

大阪湾上における GNSS を用いた水蒸気分布と豪雨に関する研究
 Study on the relationship between water vapor distribution
 detected by GNSS and severe storm on Osaka bay

○大石哲・山口弘誠・小川まり子・中大輔・林和成・中北英一
 ○Satoru OISHI, Kosei YAMAGUCHI, Mariko OGAWA,
 Daisuke NAKA, Kazunari HAYASHI, Eiichi NAKAKITA

The present study shows the way to detect water vapor distribution by using GNSS. Basically, GNSS Zenith Tropospheric Delay is widely applied for meteorological purpose and it has been already applied even for operational meso-scale meteorological model. However, the application was only on land. Therefore, the present study deployed GNSS on the OSAKA bay because the sea is the source of water vapor. Moreover, the present study proposes the way to detect water vapor contrast in local scale. The proposed way of detection has been applied on the severe storm phenomenon happened on August 18 2012. It shows the convergence of water vapor when convective cloud appeared over Osaka city area.

1. はじめに

日本型 GPS 気象学を牽引したプロジェクトが終了して 10 年以上が経ち、GPS データから算出される可降水量は 2009 年 10 月から、気象庁の現業気象予測モデルであるメソ数値予報モデルに取り込まれている（気象庁編，2010）。一方で、米国が運用する GPS だけでなく、ロシアの GLONAS, EU の Galileo, 中国の BeiDou (北斗), 日本の QZSS (準天頂衛星システム) など各国の機関が様々な衛星測位システムを開発してきた（佐田，2015）。これらの衛星の運用にあたっては基準点の整備が不可欠であり、それらの情報をリアルタイムで利用して短時間で高精度な測位を行う状況が生まれると考えられる（柴崎，2015）ので、日本型 GPS 気象学の方法を世界中で利用できると期待される。

一方、これまでの GNSS 観測点は陸上にしかないため、水蒸気の源である海上の情報がない点、多数の測位衛星があっても天頂大気遅延量にしてしまうと一つの地点で一つだけの情報となってしまう点に改善の余地がある。

そこで、本研究では大阪湾上に GNSS 観測点を設置し、視線方向大気遅延量を利用する方法を提案する。

2. 大阪湾上に展開した GNSS 大気遅延量測定機器

科学研究費補助金 基盤研究(S)「最新型偏波レーダーとビデオゾンデの同期集中観測と水災害軽減に向けた総合的基礎研究」(代表 中北英一) の

支援を得て、Fig. 1 に示すとおり大阪湾上に最大 9 台の GNSS 2 周波観測装置を設置している。このうち、南海フェリーに設置させていただいている 2 点は定期航路船への設置ということで、固定されていない、周期的にほぼ同じところを通過する、定期的に地上基準点付近でキャリブレーションを行うことができるという点で特徴がある。また、灯浮標に設置している GNSS 観測装置も揺動する灯浮標上で大気遅延量の推定を行うことができている。これらのデータについての詳細は Oishi et al. (2012) に示されている。

GNSS データは、Iwabuchi et al. (2011) による RTNet によって解析されて天頂遅延量にした。

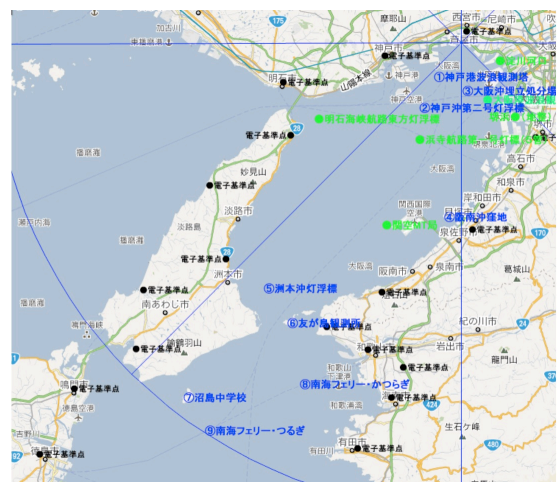


Fig 1. GNSS deployed on OSAKA bay

3. 視線方向大気遅延量を利用した水蒸気コントラストの探知

本研究では、視線方向大気遅延量を利用してローカルスケールの水蒸気コントラストを探知する方法を考案した。

Shoji (2013)は、実測観測点と衛星を結ぶ視線ベクトルと、実測観測点から天頂方向に水蒸気量のスケールハイト分だけ高い水平な面との交点を海面に射影した点を仮想観測点とし、視線方向大気遅延量を天頂に射影した長さは仮想観測点の天頂大気遅延量と見なすことができることを示した。

本研究では、この方法を用いて水蒸気コントラストを探知する。すなわち、仮想的観測点の天頂大気遅延量から実測観測点の天頂大気遅延量を減じたものが、実測観測点を原点とした座標系の一次関数で表されるとして、線形回帰法でその一次関数を求め、その回帰式が面の方程式であるとして、その法線ベクトルを求め、その水平面への射影が水蒸気コントラストを表すものとした。また、測定される法線ベクトルの確からしさを回帰分析検定によって評価した。

このようにして求められた水蒸気コントラストを示すベクトルを Fig.2 に示す。図では可降水量が小さい方から大きい方に向かう最急勾配の方向に矢印がひかれ、矢印が長いほどコントラストが高いことを示している。また、Fig.3 は、解析を行った大阪長居競技場で雷による被害が出た日の気象状況を示している。本稿では解析が十分ではないが、明石海峡から大阪に向かって水蒸気コントラストが大きくなっているように見える。現在はこの事例を中心に解析を行っており、大阪湾上の点および大阪湾周辺の他の点の解析結果と、回帰分析検定結果を合わせてポスターに示す。

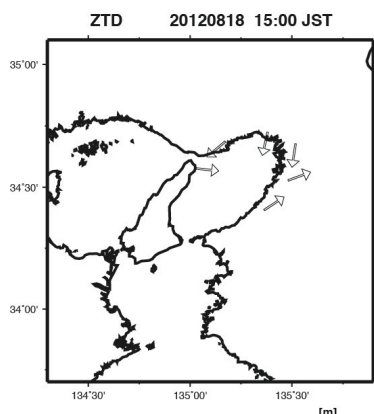


Fig.2. Water Vapor Contrast

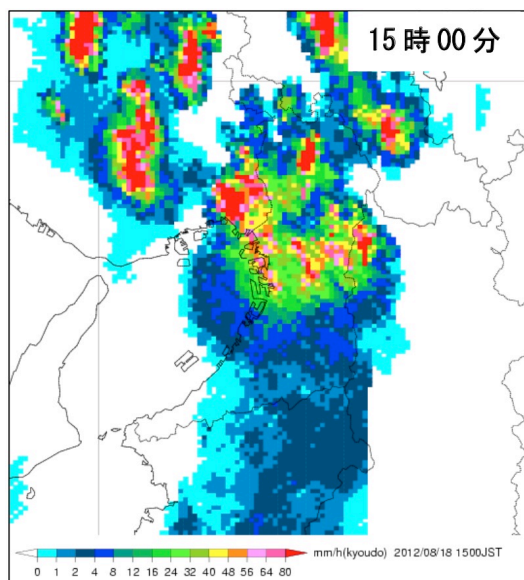


Fig.3. Rainfall rate detected by JMA radar.

4. おわりに

文中で引用した論文等は、すべて参考文献リストに列挙すること。参考文献に和文、英文の両方が混在する場合には、まず、和文論文を列挙し、引き続いて英文論文を列挙する。以下に、引用の仕方、参考文献リストの作成方法について述べる。

参考文献

- Oishi, S., Tsuchiya, K., Wada, A., Iwabuchi, T. and Nakakita, E. (2012), Advanced usage of GPS slant delay for detecting water vapor variation over the Osaka bay, 25th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation TN, pp.3392-3397.
- Shoji, Y. (2013), Retrieval of Water Vapor Inhomogeneity Using the Japanese Nationwide GPS Array and its Potential for Prediction of Convective Precipitation, Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 91 No. 1, pp. 43-62.
- 気象庁編 (2010) : 気象業務はいま, 研精堂印刷, p. 101
- 柴崎亮介 (2015) : 空間情報の現在と今後の展開, 土木学会誌 Vol. 100 No. 1, pp. 8-11.
- 佐田達典 (2015) : GPS から GNSS へ～複数の衛星測位システムを併用した測位技術の進展～, 土木学会誌 Vol. 100 No. 1, pp. 26-27.