

# 衛星雨量プロダクト GSMaP の性能調査および補正方法の検討 —コロンビア・アトラト川流域を事例として—

2016年3月 環境情報学分野 47-146614 小山翔太郎

指導教員 教授 小口高

キーワード: GSMaP プロダクト、熱帯収束帯、地形性降雨、Atrato 川流域

## 1. はじめに

近年、先進国を含む世界の多くの地域で水害対策が重要課題となっている。適正な水資源・治水計画を立てる上で、水文・気象観測の結果はその基礎となる重要な情報であるが、多くの開発途上国では地上雨量観測網が不十分であったり、継続的な観測ができておらず、データの欠損などが頻繁に見られる。このため、地上観測網の拡充・整備が望まれているものの、早急に対応するのは容易ではない。

一方、近年では複数の地球観測衛星で観測されたデータをもとに高分解能の全球降水マップを作成する動きが進んでいる。JAXA の研究プロジェクト GSMaP (Global Satellite Mapping of Precipitation) は 2007 年に発足し、空間分解能が全球 0.1 度格子、時間分解能が 1 時間の高い時空間分解能を有するプロダクトを作成・配布した。これまでさまざまな国や地域で既存の地上レーダ網や地上雨量計群を用いた検証が行われてきた。その結果、GSMaP プロダクトは地上観測値に比べて降水を過小評価する傾向があり、特に地形性降雨でその傾向が強いなどの指摘がなされた。この原因として、GSMaP プロダクトでは背が高く固体降水を多く含む鉛直降水プロファイルが豪雨をもたらすと仮定しているのに対して、地形性上昇気流による豪雨の中には十分な固体降水を伴わずに雨が形成される場合があることが挙げられる。この課題に対して、最新版プロダクトでは地形性降雨の推定アルゴリズムの改良がなされた。一方、こうした降水物理モデルなどの内部アルゴリズムの改良だけではなく、公開されたプロダクトを現地の状況に応じて補正する手法の検討、開発も重要な課題である。そこで、本研究では、最新版 GSMaP プロダクトの性能評価と衛星観測雨量の補正手法の改善という 2 つの目的を設定した。

## 2. 対象地域と方法

コロンビア北西部に位置する Atrato 川流域は、熱帯収束帯 (ITCZ) に属し、Western Colombian Jet (WCJ) と Caribbean Low Level Jet (CLLJ) の 2 つの下層ジェット気流が合流する場所である。WCJ によって太平洋側の湿潤な大気が運び込まれ、Atrato 川の中・下流域に繁茂する熱帯雨林の蒸発散によって上昇気流が発生し、活発な積雲対流活動が起こる。また、上流域ではアンデス山脈の支脈 Occidental 山脈による地形性上昇気流 (WCJ) と CLLJ が対流を起こして大雨をもたらす。こうした地理的特徴に加えて、2010 年から 2011 年にはラニーニャ現象の影響と考えられる記録的な集中豪雨と長雨により、大規模な洪水が発生した。

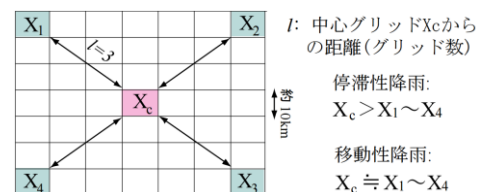


図 1 雨域移動を表現する  
模式図(白石ら, 2009)

性能調査の際には、降水の判別精度を評価する 5 つの指標と、地上観測値と衛星観測値の誤差を評価する *RMSE* を用いて、上流域と中・下流域で 2011～2013 年の降雨現象の判別精度、地上観測値との誤差、および降雨強度の違いによる推定精度の変化を調べた。

また、補正手法の改善の際には雨域移動量評価に基づく補正手法について検討した。白石ら(2009)の補正手法(図 1)をベースに、さまざまな条件を新たに設定して検証を行った。

### 3. 結果および考察

性能調査の結果、上流域と中・下流域では推定精度に違いが見られた。中・下流域では適中率(すべての事例のうち衛星観測データが降水の有無を正確に判別した場合の割合)は年間を通じて 0.6 前後だったのに対し、上流域では雨季(4 月～6 月と 9 月～11 月)に高くなり(0.6～0.8)、乾季に低くなる(0.4～0.6)傾向が見られた。山岳域で降雨をもたらす WCJ は、10 月～11 月で最も強まり、徐々に減衰していき、2 月～3 月で最小となる。この減衰によって、乾季には十分な固体降水を伴わずに雨が形成されている可能性がある。また、*RMSE* は、上流域では 2011～2013 年の平均が 14.0 mm/day だったのに対し、中・下流域では 28.0 mm/day であった。この誤差は、GSMaP プロダクトが地上観測データと比べて過小評価にあったことが原因だった。

降雨強度別の精度評価を通じて、中・下流域では概ね降雨強度の増加に伴って捕捉率がなだらかに減少することが分かった。一方、上流域の雨季では 2011 年と 2013 年がほとんど同じ傾向を示したのに対して、2012 年は大きく異なっていた。この原因として、2012 年には雨季の降水量と降水日数が少なく、雨の捕捉が難しくなったことが挙げられる。また、乾季では 3 年ともそれぞれ傾向が異なっていたが、WCJ の強弱が GSMaP の鉛直降水プロファイルに影響を及ぼしている可能性が指摘された。

白石ら(2009)に倣い、雨域移動量評価に基づく補正手法を適用した際には、中心グリッドと周囲グリッドとの距離およびその配置の仕方を変えると誤差率にも変化が生じた。上記の距離については、30 km よりも長い方が誤差率が低下する傾向が見られた。これは、対象地域が ITCZ に属し、活発な大気循環によって、30 km/h を超す速度で移動する雲が発生するためだと考えられる。また、下層ジェット気流の通り道であるような地域では、雨域移動量の評価に基づく白石ら(2009)の補正手法の適用は難しいと判明した。一方、グリッドの配置については、白石ら(2009)の配置方法が本研究で新たに追加した方法よりも良いという結果を得た。

### 4. 結論

本研究では、地形性降雨の推定アルゴリズムの改良が行われた最新版 GSMaP プロダクトにおいても、季節変化(WCJ の減衰)によって地形性降雨が過小評価される可能性があることを示した。また、白石ら(2009)の補正手法を用いる際にはグリッド間距離を考慮すると補正精度が向上することと、この手法の適用が難しい地域があることを示した。今後、同じ流域でも年によって大気の循環経路や降雨特性が異なり、1 つの補正式だけでは対応できない場合があることを考慮しつつ、多年に及ぶ観測で、蓄積されたデータを用いて雨域の移動パターンを分析することが重要と考える。

### 引用文献

白石芳樹, 深見和彦, 猪股広典(2009)雨域移動情報を活用した衛星降雨データ補正方法の提案 -吉野川流域の事例解析-. 水工学論文集, 第 53 巻, pp.385-390.

# Assessment of the Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) products and bias correction methods for the Atrato River basin, Colombia

Mar. 2016 Environmental Information Science 47-146614 Shotaro Koyama  
Supervisor Professor. Takashi Oguchi

Keyword: GSMaP products, ITCZ, Orographic rainfall, Atrato River basin

## I. Introduction

In recent years, flood disasters frequently occur in many parts of the world especially in developing countries. Although the amount of rainfall and its spatial distribution are important for assessing water resources and forecasting floods, ground rainfall measuring stations are often limited and unevenly distributed.

Various operational agencies have provided high resolution global rainfall products based on satellite data such as the Global Satellite Mapping Precipitation (GSMaP). They provide information about rainfall occurrence, amounts and distribution for areas including data sparse regions with spatial and temporal resolutions of  $0.1^\circ$  and 1 hour. However, the GSMaP products have been reported to underestimate ground gauged precipitation especially in mountainous regions with orographic rainfall. A possible cause for this underestimation is the occurrence of heavy precipitation related to warm rain processes, which result in fewer solid hydrometeors than climatological profiles. To improve the performance of rainfall estimation, an orographic/nonorographic rainfall classification scheme has been implemented in the latest GSMaP algorithm. Besides the improvement of GSMaP algorithm, development of a method for correcting GSMaP data is also important issue.

The main objectives of this paper are 1) to assess the accuracy of the latest GSMaP product and 2) to improve the bias correction methods.

## II. Study Sites and Methods

This study focuses on the Atrato River basin, located at the lowlands of the Pacific coast of Colombia, under the strong influenced of the two low-level streams (ITCZ). The Western Colombian Jet (WCJ) is enhanced by the latent heat released in the region's high amounts of evapotranspiration and orographically lifted on the western Andes, where it interacts with the Caribbean Low Level Jet (CLLJ).

This study evaluates the GSMaP performance in two aspects: 1) rainfall detection capability based on rain/no rain events, and 2) rainfall estimation capability based on the root mean square error (*RMSE*) of rain rates during 2011 to 2013.

Shiraishi et al. (2009) developed a GSMaP correction method based on the movement of

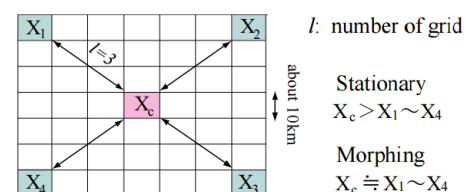


Fig. 1 Conceptual diagram of the movement of rainfall area (Shiraishi et al., 2009)

rainfall area on satellite-based rainfall information (Fig. 1) and successfully reduced the error rate for a Japanese river basin. We applied this method to our study area with changing the conditions such as the position of the grids and the length from the central grid to surrounding grids.

### III. Results and Discussion

The accuracy of the GSMaP products (the ratio of the number of correct detection to the number of overall events) was  $\sim 0.6$  in the downstream areas. In the upstream areas it performed better during the rainy seasons (April - June and September - November) whereas worse during the dry seasons. The WCJ jets gets stronger during October to November but weaker during February to March, and this annual cycle may result in the low accuracy during the dry seasons. Furthermore, the accuracy, combined with the precipitation occurrence, during the dry seasons showed a quite different pattern from other seasons. *RMSE* was 14.0 mm/day in the upstream areas and 28.0 mm/day in the downstream areas. This was mainly because of the underestimation of precipitation in the GSMaP product.

The correction method used in this study show better performance than the existing ones. The results also show that the length from the central grid to the surrounding grids significantly affected relative errors. The method cannot be applied to areas with extremely high wind speeds such as coastal areas.

### IV. Conclusion

The accuracy of the GSMaP products is poor in the upstream areas during the dry seasons. This result suggests that an orographic/non-orographic rainfall classification scheme, implemented in the latest GSMaP algorithm, still has limited applicability to our study area. The correction method used in this study performed better than the existing methods and the length from the central grid to surrounding grids should be considered.

### References

Shiraishi, Y., Fukami, K. and Inomata, H. (2009) The proposal of correction method using the movement of rainfall area on satellite-based rainfall information by analysis in the Yoshino River basin. Annual Journal of Hydraulic Engineering, Vol.53, pp. 385-390.