

Kinematic PPP によるリアルタイム海上可降水量解析

小司禎教¹ 三浦甚哉² 椿修二² 東吉一² 日比野祥² 小嶋惇² 中村哲也² 習田恵三³

1 気象研究所/気象庁 2 気象庁 3 沖縄気象台/気象庁

1. はじめに

船舶に搭載した二周波 GNSS 受信機を用いたリアルタイム海上可降水量 (PWV) 解析システムを開発した。準天頂衛星システム (QZSS) から送信される MADOCA リアルタイムプロダクト¹⁾を船上の二周波 GNSS 受信機で受信し、10 分間隔で RTKLIB²⁾の事後解析ツール rnx2rtkp による Kinematic PPP を実行する。推定された天頂遅延量 (ZTD) と船上の気象観測値を用いて PWV を算出する。2021 年 3 月 26 日に気象庁の海洋気象観測船 2 隻にシステムを設置し、観測を開始した。7 月 22 日までの 4 か月弱の観測では、データ取得率が両船で 97% を超えた。気象庁メソ解析値 (MA)、ラジオゾンデ観測及び衛星搭載マイクロ波放射計による可降水量観測との比較では、いずれも二乗平均平方根差 (RMS) が 2.5mm 未満、バイアスの絶対値は 1mm 程度かそれより小さかった。

2. システム概要

図 1 に啓風丸の装置写真を示す。受信機はコア社製 Chronosphere L6、アンテナは Septentrio 製 PolaNt-x MF を使用する。解析用 PC (Panasonic 製 Let's Note) に RTKLIB をインストールし、str2str を使い、rtcm3 形式で GPS、GLONASS、QZSS の二周波搬送波位相、及び MADOCA を常時取り込む。過去データを用いた評価試験結果から、リアルタイム解析プログラム rtkrcv ではなく、rnx2rtkp による事後解析を高頻度で実行する方法を選択した。10 分間隔で rnx2rtkp を実行し、座標とともに天頂遅延量 (ZTD)、及び大気遅延量勾配を推定する。カットオフ仰角 3 度、拡張カルマンフィルターの更新間隔 2 秒、タイムウィンドウ 90 分、ZTD のランダムウォーク過程ノイズ (RWPN) は $3E-5$ m/sqrt(s) としている。データの変換含め、GNSS 解析にかかる時間は、2 分以内である。船上の気象観測による気圧と気温から、GNSS アンテナ高度の値を推定し、可降水量 (PWV) に変換する。

3. 観測結果

観測は現在も継続している。7 月 23 日から 8 月 5 日の間、QZSS からの MADOCA 配信が不安定となり、複数日に渡る欠測も発生した³⁾。そのため今回は 4 月 1 日から 7 月 22 日を評価期間とした。MA の PWV との散布図を図 2 に示す。BIAS=0.7mm、RMS2.3mm であった。高層ゾンデ観測や衛星搭載マイクロ波放射計との比較でも RMS2.5mm 未満であった。欠測が 3%程度発生しているが、船の位置と QZSS の配置の関係で MADOCA が取得できなかった場合が多い。初号機後継衛星によって、欠測率が下がることが期待される。

月に数回の頻度で MA との差が 10mm 以上に達する場合があります。GNSS 解析に異常が見られない場合と、明らかに異常な場合がある。GNSS 解析に異常とみられる場合、解析開始の初期段階から座標や ZTD の解析が、前後の時間の解析と大きく異なり、90 分のタイムウィンドウ終端まで回復しな

い。ほとんどの場合は単発で発生し、次の 10 分後の解析は正常に戻る。船によって発生日時が異なること等から、マルチパスや受信異常が原因と考えられ、現在対策を検討している。



図 1 (a) 啓風丸レーダーマストに設置した GNSS アンテナ、(b) 船内の GNSS 受信機と解析用 PC

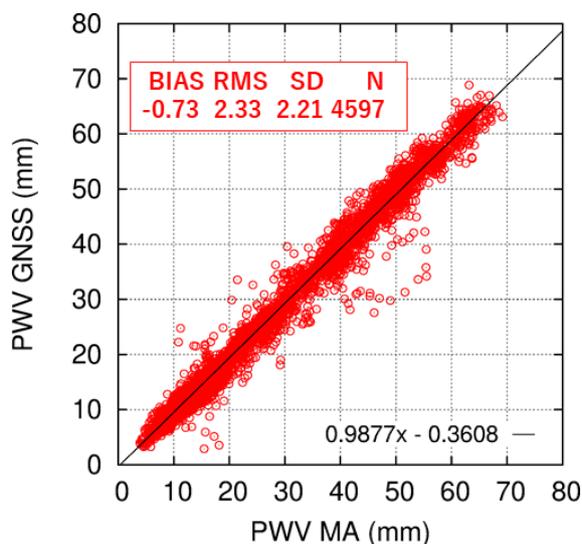


図 2 PWV 比較。気象庁メソ客観解析 (MA) と船上 GNSS 解析。2021/4/1~2021/7/22。

謝辞

解析の一部は科研費 20H02420 の支援を受けました。株式会社コア様には、受信機の設定や、受信機の状態取得にご協力をいただきました。

- 1) https://www.gpas.co.jp/service_madoca.php (2021/10/1 閲覧)
- 2) Takasu T., 2013: RTKLIB 2.4.2 manual, (http://www.rtklib.com/prog/manual_2.4.2.pdf 2021/10/1 閲覧)
- 3) <https://www.gpas.co.jp/unyo.php> (2021/10/1 閲覧)