

一般社団法人

日本リモートセンシング学会

The Remote Sensing Society of Japan



(一社) 日本リモートセンシング学会九州支部 2023 年度研究発表会論文集

日時: 2024 年 3 月 7 日(木) 14:30 – 15:45 ([オンライン](#)開催)

14:30 – 14:45	対馬におけるしいたけ栽培状況把握のための衛星データを用いた気象要素の面的把握, 山城巧海, 森山雅雄 (長崎大学)	1
14:45 – 15:00	させぼ西海地域のみかん品質と気象要素の関係把握, 篠原拓人, 森山雅雄 (長崎大学)	3
15:00 – 15:15	乾燥地の時間的変遷とその要因把握, 田原圭吾, 森山雅雄 (長崎大学)	5
15:15 – 15:30	浸水災害レジリエンス把握のための流域界の土地被覆分類, 土谷智基, 森山雅雄 (長崎大学)	7
15:30 – 15:45	CHIRPS 準全球降水量データセットの九州各県における精度評価, 多炭雅博 (宮崎大学)	9

対馬におけるしいたけ栽培状況把握のための衛星データを用いた気象要素の面的把握

長崎大学 山城巧海、森山雅雄

1. 背景と目的

近年、対馬市全体のしいたけの収量が減少しており、地球温暖化の影響により低温刺激がうまく作用せず、しいたけの発生率が低くなっていることが原因ではないかと考えられる。対馬市では原木栽培が行われており、栽培場所は私有地の山林がほとんどであるため特定が難しい。そこで、島全体のデータを取得することができる衛星データ地表面温度 (LST) と気象庁が公開している月最低気温の気象データの関係を明らかにすることで、点的な気象データを面的に活用する方法を解明する。そして、その方法を用いて島全体の月最低気温を予測し、QGIS を用いて気象データを視覚化しようと考えた。以上を踏まえて本研究では、長崎県対馬市のしいたけの収量への影響因子の明確化を行い、気象データと衛星データの関係から QGIS 上で耕作適地把握を行うことを目的とする。

表 1 発生時期・発生型・適温一覧 (乾用)

(出典:原木キノコの総合カタログ 菌興号菌種)

品種	発生時期					発生型	発生温度 成長温度
	10月	11月	12月	1月	2月		
240	■	■	■	■	■	中低温	10℃以下 8~18℃
324					■	中温	14℃以下 8~20℃
327					■	中温	14℃以下 8~20℃

2. しいたけ原木栽培

しいたけ菌は夏場にほだ木内で成長し、9、10月の低温刺激が原因となり発生ピークを迎える。対馬市では主に 240、324、327 号の品種が使用されており、発生時期、発生適温を表 1 に示した。

3. 使用データ概要

本研究で使用している気象データは、気象庁の HP で公開されている対馬市内の 3 地点の月最低気温のアメダスデータを用いた。観測地点を図 1 に示す (佐須奈では月最低気温は観測されていない)。

また、衛星データは、地球観測衛星 Terra ,Aqua に搭載された MODIS より得られたデータを使用する。

地表面温度については LST プロダクトを用いた。対象期間は 2000 年から 2021 年までの 20 年間である。

また、曇天率については MODIS による雲解析プロダクトを用いて、次式により算定した。

$$\text{曇天率} = \frac{\text{MODIS 衛星データによる曇天率観測日数内で MOD35_L2 で「曇り」と判定された日数}}{\text{観測日数}}$$

今回使用する LST は山林の場合、樹冠温度を測定しているため林床温度に温度差が生じる。特にしいたけ栽培に重要な 9~2 月ごろの温度は放射冷却現象の影響を受ける。放射冷却現象は雲量が主な発生条件になっているので今回は曇天率をもとに樹冠と林床の温度差を考える。

雲がない場合の晴天放射は雲からの下向き放射より小さいため、気温、LST はともに雲がない時低くなる。

衛星による LST の計測は晴天の場合に有効となり、夜間の気温、地表面温度は雲がある場合に比べて低くなる。

したがって今回は最低気温と夜間 LST を比較することにする。

アメダスの月平均最低気温、月最低気温と MODIS で得られた夜間 LST の相関関係を図 2 示す。



図 1 アメダスデータを観測している対馬市内の 3 地点 (厳原町, 美津島町, 鰐浦町)

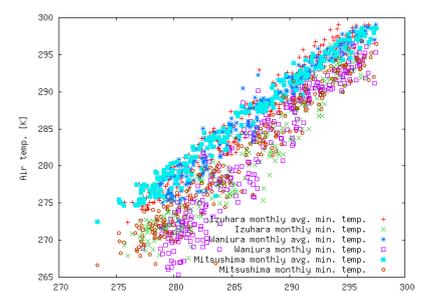


図 2 月平均最低気温と夜間地表面温度 (LST) の関係

夜間の平均地表面温度が月平均最低気温に線形関係があることが明らかになったので、LST が月平均最低気温の代わりに使えると言える。

4. 解析手法概要

対馬の農業集落地域毎の9,10月の夜間地表面温度平均値の相関係数の散布図を作成し、相関係数(rho)を得た。

原木栽培の場合、しいたけは天地返しを行った後9,10月のほだ場の気温低下による低温刺激によって発生する。したがって、耕作適地の選定は9月、10月の夜間地表面温度LSTが下がっている場所を条件とする。

5. 解析結果

対馬の農業集落地域毎の9,10月の夜間LSTのrhoが有効範囲であった地区を図3、図4に示す。

9月、10月いずれかのLSTが上昇している豆酏、佐保、志多浦、大綱、小綱、銘、青海、犬ヶ浦、御園、越高、伊奈、志多留、仁田ノ内、中山、恵古、湊、友谷、佐須瀬、貝鮎、唐洲、佐志賀、唐舟志の計22か所は耕作に適さない地区である可能性が高く、特に9月と10月両方でLSTが上昇している銘、青海、犬ヶ浦、御園、越高、志多留、中山の計8か所の地区はしいたけが発生しづらい地域ではないかと予想される。

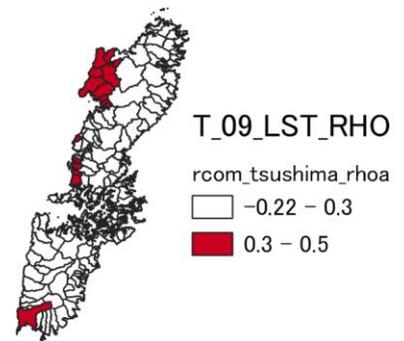


図3 9月のLSTの相関係数(rho)

6. 結論

今回の研究では気象データと衛星データの相関関係から対馬市内でしいたけの原木栽培における耕作適地を示そうと試みた。

解析の結果、気象データ(月最低気温)と衛星データ(LST)は相関関係にあり、衛星データをもとに点的な気象データを面的なものとして活用することが可能となった。

また、その方法を用いて対馬市内の夜間LSTの増減を調査したところ、21年間で9月と10月のLSTが減少している

地域はなく、逆に計22か所の耕作不適地と呼べる地区が分かった。その中には実際にしいたけ栽培がおこなわれている地区もあった。このように全島範囲を地区単位で調査し、耕作不適地を特定することは衛星データを用いて気象データを面的に把握することで可能となったので本研究は有効であったといえる。

また、しいたけ栽培への地球温暖化の影響は夏場の高温環境によるしいたけ菌糸の損傷、病害菌や害虫類の発生が助長される病害菌問題など全国的に問題になっている。

現在は農薬、耐病性菌種の使用などの対策が行われており、対馬市でも同様な対策をしていく必要があると考える。

今回は私の地元である対馬市について調査したが、全国のしいたけ農家を守るためにも今後の継続的なモニタリングは必須であるといえる。

参考文献

原木キノコの総合カタログ 菌興号菌種

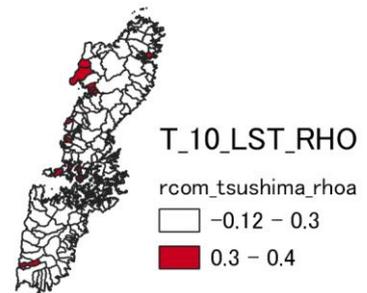


図4 10月のLSTの相関係数(rho)

させぼ西海地域のみかん品質と気象要素の関係把握

長崎大学 篠原拓人, 森山雅雄

1. 目的

近年、世界的な穀物需要の増加やエネルギー価格の上昇、ロシアのウクライナ侵攻等の影響により肥料価格が高騰している。肥料コストが上昇する中、温州みかんであっても様々なデータを収集解析し、無駄を省いた適切な施肥管理が必要となっている。圃場レベルまでのデータ管理には現地調査などが必要となり、実質上、営農指導の現場では労力の面から対応ができないが、人工衛星やドローンを使った面的なデータを容易に収集、解析が可能となれば、利用範囲が広く、施肥コストを抑えて生産安定を図る技術革新につながることを期待されている。本研究では施肥コストを抑えるためにみかんの品質と気象要素がどのように関わっているのかを調査、解析していく。

2. させぼ西海地域のみかんについて

極早生温州みかんは9月～10月、早生温州みかんは11月上旬～12月、普通みかんは11月下旬～12月に旬を迎える。JAながさき西海ではマルチシートを活用し、水分量をコントロールすることによって、旨味がギュッと凝縮したコクのある甘いみかんを作ることが特徴である。糖度別に3ブランドに分けて出荷を行っていて、他産地の多くは2段階ぐらいが一般的なので、ここまで細かく細分化しているところは非常に珍しい。糖度12度選果の基幹ブランド「味まる」、糖度13度以上の上位規格「味っ子」、糖度14度以上の最上級ランク「出島の華」と選別されている。

200：早熟早生 300：早生 400：させぼ 600：高糖系

3. 利用データ

3.1 研究方法

NEC 営農指導支援システムにより入力された各圃上の10aあたりの出荷量、糖度、酸度と、地上、衛星で観測された気象要素との相関解析を2009年から2022年までの14年間分を実施する。

3.2 データについて

- ・降水量のデータは佐世保アメダス観測点で測定された月降水量。
- ・日照率のデータはアメリカの地球観測衛星 AQUA (1:30 観測), TERRA (10:30 観測)に搭載された MODIS センサ観測値から導入した月間昼間曇天率。
- ・地表面温度データは MODIS センサ観測値から推定した昼、夜の月間平均/最大地表面温度。

4. データの概要

みかんの平均糖度、酸度、10aあたりの出荷量と気象要素の相関を下記表に示す。気象要素は日中最大気温、日中平均気温、夜間最大気温、夜間平均気温、日中曇天率、夜間曇天率との相関を示す。相関係数が絶対値0.3以上であれば、相関があると判断できるので下記表では0.3以上、-0.3以下の相関係数を色付けしている。

各表の COD200 は早熟早生、COD300 は早生、COD400 はさせぼ、COD600 は高糖系のことである。表1は平均糖度と気象要素の関係、表2は酸度と気象要素の関係、表3は10aあたりの気象要素の関係を示している。

各気象要素は左から日中最大地表面温度、日中平均地表面温度、夜間最大地表面温度、夜間平均地表面温度、日中曇天率、夜間曇天率との相関を示している。

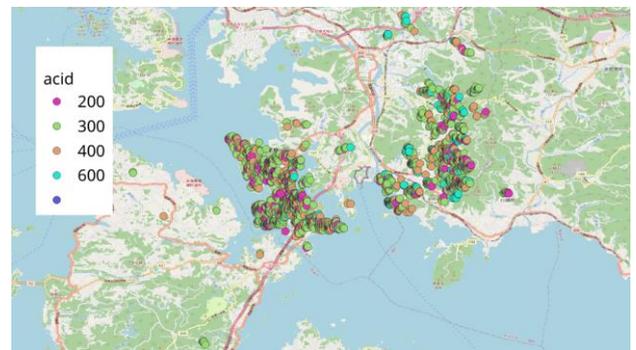


図1 対象地の分布

・表 1 平均精度

Table with columns: TARGET, MONTH, DAYMAKLIST, DAYAVGLENIGHTMAKLIST, NIGHTAVGLENIGHTMAKLIST, DAYCLDRATE, NIGHTCLDRATE. Rows include CODE 200, 300, 400, 600 with various numerical values.

・表 2 酸度

Table with columns: TARGET, MONTH, DAYMAKLIST, DAYAVGLENIGHTMAKLIST, NIGHTAVGLENIGHTMAKLIST, DAYCLDRATE, NIGHTCLDRATE. Rows include CODE 200, 300, 400, 600 with various numerical values.

・表 3 10aあたりの出荷量

Table with columns: TARGET, MONTH, DAYMAKLIST, DAYAVGLENIGHTMAKLIST, NIGHTAVGLENIGHTMAKLIST, DAYCLDRATE, NIGHTCLDRATE. Rows include CODE 200, 300, 400, 600 with various numerical values.

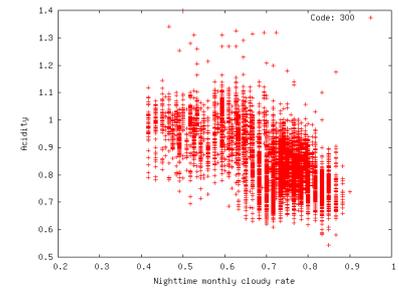
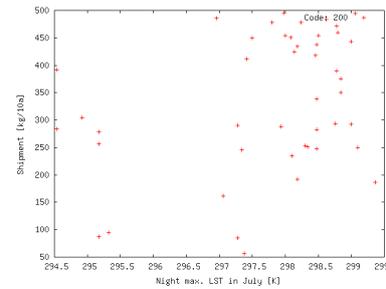
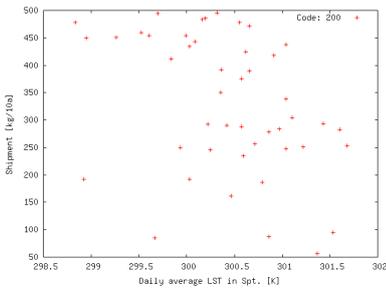


図 2 7月の最大地表温度と出荷量

図 3 9月の地表面平均温度と出荷量

図 5 月夜間曇天率と酸度

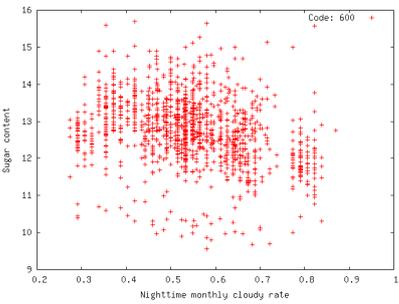
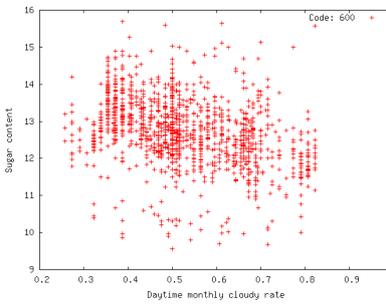
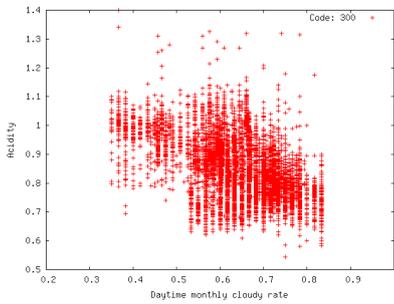


図 4 夜間月曇天率と精度

図 5 日中月曇天率と精度

図 6 日中月曇天率と酸度

5. 考察

これまでのデータより COD200 の早熟早生が一番気象要素と相関がみられる結果となった。考えられる要因として早熟早生は他の種類のみかんより収穫時期が早いことにより成長時期の気象要素の原因が他より影響が出やすいのではないかと考えられる。どの種類のみかんも比較的酸度は気象要素と相関があることが多くなっている。その中でも COD200 の早熟早生と COD400 のさせぼの1月の日最大気温との相関が-0.5ということから酸度を高くするには1月の気温が関わってきていると考えられる。このような相関がある部分の気象要素を解析していくことによって肥料のコスト削減などにつながっていくと考えられる。

6. 結論

佐世保のアメダス観測点で計測された月間降水量、衛星から得られた面的な昼夜の地表温度、曇天率とみかんの収穫量、品質に相関がみられた。また、みかんの種類によっても相関がある気象要素が異なっていることが分かった。

参考文献

- 1) 西海みかん JAながさき西海 https://ja-nagasakisaikai.com/agriculture/899
2) 「西海みかん」JAながさき西海みかん選果所 https://saikamikan.com/

乾燥地の時間的変遷とその要因把握

長崎大学 田原圭悟, 森山雅雄

1. 背景と目的

最新の IPCC 評価報告書によると, 陸地面積の 41% を占める乾燥地は, 砂漠化・干ばつの被害を受けやすい地域とされている. 乾燥地の定義として UNEP が提唱する乾燥度指数を用いる. 乾燥度指数は, 100km オーダーの気象データから計算されるため, ホットスポット検知には粗すぎる. このため, 高空間分解能数値予報再解析データと降水量データを用いて, 25km 分解能で乾燥度指数を計算し, 衛星から観測された植生指数と組み合わせ, 乾燥度と被覆の時系列解析を実施し, ホットスポットがどのような気象要素, 被覆の時系列変動を見せたのかを明らかにする.

2. 研究手法

関連資料および文献を収集し, 検討する. QGIS を用いて降水量・乾燥度指数・植生指数のデータを読み込み, 乾燥地分布の時間的な変遷を調べて考察する.

3. データの概要

1981 年から 2021 年までの全球 5km メッシュごとの降水量・乾燥度指数・植生指数のデータを用いる. 乾燥度指数とは, 可能蒸発散量と降水量の比であり, 値が小さいほど乾燥していることを示す. 乾燥度指数の式を以下に示す.

$$AI = P/PET \quad (AI: \text{乾燥度指数} \quad P: \text{年間の降水量} \quad PET: \text{可能蒸発散量})$$

CHIRPS とは, 1981 年から現在まで南緯 50 度から北緯 50 度のデータを提供する降雨データセットである. 本研究では, CHIRPS の降水量データを使用している.

植生指数 (NDVI) とは, 植生も分布状況や活性度を示す指標であり, -1 から 1 の間に正規化された数値で表され, 植生が濃い場合, NDVI の値が大きくなる. NDVI は, 次の式によって与えられる. NIR は近赤外域(0.8 μm) の反射率, RED は赤色光(0.6 μm) の反射率である.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (NIR \text{ は } 0.8 \mu\text{m} \text{ の光の反射率, RED は } 0.6 \mu\text{m} \text{ の光の反射率})$$

4. 研究結果

QGIS で 1981 年から 2021 年の 40 年分の乾燥度指数のデータを計算して, 5 つのクラスに分ける. 1982 年と 2002 年のクラス分け結果を図 1, 図 2 に示す. また, クラス分け条件を表 1 に示す.

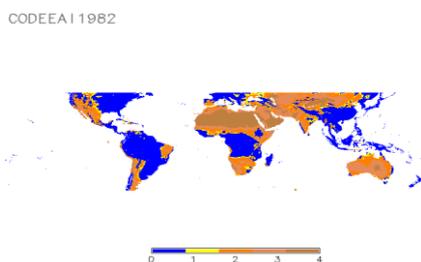


図 1 1982 年のクラス分け結果

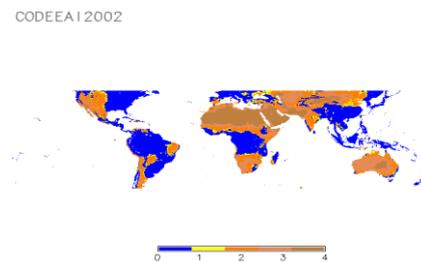


図 2 2002 年のクラス分け結果

次に,クラスが変化してその後に 10 年以上変化しなかった場所を調べた結果,119 地点あった.その場所について縦軸に降水量・乾燥度指数 (Aridity Index)・植生指数 (NDVI), 横軸に時間のグラフを作成し, 乾燥地の時間的変遷を調べた. 作成したグラフを比較し, 特異的であったグラフを 2 つ抽出した. 作成したグラフを図 3, 4 に, クラスが変化した年 (year), 変化前後のクラス (class), クラスが変化した場所の座標 (x, y) を表 2, 3 に示す.

表 1 クラス分け条件

乾燥度指数(AI)	分類
>0.65	class0
0.50~0.65	class1
0.20~0.50	class2
0.05~0.20	class3
<0.05	class4

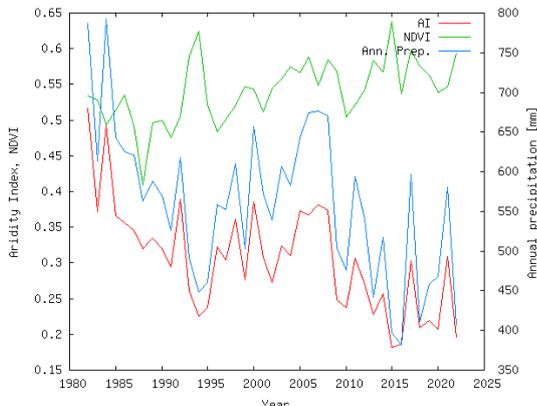


図 3 ボリビア パルマリートでの時系列

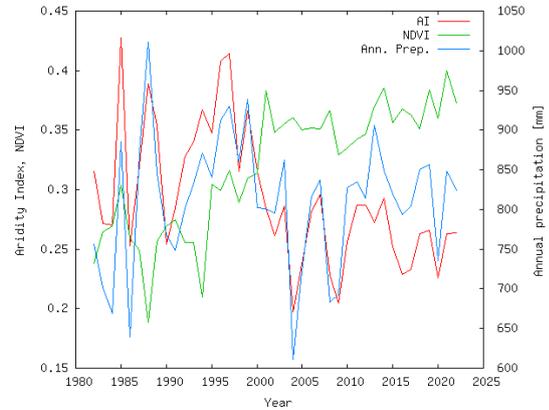


図 4 南スーダン パアックでの時系列

表 2

year_P	year_N	class_P	class_N	x	y
1982	1983	1	2	-61.597	-19.383

表 3

year_P	year_N	class_P	class_N	x	y
2000	2001	1	2	27.58	9.37

5. 考察および結論

乾燥度指数のグラフと降水量のグラフは, ほとんどが類似していたため, 乾燥・湿潤には, 気温よりも降水量が大きく関係していると考えられる. 降水量が減少して乾燥したにもかかわらず, NDVI が増加・変化していない場所, 降水量が増加して湿潤したにもかかわらず, NDVI が減少・変化していない場所は, 何かの条件が変化した場所であると考えられる. 本研究では, このような特異なグラフになった場所を気候変動のホットスポットとして抽出した.

表 4 乾燥・湿潤した場所の数

		乾燥		湿潤	
		降水量 (減)	気温 (上昇)	降水量 (増)	気温 (低下)
NDVI	増	5	0	8	0
	減	1	0	8	0
	変化なし	1	0	13	0
計		7	0	29	0

浸水災害レジリエンス把握のための流域界の土地被覆分類

長崎大学 土谷智基, 森山雅雄

1. 背景

九州大学芸術工学部の高取千佳准教授は、気候変動に伴い激甚化する水災害、生物多様性の危機に対し、流域単位でグリーンインフラ（GI）による雨水浸透・貯留機能の再生、Nature Positive の達成により、居住・生産空間のレジリエンス（流域レジリエンス）を実現することを目標とし、「流域レジリエンスに向けた統合型グリーンインフラマネジメント DX の構築」という研究プロジェクトを立ち上げた。我々森山研究室は、衛星を用いた流域界の土地被覆分類の担当として当プロジェクトに参画した。

2. 目的

衛星からの土地被覆分類は古くから多分野で実施されているが、今回は浸水シミュレーションソフトウェアの入力として、そのソフトウェアの流出係数データベースに登録されている被覆に分けるという制約のもとの分類手法の確立を目指す。

3. 分類

3. 1 分類対象

流域レベルの、水収支、物質収支をシミュレートする SWAT というソフトウェアに登録されている土地被覆データ（表 1）を対象とする。実際は 40 数種類登録されているが、異なる被覆で同じ流出係数のものが複数あるため、流出係数が異なる被覆を九州大学の高取准教授らグループに選定していただき、7 種類のデータとした。

3. 2 クラスタリングによる分類

合成開口レーダの時系列データを分類変数としてクラスタリングし、対象とするクラス分けが可能かどうか確認した。このときの分類変数は合成開口レーダの VH 偏波の送受信電力比に地形補正を加えたガンマノートと、VV/VH 偏波のガンマノートの比を用い、ISODATA 法によりクラスタリングを行った。クラスタリングにより、12 クラスに分類できた（図 1）。これらの Sentinel-1, Google Earth の画像を比較して各クラスの意味付けを行ったところ、市街地、裸地などが複数のクラスに散見された（表 2）。ISODATA 法は、一つのクラスが分類変数空間上で集積している場合はクラス分けがうまく行くが、今回のように住宅地や裸地のように、植物（草、街路樹など）の被覆率、構造物の高さ、間隔などにバラつきがある場合には、望んだクラスに分類されないことがわかった。

表 1 土地被覆データ¹⁾

1	FOREST
2	URBAN_BUILDUP
3	RESIDENTIAL
4	WATER
5	PADDY
6	CROPLAND
7	BARESOIL

表 2 class 意味付け

クラス	意味付け
1	湖, 密で平らな森林, 河川敷, グラウンド, ゴルフ場
2	密で凸凹な森林
3	農地, 森林
4	ソーラーパネル, 空地, 農地, 住宅地, 芝生
5	森林, 建物
6	凸凹な森林, 密集した建物, 新幹線基地
7	森林, 建物
8	建物
9	森林, 建物
10	建物
11	森林, 建物
12	建物

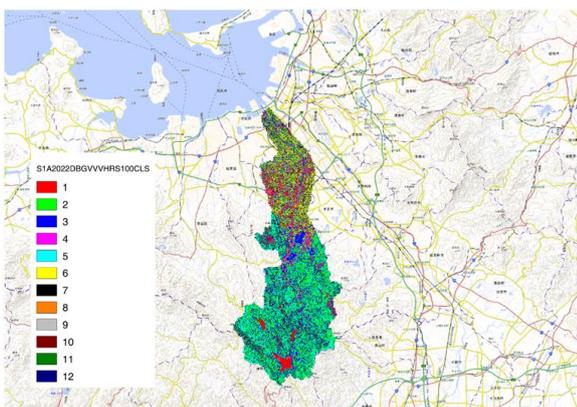


図 1 研究対象地域の分類後の画像

3. 3 決定木(decision tree)による教師付き分類

3.2 で述べた問題点を解消するために、一つのクラスに複数の分類規範を定義することができる決定木(decision tree)による教師付き分類をおこなうことにした。Google Earth View を用いて、必要なクラスの位置を取得し、その点の分類変数を集めて教師データを作成した。この場合の分類変数は、VH ガンマノート、VV/VH ガンマノート比の年間平均値、VH ガンマノートの範囲、夏期(7, 8, 9月)の NDVI の最大値、冬期(12, 1, 2月)の NDVI の最大値、および可視域の反射率の標準偏差を用いた。分類の結果 7 つのクラスに分類できた。図 2 に分類のための決定木を、図 3 に研究対象地域の分類(改良)後の画像を示す。

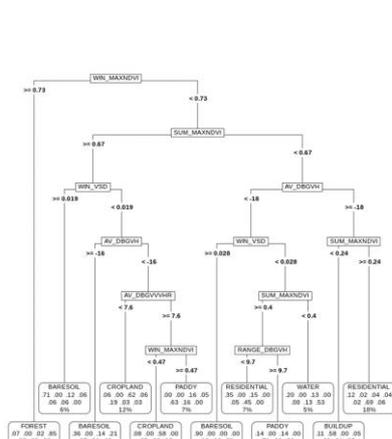


図 2 決定木

2022_SUPALLCLS

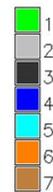


図 3 研究対象地域の分類(改良)後の画像

4. 考察

ISODATA 法によってクラスタリングを行った 12 のクラスは、意味付けによって class4~12 のすべてに建物が含まれおり、class8, 10, 12 以外のすべてのクラスに森林などの植物が含まれていることが明らかとなり、望んだ分類とはならなかった。これは、ISODATA 法では住宅地や裸地のように、植物(草、街路樹など)の被覆率、構造物の高さ、間隔などにバラつきがある場合に、望んだクラスに分類されないことが要因であり、これを解消するために、一つのクラスに複数の分類規範を定義することができる決定木による教師付き分類をおこなうことで、年ごとに同じ品質での土地被覆分類手法の確立が可能となった。

5. 結論

まず、合成開口レーダの時系列データを分類変数としてクラスタリングし、対象とするクラス分けが可能かどうか確認した。しかし、今回の研究対象地域は、住宅地や裸地など、植物(草、街路樹など)の被覆率、構造物の高さ、間隔などにバラつきがあったため、望んだクラスに分類されなかった。そこで、VH ガンマノート、VV/VH ガンマノート比の年間平均値など 6 種類のデータを教師データとし、一つのクラスに複数の分類規範を定義することができる決定木による教師付き分類をおこない、浸水シミュレーションソフトウェアの入力として、そのソフトウェアの流出係数データベースに登録されている被覆に分けるという制約のもとでの分類手法の確立ができた。

参考文献

- 1) 久保 まゆみ, 水垣 滋, 渡邊 和好, 平井 康幸, 村上 泰啓, 森貞 和仁 : GIS を用いた分布型水文モデル (SWAT) の森林流域への適用
日本森林学会, 第 126 回日本森林学会大会, 2020

CHIRPS 準全球降水量データセットの九州各県における精度評価

Accuracy assessment of CHIRPS quasi-global rainfall data set in Kyushu region

宮崎大学 多炭雅博

1. はじめに

CHIRPS (Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations) はアメリカ地質調査所とカリフォルニア大学サンタバーバラ校が整備する準全球降水量データセットで、1981年から現在までの長期間の日・月・年毎の降水量データが 0.05° の空間分解能で整備されている (図 1)。CHIRPS データは TIF 形式での入手が可能で一般ユーザーにとって使いやすく、また地上観測データと衛星観測データの組み合わせによるプロダクトなので高精度が期待できる。本研究ではこの CHIRPS データについて、九州各県の気象台での地上観測データと比較することにより、九州における CHIRPS データの特性や推定精度を評価した。

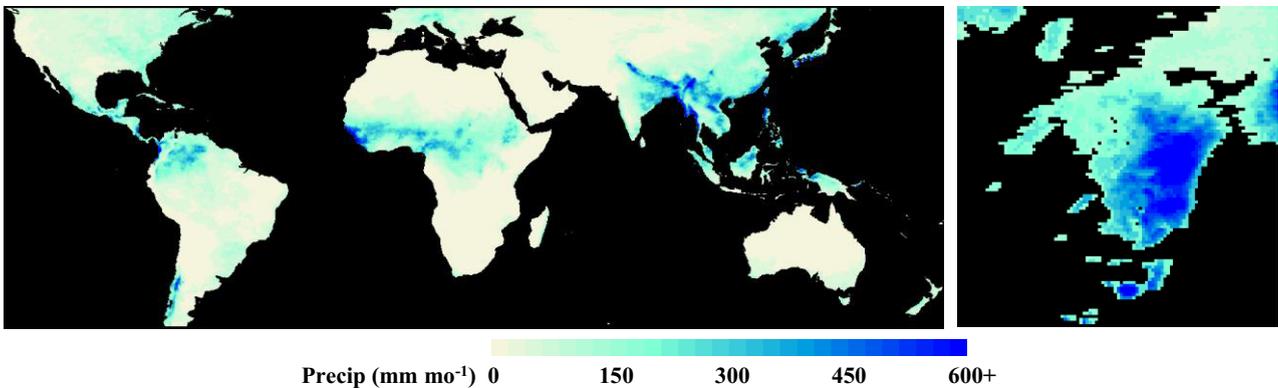


図 1. 2023 年 8 月の CHIRPS 準全球降水量データセット (左) と、九州地域の拡大図 (右)

2. 研究方法

本研究では以下のデータを使用した。

- 1) CHIRPS 準全球降水量データ：日毎データ (2023 年) 及び月毎データ (2001-2023 年)
- 2) 九州各県の気象台観測降水量データ：福岡・長崎・佐賀・熊本・大分・宮崎・鹿児島各気象台について、2023 年の 1 時間毎データ及び 2001-2023 年の月毎データ。

これら 2 種類の降水量データを日単位 (2023 年) 及び月単位 (2001-2023 年) で比較し、九州における CHIRPS データの特性と推定精度を考察した。2 種類の降水量データの比較の際、CHIRPS データについては比較対象となる気象台の位置を含む 1 ピクセルの値を使用した。なお、CHIRPS の日毎データにおける「1 日」は UTC 0:00-24:00 である (Mekonnen et al. 2021)。一方で気象庁が配布する日毎データは JST 0:00-24:00 を 1 日としており、時差のため日単位で CHIRPS データとの直接比較ができない。この問題を回避するため、本研究では気象台観測降水量データとして時間毎データを入手したうえで UTC 0:00-24:00 に対応する日データを構築し、CHIRPS の時間基準に合わせる形で日毎データを比較した。月毎データの比較においては、UTC と JST との間の時差は無視できるものと仮定し、CHIRPS データは UTC、気象台データは JST の時間基準のまま、時差補正は行わずに双方の月毎データを比較した。

3. 日毎データの比較に関する結果と考察

2023 年における気象台と CHIRPS の日毎データの時系列比較を図 2 に、また同データの散布図比較 (宮崎の

例) を図 3 に示す。

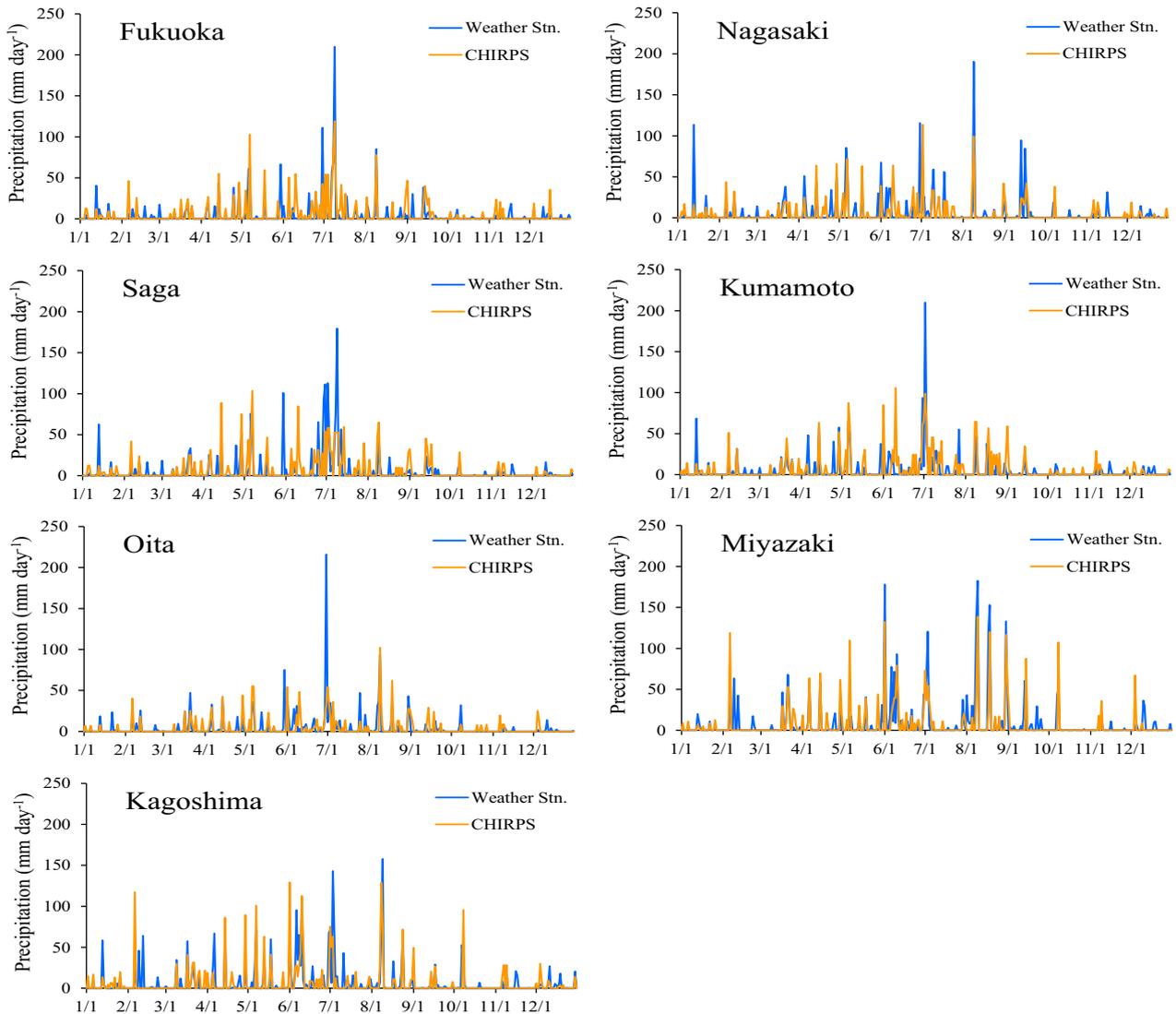


図 2. 2023 年における気象台と CHIRPS の日毎データの時系列比較

図 2 において、いずれの地点でも、気象台観測降水量の大きな日に CHIRPS データとの数値の乖離が目立った。気象台データは地点観測なのに対して、CHIRPS は 0.05° のピクセル平均値を提供しており、両者のデータは観測対象範囲が違う。この両者のフットプリントの違いにより、構造的に地点観測データに比べて CHIRPS データは空間平均されたなだらかな値を出しやすく。これは「誤差」には該当しない。ただし、図 3 の散布図に表れているように、一方である程度顕著な降雨を記録している日に他方で降雨が無いまたは極小となっている日も多く、これは明らかな誤差である可能性が高い。CHIRPS データの誤差範囲を明確にするのは難しいものの、日単位では CHIRPS データの精度はそれほど高くはないものと判断する。

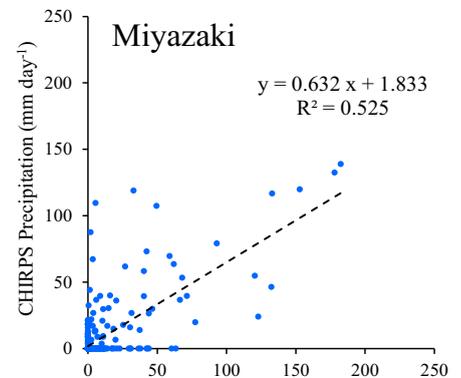


図 3. 2023 年における気象台と CHIRPS の日毎データの散布図比較

4. 月毎データの比較に関する結果と考察

2023年における気象台とCHIRPSの月毎データの時系列比較を図4に、散布図比較を図5に示す。図4において、日毎データで見られたように、気象台観測降水量の大きな月に気象台データとCHIRPSデータとの乖離がやや大きくはあるものの、月毎データの場合は全体的に両データが非常によく合致している。両者間の違いはフットプリントの違いのみでも十分説明できる範囲内にある。図5では、すべての地点で線形近似式の傾きが1未満、切片がゼロ以上となっており、これは両者のフットプリントの違いにより構造的に見込まれる傾向と方向が合致している。また、両者間の降水量の23年間の差の平均は、大分県の 13.2 mm mo^{-1} （気象台観測の方が大きい）から熊本県の -15.5 mm mo^{-1} （CHIRPSの方が大きい）の範囲に入っており、全県平均では 0.0 mm mo^{-1} であった。RMSEは 36.3 mm mo^{-1} （福岡気象台）から 63.2 mm mo^{-1} （宮崎気象台）の範囲内であった。月毎データの比較においても、両データ間のフットプリントの違いのためCHIRPSデータの誤差範囲を明確にするのは難しいものの、バイアスが小さく、誤差の明確な根拠も見当たらない、CHIRPSは精度の高いデータであることが示唆された。

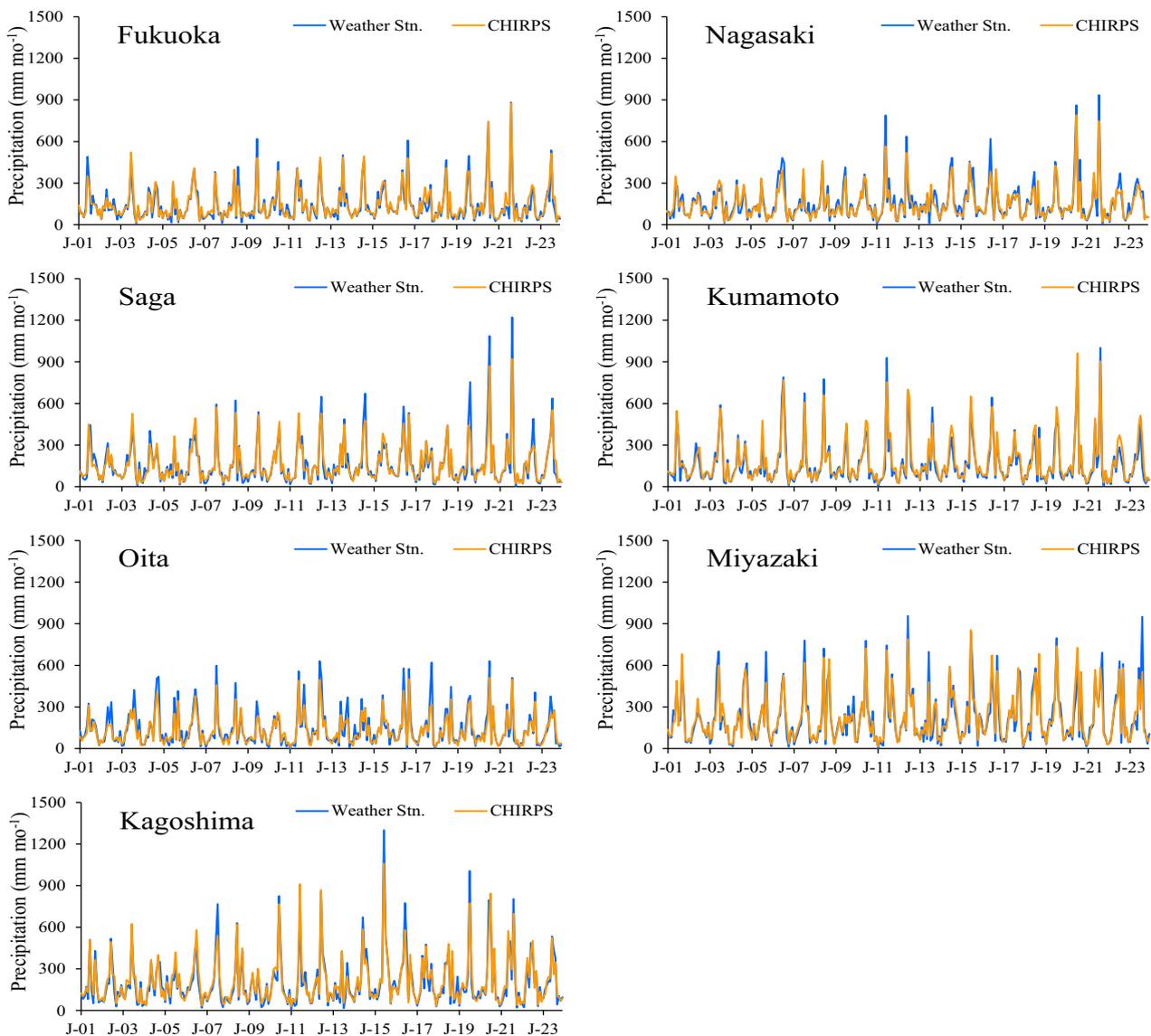


図4. 2001-2023年における気象台とCHIRPSの月毎データの時系列比較

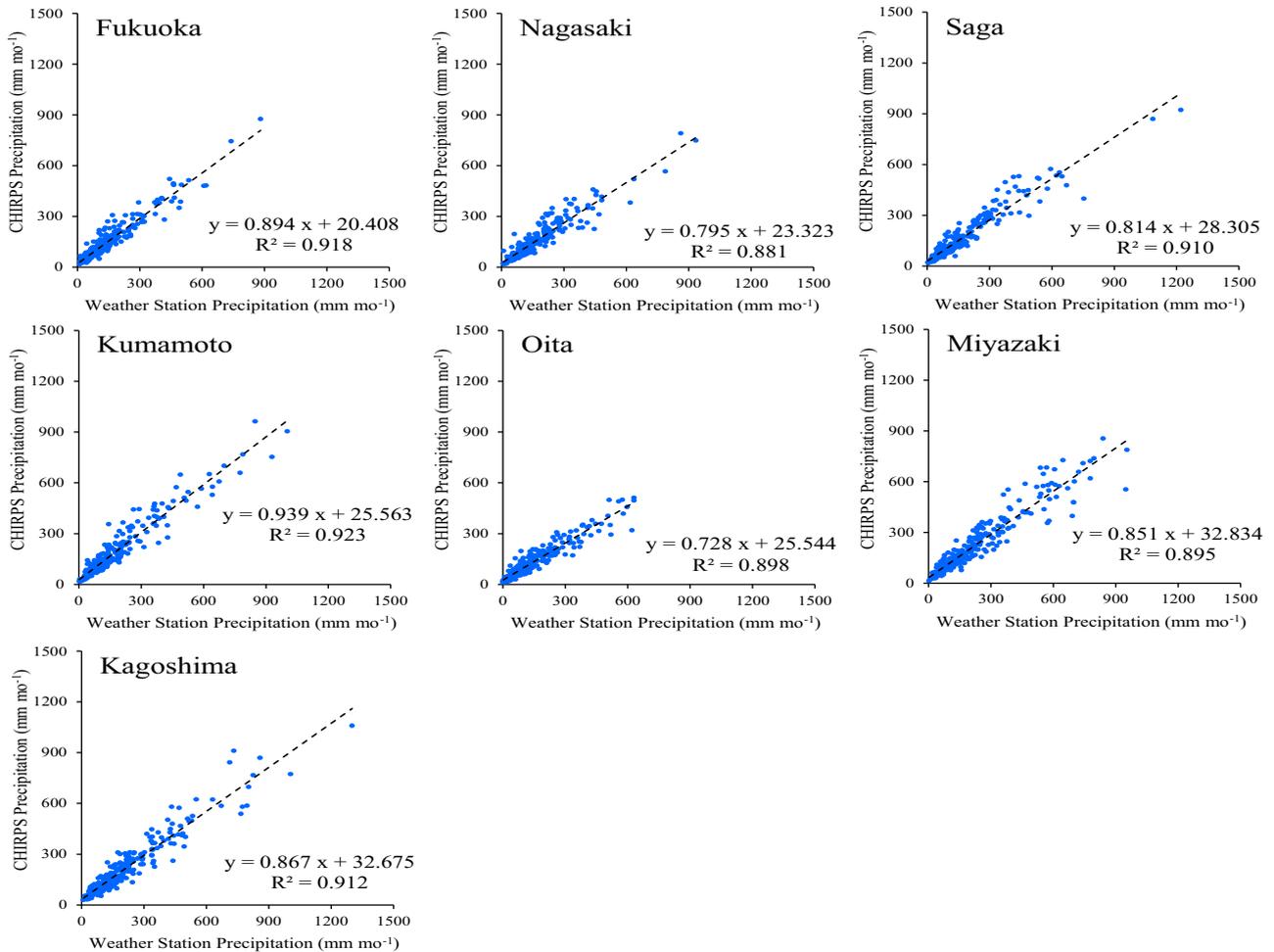


図 5. 2001-2023 年における気象台と CHIRPS の月毎データの散布図比較

5. おわりに

本研究では、CHIRPS データと気象台観測データとの比較を通して CHIRPS データの精度評価に取り組んだ。CHIRPS データと気象台観測データは、対象とする降水量の空間代表性が違うため、両者の差のどこまでが空間代表性の違いに起因するもので、どこからが CHIRPS データの推定誤差なのかを明確にすることはできない。この制限はあるものの、検証結果からは九州地域では CHIRPS は日毎データの精度はそれほど高くない一方、月毎データは精度が高く信頼できるデータであろうことが示唆された。ただし本研究は気象観測地点における比較であり、これは地上気象観測データによる補正を行う CHIRPS にとって、その仕組上、一番有利な地点における比較である。九州内でも気象観測地点から離れた場所、あるいは、より CHIRPS 降水量データの存在価値が大きい地上観測降水量データが未整備な一部途上国等においては、本研究で報告した精度が期待できない可能性もあることには留意が必要である。

参考文献

Mekonnen, K., Melesse, A.M., Woldesenbet, T.A., 2021. Effect of temporal sampling mismatches between satellite rainfall estimates and rain gauge observations on modelling extreme rainfall in the Upper Awash Basin, Ethiopia, *Journal of Hydrology*, 598, 2021, 126467, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126467>.