

On vertical deformations and long-term changes of mean sea level from GPS/tidal record  
— Rate of sea level change around Tokyo Bay —黒石 裕樹<sup>1</sup>

1: 国土地理院

Yuki Kuroishi<sup>1</sup>

1: Geospatial Information Authority of Japan

## 1. はじめに

国土地理院では、導水管を用いた験潮場を全国 25 箇所に設置し、潮位を継続して計測している。長期間に亘る験潮連続観測は、沿岸部における地殻の上下変動の推定や平均海面位の経年的変化の監視として活用が期待される。験潮では験潮儀の設置された地盤を基準とした海面位の変化を計測するため、得られる潮位は地盤の上下変動を含む海面位の変化を示す量になる。また、験潮場は必ずしも外海に位置していないため、海洋潮汐や大気圧に対し、場所ごとに異なる応答をしている。したがって、験潮から海面位の絶対的な経年変化を捉えるためには、これらの応答を正しく理解し、地盤の上下変動を正しく推定・除去する必要がある。

2004 年からは、これら全点において GPS 連続観測局が併置され、地盤の絶対的な上下変動の計測が行なわれている。また、国土地理院の GPS 連続観測システム (GEONET) により、より長い期間の上下変動が験潮場近傍において監視されている場合もある。

我々は、GPS 観測と験潮を組み合わせ、験潮場における地殻上下変動や経年的潮位変化をより高精度に把握する研究に取り組んでいる。前報 (第 114 回講演会) では、験潮データについて BAYTAP-G (Tamura et al., 1991) を用いて推定された海洋潮汐と気圧応答を除去した経年的な潮位変化を求め、ウェーブレット手法に基づくコヒーレンス解析の適用を試みた。今回、東京湾近傍の験潮場について、潮位変化のコヒーレンス解析に基づく平滑化を行い、GPS 連続観測との組み合わせによる平均海面位の楕円体高速度の推定を試みたので報告する。

## 2. データと解析方法

東京湾近傍の観測として、「油壺験潮場」(国土地理院)、「横須賀験潮所」・「千葉験潮所」(海上保安庁)、「東京検潮所」(気象庁)における 1978 年から 2008 年までの験潮記録 (1 時間間隔値) を用いる。気圧応答の推定には、最寄りの気象庁気象観測点として、(油壺と横須賀に対して)「横浜」,「千葉」,「東京」における海面気圧値 (1 時間間隔値) を用いる。その際、気象庁のホームページにおいて公開されている観測値が 3 時間または 6 時間間隔であれば 3 次の P-spline 法による 1 時間間隔に内挿して用いる。また、地盤の上下変動推定に用いる電子基準点として、油壺に対して「三浦 2」と「P 油壺」、横須賀に対して「横須賀」、千葉に対して「千葉緑」,「市原 1」,「千葉市川」、東京に対して「世田谷」を組み合わせ、GEONET の F3 解 (座標値楕円体高成分) を使う。

潮位について以下の処理を行う。①BAYTAP-G を用いて暦年ごとに一括解析し、潮汐成分

(日周潮以下の周期成分), 気圧応答成分と不規則成分が除去されたトレンド成分を取り出し, その日平均値を全期間について合体し, 経年的潮位の時系列とする. ②経年的潮位について, Morlet のウェーブレットを用いる半離散化解析により, 時-周波数領域の局在化信号に分解し, 隣接する油壺と横須賀, 東京と千葉のウェーブレット変換の間でコヒーレンシーを求める. ③各験潮データについて, 有意なコヒーレンシー成分のみを合成した時系列を算出して経年的潮位から差し引いて平滑化潮位とし, 月平均値をとる. 最後の処理では, 隣接する験潮データ間でコヒーレントであり, 周期が数年程度以下のステリック変化や海象変動が除去されている.

一方, GEONET の楕円体高成分についても, 点毎に月平均値を求める. これを上記の平滑化潮位に足し併せることで平均海面の楕円体高変化が得られ, 海面変化速度を推定する.

### 3. 結果

油壺についての結果を例示する. 平滑化潮位と GPS の F3 解の楕円体高変化の反符号値 (地盤の沈降を示す) を図 1 に示す. それぞれの時系列には, 期間による速度の違いが見られる. 図 2 には, 「三浦 2」の楕円体高変化と潮位値を組み合わせて得られる海面位の楕円体高変化を示す. 比較のため, 験潮については, 単純月平均値, 加藤・津村 (1979) の方法による値も与えた. 最小二乗法によって線形トレンドを推定すると, 単純平均:  $+1.08 \pm 1.89$ , 加藤・津村 (1979):  $-0.85 \pm 0.22$ , 平滑化処理:  $+1.49 \pm 0.11$  mm/yr であった. なお, 験潮場付置の「P 油壺」は「三浦 2」に対して上下変動速度  $+0.45$  mm/yr を持つと推定され, 海面位速度としてはこれを補正する.

今回行った潮位の平滑化処理は平均海面位の推定に有効であり, GPS 連続観測と組み合わせて得られる海面位速度の推定は, 人工衛星アルチメトリーによるものと整合している.

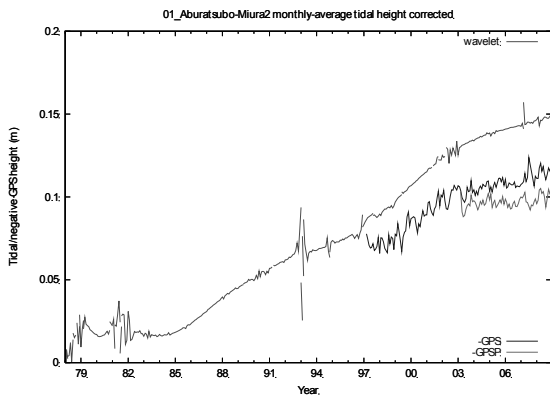


図 1 油壺における平滑化潮位と GPS 連続観測による地盤楕円体高の反符号値. 横軸は暦年の下二桁, 縦軸は高さであり, 全期間の平均値を差し引いた.

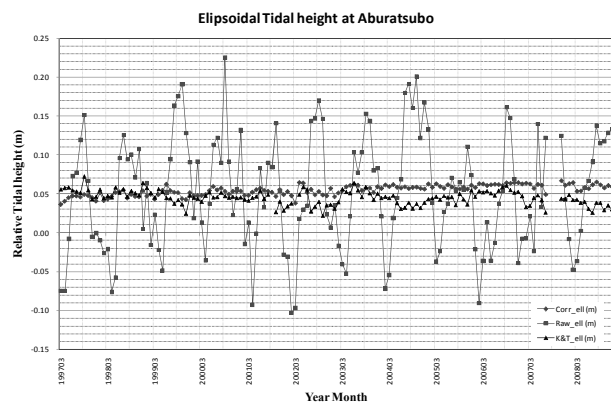


図 2 油壺における月平均潮位面の楕円体高変化. ◆は平滑化処理, ▲は加藤・津村の方法, ■は単純平均, による潮位を「三浦 2」と組み合わせたもの.

謝辞 本研究には, 国土地理院による潮位データ, 加藤・津村の方法による処理結果と GEONET のルーチン解, 気象庁による潮位データと気圧データ, 海上保安庁による潮位データを用いました. また, 潮汐解析には, 国立天文台田村良明博士から提供いただいた BAYTAP-G (Tamura et al., 1991) を使用しました. ここに記して, 謝意を表します.

#### 参考論文

- 加藤照之, 津村建四郎 (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
- Tamura, Y., T. Sato, M. Ooe and M. Ishiguro (1991) A procedure for tidal analysis with a Bayesian information criterion, Geophys. J. Int., 104, 507-516