

GPM 主衛星搭載二周波降水レーダの ブラインドゾーン軽減による山岳域降水検出の改善

清水陸¹, 重尚一¹, 井口俊夫², Cheng-Ku Yu³, Lin-Wen Cheng³

(1: 京都大学理学研究科, 2: 大阪大学工学研究科, 3: National Taiwan University)

要旨

GPM 主衛星搭載二周波降水レーダ(DPR)を始めとする衛星搭載降水レーダは地表面クラッターの影響で地上付近に降水を観測できない領域(ブラインドゾーン)が存在する。特に山岳域ではブラインドゾーンが高くまで広がり、山岳域に顕著な浅い降水の検出や下層で強まる降水の推定の障害となっている。この問題に対し Hirose et al. (2021, *JMSJ*)では衛星直下付近のデータを用いて大きい走査角でのブラインドゾーン内の降水プロファイルを推定しており、Arulraj and Barros (2021, *RSE*)では地上レーダ等のデータを用いた機械学習といった手法で DPR の降水推定の改善が行われてきた。衛星搭載降水レーダはブラインドゾーンに含まれない最低高度である Clutter Free Bottom (CFB) を決定している。この CFB 決定アルゴリズムは GPM DPR の前世代である TRMM 衛星搭載降水レーダ(PR)のころから大きく変わらず改善の余地がある。本研究では GPM DPR の CFB 決定アルゴリズムを改善しブラインドゾーンを軽減することで、浅い降水の検出と推定の改善を行った。

台湾北部 Da-Tun 山周辺には高密度な雨量計網が設置されており(Cheng and Yu 2019, *JAS*)、これらの雨量計データと S バンド地上ドップラーレーダのデータを GPM KuPR のデータと比較した。2014 年 3 月から 2020 年 2 月までの期間で KuPR が Da-Tun 山周辺を観測した 426 事例のうち、雨量計が捉えていた 10mm/h 以上の強い降水を見逃している事例を 12 事例検出した。地上レーダのレーダ反射強度プロファイルから、KuPR が降水エコーを地表面クラッターと誤判定し、CFB を地表面クラッターの影響を受けない最低高度よりも高く推定することでブラインドゾーン内の浅い降水が検出できていないことが判明した。

標準アルゴリズムでは DPR を構成する KuPR(1012 W, 2.20×10^{-2} m)と KaPR(146.5 W, 8.44×10^{-3} m)のうち KuPR の受信電力値データのみを用いて CFB を推定しており、安全のため高めに推定されているが、本研究では KuPR と KaPR の送信電力と波長の差によって生じる受信電力値差(DFRP)を用いて CFB をより正確に推定した。後方散乱断面積(σ)の波長依存性は降水粒子による散乱をレイリー散乱と仮定すると $\sigma \propto \lambda^{-4}$ であり、一方で地表面散乱は表面散乱であり波長に依存しない。この波長依存性の差から DFRP は降水エコーよりも地表面クラッターで増大する。本研究では DFRP が地表面クラッターで増加することを利用して CFB を決定した。この手法により山岳域降水の起こっている場所では 500-1000 m 程度 CFB を下げることができ、見逃していた浅い豪雨の検出に成功した。さらに深い降水の事例でも DFRP を用いることで CFB を標準アルゴリズムより低い高度に推定することができ、降水の深さに関わらず降水の推定が改善された。また、KuPR と KaPR の両レーダが解析領域を観測していた 216 事例で地上レーダが降水を観測していないが KuPR が非常に強いレーダ反射強度を捉えている事例は存在せず、誤って CFB を下げすぎること地表面クラッターを降水エコーと誤判定している事例がないことが確認できた。