

Bangladeshにおける大気水蒸気変動の検出と陸水荷重変化による地表変動の推定

Seasonal variation of atmospheric water vapor and hydrologic loading effect on ground deformation in Bangladesh

田中 幹人^{1*}, 田部井 隆雄², 村田 文絵²

Mikito Tanaka^{1*}, Takao Tabei², Fumie Murata²

¹ 高知大学大学院, ² 高知大学理学部

¹Kochi University, ²Faculty of Science, Kochi University

Bangladeshは世界で最も降水量が多い国の1つであり, 北東部では年間降水量 5000 mm を記録する. 国土の大部分はガンジス川, ブラマプトラ川, メグナ川がベンガル湾に注ぐデルタ地帯に位置し, 雨期前後の不安定な大気によるサイクロンや, 大量の降水に続く河川のオーバーフローによる災害が発生している. さらに, このような季節的な陸水荷重の増減に伴う地表上下変動が確認されている. 本研究では, Bangladeshにおける GPS 固定連続観測データから可降水量 (GPS-PW) を算出し, 大気水蒸気量の季節変動を考察する. さらに, GPS 座標時系列から求めた地表変動と陸水荷重変化との関係を議論する.

Dhaka と Sylhet において, 2011 年 4 月から 8 月まで約 100 日間の GPS 観測を行った. 解析には GIPSY-OASIS II Ver.6.0 の精密単独測位法を用い, 日々の座標解 3 成分と 5 分ごとの天頂湿潤遅延 (ZWD) を推定した. どちらの観測点でも, ZWD は 6 月中旬を境にその前後で異なる特徴を示した. 前半では 1 か月あたり約 0.15 m の増加を示し, 後半では約 0.4m のレベルを維持した. また, 前半では振幅が大きく波長が短い数時間スケールの変動が顕著であるが, 後半では振幅が小さく波長が長い 10 ~ 20 日周期の変動が卓越する. これらはそれぞれ, 気象擾乱が激しいプレモンスーン季と, 水蒸気の絶対量は多いが時間変動は穏やかなモンスーン季の特徴を示していると解釈される. ZWD から GPS-PW への変換には係数 0.16 を使用し, 1 時間平均値を算出して, 高層ゾンデ観測から得られる可降水量 (sonde-PW) と比較した. sonde-PW の算出には, Sylhet においては 5 月上旬の集中観測データ, Dhaka においては Bangladesh 気象局による定常観測データを用いた. Sylhet では GPS-PW と sonde-PW は概ね一致し, 両者の差の RMS は全体量の 7 % 程度であった. Dhaka では GPS-PW と sonde-PW の時間変化はほぼ一致したが, 系統的に sonde-PW が 10 ~ 15mm 大きく算出された. Dhaka のゾンデ観測値には 100% を超える湿度が示される日が多くあり, 湿度センサーにウェットバイアスが存在することが過大評価の原因であると考えられる.

約 100 日間の GPS 座標時系列には Sylhet で約 20mm, Dhaka で約 30mm の沈降が認められた. 先行研究によって, Sylhet と Dhaka において陸水荷重の季節的増減による両振幅 60mm の上下年周変動が検出されており, 本観測でもこの変動の一部を捉えたと考えられる. 季節変動をより長期の定常変動と分離するため, UNAVCO が計 11 点で実施した 2007 年約 300 日間の GPS 連続観測のデータを解析した. 全期間の座標時系列から各成分の平均変動速度を推定し, 定常変動と仮定する. 5 ~ 8 月期の変動速度から定常変動速度を差引くことで, 季節変動を抽出した. 約 100 日間に水平面内では南方向に約 10mm の変位が, 上下方向では最大約 20mm の沈降が認められた. この沈降量から, Becker and Bevis (2004) の上下変位と面荷重の関係式を用いて, 季節的な荷重分布を推定した. 全観測点を含む 600km 四方の範囲を正方形で 9 分割し, 各ブロックの荷重量を同時推定した. 推定値は約 2500 ~ 4500Pa となり, 面積を考慮すれば総質量は約 37 ~ 67GT となる. 先行研究では季節的に 50GT の質量増加があるという結果が得られており, 本研究の結果はこれと調和的である. これらの値は, Bangladesh 全土を覆う滞留水の厚さが 26 ~ 46cm 増加することに匹敵する. 今後, より正確な定常変動と詳細な荷重分布を得るためには, さらに長期かつ稠密な GPS 観測データが必要である.

キーワード: GPS 気象学, Bangladesh, 陸水荷重

Keywords: GPS Meteorology, Bangladesh, hydrologic loading