浜	いわき2 (970800)
青森県 (日本海側)	深浦	岩崎 (950154)

日別解析値（2011 年 1 月～2013 年 8 月）を使用した。地点を第 1 表に示す。

## 3. 地盤変動の状況

国土地理院（2013）によると、地震により電子基準点「牡鹿」で約 1.1m 沈降するなど、GEONET において北海道から近畿地方にかけての広い範囲で地盤変動が観測された。地震直後から余効変動が生じており、地震時に大きく沈降した宮城県沿岸では地震後の 2 年間で約 20cm 隆起している。余効変動の時間変化は対数関数で近似され、地震直後に比べて変動量は次第に減衰している。国土地理院は地震直後の 3 月 14 日に基準点測量成果の公表を停止した。基準点測量成果は、復旧事業のため早期に必要とされる一方、大きな余効変動によって公表を再停止する事態を避けることが考慮され、余効変動が減衰する 2011 年 10 月に改定された。

第 1 図に電子基準点の比高の日別解析値時系列を示す。地震直後に比べて余効変動が減衰しているものの、宮城県沿岸では 2011 年 10 月以降、10cm 以上上昇している。岩手県沿岸南部や福島県沿岸でも地盤上昇が続いてい

る。一方、岩手県北部や日本海側では変動は小さく、5cm以内である。水準点の標高値は、改定後も続く余効変動によって真値と差が生じていると推定されるが、上述の事情を勘案すると、成果が早期に再改定される可能性は低いと考えられる。

#### 4. 潮位観測への影響

##### 4.1 潮位

満干や高潮などによる潮位の変動量に対し、余効変動量は一桁以上小さい。地盤上昇による観測潮位の変化を明瞭にするために、観測潮位に以下の処理をする。

(1) 日々の満干の振幅や季節変動を除去するために、観測潮位から天文潮位を差し引く。ただし、天文潮位を潮位表基準面上の値から DL 上の値に換算する際に使用する平均潮位 (MSL) は、一定とする (通常は、過去の観測に基づいて暦年単位で更新される)。

(2) 海況変動の影響による潮位変動を除去するため、(1) を月平均する。

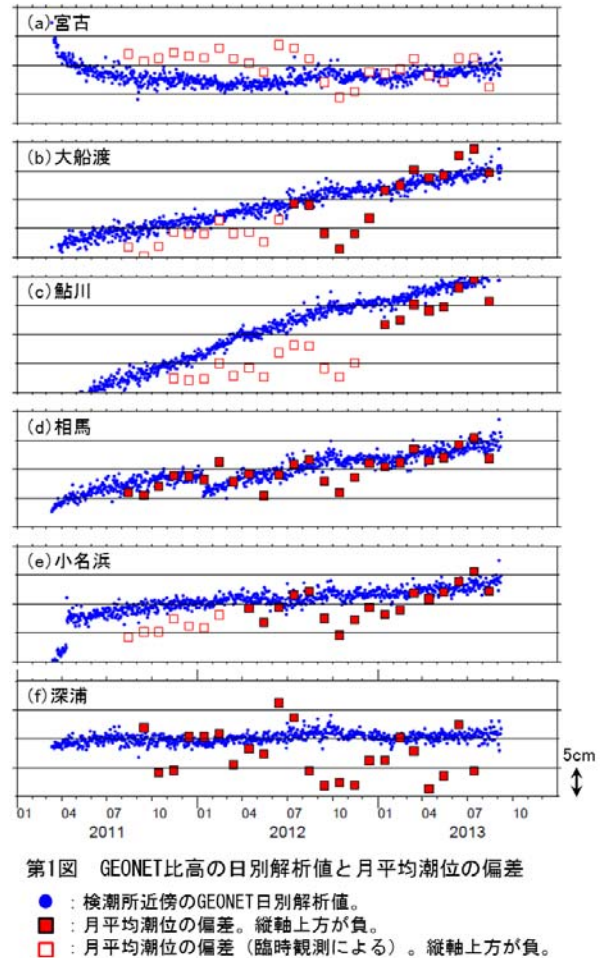
(3) 気象の影響による潮位変動を除去するために、(2) を検潮所付近の地上気象観測所の月平均海面気圧の平年差+1hPa あたり -1cm 気圧補正をする。

これにより得られた値を「月平均潮位の偏差」とし、GEONET 観測値と比較する。

GEONET 観測と月平均潮位の偏差の時系列を第 1 図に示す。潮位は、ばらつきが大きいのが地盤上昇に対応して低くなっており、変化量もおおむね一致する。水準点の標高値は、地震に伴う改定後は固定のため、期間中の DL の標高は一定で、潮位を標高表示した場合も同様に、地盤上昇に対応して次第に低く表示されることになる。

##### 4.2 潮位偏差

潮位偏差は、観測潮位と天文潮位の差で、気象や海況変動の影響によるほか、観測技術



に起因して生じる。

天文潮位は潮位表基準面上の値として算出される。観測潮位と基準面を合わせるため、DL 上の MSL およびその地点の主要四分潮和 (平均潮位と大潮の平均的な干潮面) を用いて換算する。気象庁では原則として最近5年平均潮位を MSL として採用し、暦年単位で更新している。

暦年内は同一 MSL を使用するので、天文潮位には地盤上昇の影響は反映されないため、気象や海況の条件が同じ場合、年初に比べて年後半になるに従い、地盤上昇量によって観測潮位が下がるのに対応して、潮位偏差は負側に偏り、高潮モデルで計算される潮位偏差に対して負バイアスを持つ。また、海況変動による潮位偏差のように、ある程度の広がりを持った潮位偏差分布とはならず、地盤変動

の地域差に対応した地域差が現れる。

## 5. まとめ

太平洋側では地震による地盤沈下を踏まえ、大潮時期に高潮注意報が発表されるよう、天文潮位をもとに高潮注意報の暫定基準が設定された。しかし、地震後の余効変動で観測される潮位は次第に低くなっている。それに伴って潮位偏差も負側に偏っている。高潮監視では、この状況を考慮し、観測潮位そのものにとらわれないことが必要である。また、今後蓄積される観測資料と災害との関連から高潮警報・注意報基準を設定する場合には、観測値の取り扱いに留意が必要である。

### 参考文献

- 国土地理院 (2013) : 特集・平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震から 2 年 (平成 25 年 3 月 8 日発表資料). ([http://mekira.gsi.go.jp/JAPANESE/h23touhoku\\_2years.html](http://mekira.gsi.go.jp/JAPANESE/h23touhoku_2years.html)、2013 年 10 月 21 日参照)
- 国見ほか (2001) : 水準測量データから求めた日本列島 100 年間の近く上下変動. 国土地理院時報, 96, 23-37.