

## 船舶搭載マイクロ波放射計による海上水蒸気量の精度検証)

## Verification of Marine Water Vapor Measurements Accuracy by Shipborne Microwave Radiometers

○吉田聡・小松幸生・立花義裕・藤田実季子・山本雄平・柏野祐二・荒木健太郎・勝俣昌己・川合義美・植原量行・箕輪昌裕・高島裕弥

○Akira KUWANO-YOSHIDA・Kosei KOMATSU・Yoshihiro TACHIBANA・Mikiko FUJITA・Yuhei YAMAMOTO・Yuji KASHINO・Kentaro ARAKI・Masaki KATSUMATA・Yoshimi KAWAI・Kazuyuki UEHARA・Masahiro MINOWA・Yuya TAKASHIMA

Maritime water vapor is important to understand atmosphere-ocean interaction and predict precipitation. However, the vertical profile and minute-scale variation are not clear because of observational difficulty. A ship mounted microwave radiometers (MWR) can observe vertical profiles of water vapor above with every few minutes. We have been observing maritime water vapor using the shipboard MWR since August 2020 to understand maritime water vapor distribution. Three ships, Seisui-maru of Mie University, Bosei-maru of Tokai University and Koyo-maru of National Fisheries University have observed whole year, and other three ships, Hakuho-maru and Shinsei-maru of the University of Tokyo, Mirai of Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, have observed in their research cruises. In result, water vapor vertical profiles from tropics to Arctic in Pacific region have been observed. The vertical profiles observed by MWR well match with reanalysis data under 5000 m altitude and capture fine-scale water vapor structure due to high-frequent observation over ocean.

## 1. はじめに

日本に豪雨をもたらす水蒸気は熱帯・亜熱帯の暖かい海から蒸発し、海洋上を流れ、陸上に達する。近年、衛星搭載型マイクロ波放射計による鉛直積算水蒸気量（可降水量）観測から、数百 km スケールの「大気のカ」が大規模な豪雨をもたらす要因として注目され始めた。西日本豪雨のような大規模な豪雨災害でも、数 km スケールの個々の積乱雲やそれらが組織化した線状降水帯に代表される積乱雲群に水蒸気が集中的に流れ込み、連続的な降水をもたらしている。このような水蒸気の流入を捉えるため、陸上では国土地理院の GNSS 測地観測網 GEONET を活用した数～数十 km 解像度の可降水量観測網が構築され、気象庁の数値予報の初期値として利用されている。しかし、水蒸気の供給源である海上の水蒸気観測網は陸上に比べ圧倒的に少ない。極軌道衛星の可降水量観測は 1 日 2 回で、静止気象衛星ひまわり 8 号の水蒸気チャンネルは対流圏上層に感度があるため、豪雨をもたらす対流圏下層の水蒸気量は観測できない。船舶に搭載した GNSS による可降水量観測が始まりつつあるも、その数は日本近海で 10 隻に満たない。また、水蒸気の鉛直分布に至っては、観測できる

衛星は限られ、現場観測はほとんどない。このため、海上から陸上に流入する水蒸気の数 km～数十 km スケールの構造と海上の水蒸気が雲・降水に至る数分～数時間の時間変化は、海洋と雲・降水をつなぐ一連の水循環過程における観測上のミッシングリンクとなっている。本研究では、船舶に搭載した雲カメラ付きマイクロ波放射計での高頻度

MWR OBS FREQUENCY (#/0.5deg): ALL ships (202008-202303)

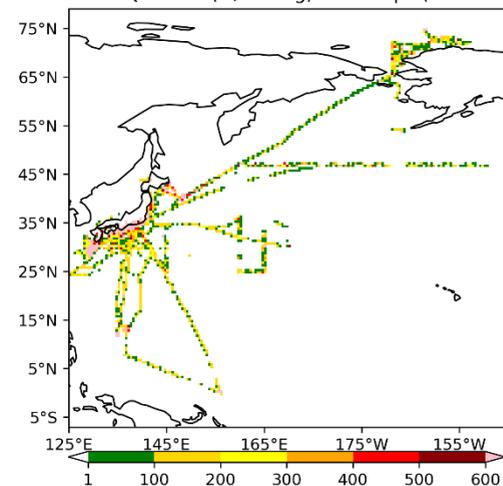


図 1. 2020 年 8 月から 2023 年 3 月までのマイクロ波放射計観測点分布。色は 0.5 度格子毎の頻度を示す。

観測で得られた海上水蒸気量の鉛直分布の精度について検証を行った結果を報告する。

## 2. データ

本研究で用いたデータは、古野電気株式会社製小型マイクロ波放射計 (KASMI-100) で得られた船舶での可降水量および鉛直水蒸気分布である。約 20 秒毎に 17.9 GHz から 26.6 GHz の計 39 チャンネルを観測し、ゾンデデータや再解析データを教師データとして機械学習により鉛直 100 m 毎の水蒸気密度分布を推定する。今回の解析では、中央値を用いて 1 分毎データに変換して使用した。

マイクロ波放射計は、現在、三重大学の「勢水丸」、東海大学の「望星丸」、水産大学の「耕洋丸」の 3 隻で通年観測を実施中で、海洋研究開発機構の「みらい」、東京大学/海洋研究開発機構の「新青丸」および「白鳳丸」では、研究航海時に搭載観測を実施した。本研究では、2020 年 8 月から 2023 年 3 月までに得られた全船舶のデータを使用した。観測は日本沿岸を中心に熱帯から北極まで北太平洋の広い海域で観測された (図 1)。

検証用の比較データとして、気象庁全球大気再解析データ JRA-55 (格子間隔は 1.25 度、時間間隔は 6 時間毎) を用い、マイクロ波放射計との比較では、水平方向は最近傍点を使用し、鉛直方向には 100 m 毎に線形内挿した値を用いた。

## 3. 結果とまとめ

図 2 にマイクロ波放射計と JRA-55 の可降水量の散布図を示す。両者は相関係数 0.9 を超えるよい相関を示し、マイクロ波放射計が 2 mm 弱の正バイアスを持っている。バイアスは可降水量が少ない時に大きく、多い時には小さい。高度毎の水蒸気量の相関係数を見ると、地表から高度 4,000 m までは 0.9 程度の相関を示すが、それ以上の高度では相関が低くなる (図 3 上)。RMSE は水蒸気量が多い下層ほど大きく、地表付近で  $2.5 \text{ g/m}^3$  程度であった (図 3 下)。この結果は、水蒸気変動が小さい熱帯や、水蒸気量の少ない極域を除くと、船舶搭載マイクロ波放射計による観測は、対流圏下層の水蒸気分布の把握に十分な精度であることを示している。

今後は、水蒸気量と海面水温分布の関係や、降水との関係を調査すると共に、データ同化システムを用いた観測インパクト実験を実施し、水蒸気観測の有用性を評価する。

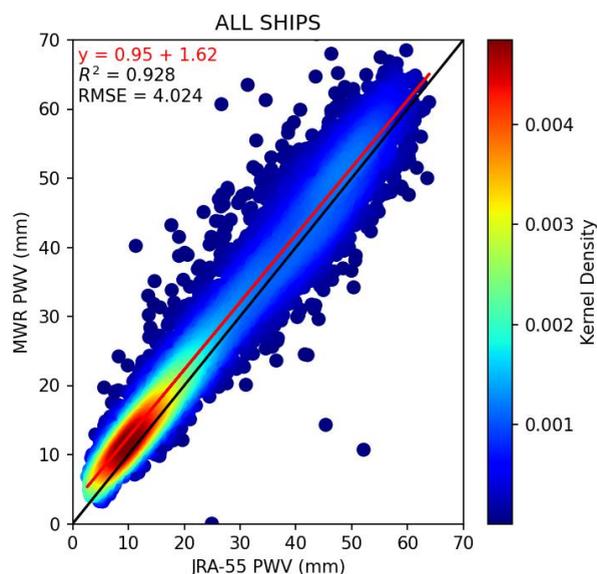


図 2. 可降水量 (mm) の JRA-55 (横軸) とマイクロ波放射計 (縦軸) の散布図. 色はカーネル密度.

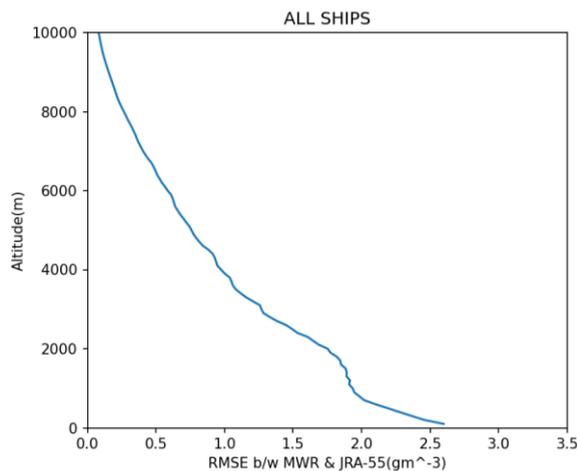
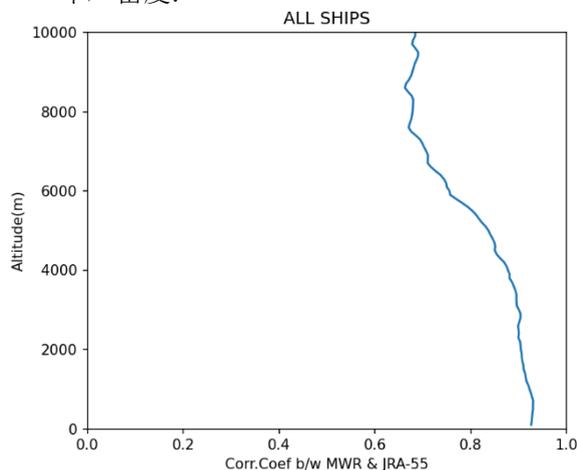


図 3. マイクロ波放射計と JRA-55 の高度別水蒸気密度相関係数 (上)、RMSE (下)

謝辞

本研究は、科研費基盤研究 (B) 20H04306、基盤研究 (A) 23H00519、新青丸公募航海 KS-21-9、KS-21-11、KS-22-9、KS-22-10 の成果である。