

# 乾燥地における降雨量と雨季の始まりの可視化に向けた 衛星全球降水マップ (GSMaP) と実測値の比較

## The Comparison between Global Satellite-Based Precipitation Maps (GSMaP) and Ground-Based Measurements for Visualizing Rainfall

### Amounts and Onset of Rainy Season in Drylands

井上 友希<sup>†</sup> 東野 正幸<sup>†</sup> 川村 尚生<sup>†</sup> Shaoxiu Ma<sup>††</sup> 坪 充<sup>†††</sup>

Yuki Inoue<sup>†</sup> Masayuki Higashino<sup>†</sup> Takao Kawamura<sup>†</sup> Shaoxiu Ma<sup>††</sup> Mitsuru Tsubo<sup>†††</sup>

鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科<sup>†</sup> 鳥取大学国際乾燥地研究機構<sup>††</sup>

鳥取大学乾燥地研究センター<sup>†††</sup>

## 1 はじめに

乾燥地では乾燥や高温による作物の生育障害のために食料供給の多くを輸入に依存している地域がある。そのような地域では安定かつ自立した作物栽培が重要な課題となっており、作物の栽培支援を必要としている。一方、近年では雨量記録のインフラの整備が難しいような乾燥地域でもスマートフォンとインターネットが普及しつつある。

そこで我々はスマートフォンとインターネットを活用した作物栽培支援システム（以降、本システムとよぶ。）を提案し、その実用化を目指している [1]。本システムは、農業従事者自身が簡易的な雨量計を用いて測定した圃場の降雨量等のデータをスマートフォンを用いて記録し、クラウドに集積し、集められたデータの分析結果を収量予測として農業従事者に提示する機能を持つ。

現在、本システムを用いない農業従事者に対しても有益な情報を提供するために、本システムで集積したデータを用いた降雨量と雨季の始まりの可視化を検討している。しかし、農業従事者が降雨量を記録していない地点の降雨量は不明となっている。そこで、衛星全球降水マップ「GSMaP」(Global Satellite Mapping of Precipitation) [2] の降雨量の予測値を用いることを検討している。本稿では予測値の精度を確かめるために、本システムの対象地域の一つである南アフリカ共和国の地点の日降雨量について GSMaP のデータと地上での観測値を比較し、考察を述べる。

## 2 作物栽培支援システムの概要

本システムの目的は作物の収量予測を通して農業従事者による作物栽培支援を支援することである。スマートフォンを用いて圃場の降雨量や栽培作物種別等のデータをクラウドへ集積し、集積したデータをオンプレミス環境のサーバで分析し、得られた播種時期、播種基準、施肥基準、及び推定収量等を栽培計画として農業従事者に提示する（図 1）。作物の収量予測において最も重要なのは土壌水分量である。土壌水分量は降雨量から得られる。降雨量の測定はペットボトルなどを用いて作成した手作りの雨量計を用いて行う。また、作物の収量予測は作物モデル [3] を用いている。

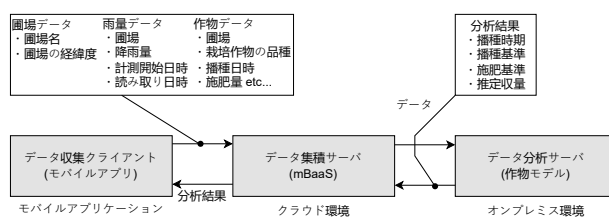


図 1: 本システムの概要

## 3 降雨量の推定値と実測値の比較目的

作物の栽培計画において雨量と雨季の始まりを把握することは重要である。しかし、本システムが対象とする地域では雨量を記録するインフラが整っておらず簡単に降雨量を把握することは困難である。また、このような地域では熟達した農業従事者以外には雨季の始まりを知ることは難しい。そこで本システムでは農業従事者自身が入力した集積データを用いて可視化する降雨量と雨季の始まりの把握を容易にすることを検討している。

しかし現状では、本システムでデータを集積できていない地点が少なく、また、データの収集の有無についても本システムの利用者に依存している。図 2 に示すように集積されたデータは、まばらになってしまう。また、色づけされていないグリッドについては、雨が降っていなかったのか、それとも本システムの利用者がデータを記録しなかったのか区別が付かない課題がある。

そこで、衛星全球降水マップ「GSMaP」[2] の降雨量の推定値を用いることで、この課題の解決を試みる。衛星画像等を用いた降雨量の推定値には地上での観測値との誤差が発生することが知られている。現在、これらの推定値に本システムで集積した観測値を用いて精度を向上させることを検討している。その前段階として、本稿では GSMaP の降雨量の推定値と気象ステーションで得られた観測値を比較する。なお、本研究で用いた降水量の観測値には、南アフリカ農業研究機構<sup>1</sup>から提供を受けた気象ステーションのデータを使用する。

<sup>1</sup>南アフリカ農業研究機構 (Agricultural Research Council of South Africa) : <https://www.arc.agric.za/>

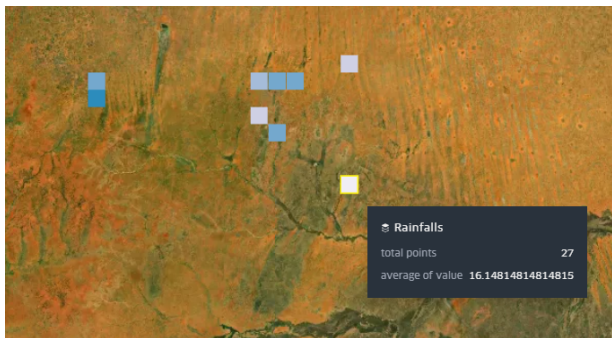


図 2: 本システムで得られた降雨量の実測値の可視化の例。スマートフォンから提出された地点の降雨量は知ることができるが、他の地点については不明となる。

表 1: 降雨量の推定値と観測値の比較に使用するデータ

データ	データ元	緯度	経度
推定値	GSMaP	-32.7500	26.8500
実測値	気象ステーション	-32.7904	26.8465

## 4 降雨量の推定値と実測値の比較

### 4.1 使用するデータ

本研究で使用するデータを表 1 に示す。推定値には JAXA より提供を受けた GSMaP の最新バージョンの GSMaP\_MVK (v8) を NOAA CPC が提供している CPC Unified Gauge-Based Analysis of Global Daily Precipitation データセットを用いて補正された GSMaP\_Gauge (v8) を使用する。観測値には南アフリカ農業研究機構から提供を受けた気象ステーションで得られたデータを使用する。

### 4.2 推定値の誤差の計算式

GSMaP の推定雨量  $[mm/d]$  の誤差の計算には以下の 3 つの方法を用いて行う。これらは、五十田らの「豪雨時における全球降水マップ (GSMaP) の雨量精度検証」[4] で用いられている偏り (Bias, 式 1) と二乗平均平方根誤差 (RMSE, 式 2) と平均誤差 (Error, 式 3) を用いている。  $S_i$  は GSMaP の推定雨量  $[mm/d]$  であり、  $G_i$  は気象ステーションの観測雨量  $[mm/d]$  である。  $i$  は日を表し、  $n$  はサンプル数を表す。

$$\text{Bias} [\%] = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - G_i)}{\sum_{i=1}^n G_i} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{RMSE} [mm/(h \cdot \sqrt{n})] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_i - G_i)^2}{n}} \quad (2)$$

$$\text{Error} [mm/(h \cdot n)] = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - G_i)}{n} \quad (3)$$

### 4.3 比較結果

図 3 に 2022 年の 1 年間における推定雨量と観測雨量を示す。また、表 2 に計算した誤差を示す。比較結

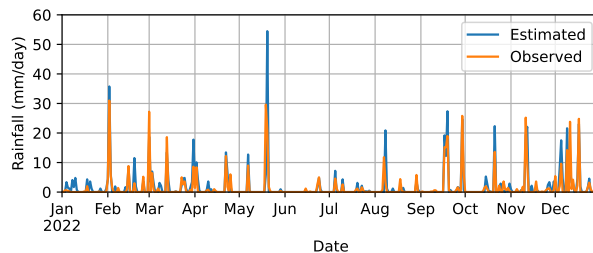


図 3: 2022 年における推定雨量と観測雨量の比較

表 2: 推定雨量の誤差を表す指標の計算結果

誤差を表す指標	値
Bias [%]	23.77
RMSE $[mm/(h \cdot \sqrt{n})]$	3.20
Error $[mm/(h \cdot n)]$	0.35

果より、気象ステーションのある当該地点については、推定雨量の誤差が小さいことが確かめられた。また、雨が降っているか否かについても良く一致しており、当該地点に限れば本システムで記録されていない地点の降雨量として代用可能な結果となった。

## 5 おわりに

本研究では GSMaP の推定雨量と気象ステーションの観測雨量を比較した。気象ステーションのある当該地点においては推定雨量の精度が高いことが確かめられた。今後は気象ステーションが存在しない地点について本システムで得られた実測値を用いて推定雨量の精度を検証する。また、雨量の誤差は収量の予測値に影響を及ぼすため、実証実験などを通して、どの程度の誤差まで許容できるかを検証していく必要がある。

### 謝辞

本発表に使用した衛星全球降水マップ (GSMaP) のデータは JAXA より提供を受けた。また、観測値のデータは南アフリカ農業研究機構より提供を受けた。

### 参考文献

- [1] 米田直央, 東野正幸, 川村尚生, 坪充. 乾燥地における作物の収量予測に基づいた農家向け作物栽培支援アプリの開発. 情報処理学会第 85 回全国大会講演論文集, pp. 3-375-3-376, 2023.
- [2] Takuji Kubota, et al. *Global Satellite Mapping of Precipitation (GSMaP) Products in the GPM Era*, pp. 355-373. Springer International Publishing, 2020.
- [3] M. Tsubo, S. Walker, and H.O. Ogindo. A simulation model of cereal-legume intercropping systems for semi-arid regions: I. model development. *Field Crops Research*, Vol. 93, No. 1, pp. 10-22, 2005.
- [4] 五十田哲也, Martiwi Diah Setiawati, 三浦房紀. 豪雨時における全球降水マップ (GSMaP) の雨量精度検証. 自然災害研究協議会 中国地区部会 研究論文集 第 1 号, pp. 11-14, 2015.