

東南アジア河川流域を対象とした dxPDF の力学的ダウンスケーリング計算準備

課題責任者

牛山 朋來 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター

著者

牛山 朋來*¹, Acierto Ralph *¹

*¹ 土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター

キーワード：気候変動、力学的ダウンスケーリング、d4PDF、東南アジア、洪水リスク

1. はじめに

地球温暖化による豪雨頻度や規模の増加により、世界で洪水災害の頻度や規模が増大している。東南アジア域では河川管理や洪水対策が脆弱であるため、豪雨が発生すると甚大な災害の発生が避けられない。洪水被害リスクを把握し、温暖化による変化を知ることは、洪水リスク管理や災害対策の策定を行う上で重要である。

我々はこれまでフィリピンとインドネシアの河川流域を対象に、気候モデルのダウンスケーリングを行い、水文流出計算に耐える水平解像度 5 km の降水量データを作成し、洪水リスクを調査してきた。しかし、これまでは 1 つのシナリオについて 25~50 年と計算期間が短いことと、1 つの GCM に基づく計算であったことから、気候変動の不確実性の把握が不十分であった。

そこで本研究では、d4PDF、d2PDF の大アンサンブル気候データのダウンスケーリングにより、低頻度の極端降水の把握にも耐える長期降水量データを作成し、また複数の実験設定に基づく不確実性の把握を目指す。このデータを用いて、温暖化シナリオに応じた、対象地域の洪水・渇水リスク評価を、不確実性評価と合わせて行うことを目的とする。本申請では、実際の計算の準備として、必要な計算システムの構築と、必要となる計算機資源の見積もりを行う。

2. 実験設定

本研究の目的は、対象地域において、海水面温度や海水分布等に起因する予測の不確実性を考慮した上で、極端豪雨の発生確率を見積もることができる十分な期間のデータを構築することである。d4PDF、d2PDF では、CMIP5 データセットから求めた 6 種類の海水面温度等の分布が用いられ、6 種類の将来気候の結果が計算されている。

今回の目的は、チャレンジ利用課題に応募し、計算環境を整えるとともに、計算に必要なリソースの見積もりを行うことである。そこで、2 か所の対象領域において、過去気候を 30 年間、2 度上昇、4 度上昇の将来気候について、それぞれ 1 種類 (CCSM4 モデル) の海水面温度シナリオについて 30 年間の計算を行い、結果を調査した。最初に 2000 リソースセット時間を申請し、計算が順調に進んだためさらに 4000 時間を追加申請した。

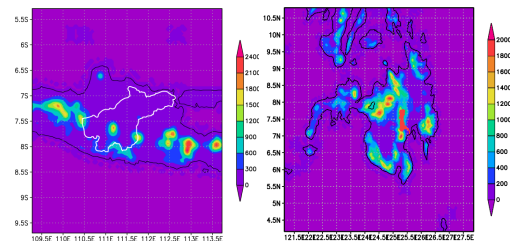


図 1. (左)インドネシア・ソロ川流域。白線が流域を表す。(右) フィリピン・ダバオ川流域。赤色塗りつぶし部分が流域を表す。

実験対象は、インドネシア、ジャワ島のソロ川流域と、フィリピン、ミンダナオ島のダバオ川流域である。領域気候モデルとして Weather Research and Forecasting (WRF) モデル ver. 3.7.1 を用いた。図 1 に各流域と、それを対象とした WRF モデル領域を示す。ソロ川流域を対象としたモデル領域の格子数は $100 \times 100 \times 40$ 、ダバオ川流域を対象としたモデル領域の格子数は $150 \times 150 \times 40$ である。水平格子間隔は 5 km で、積雲パラメタリゼーションを使用しない設定とした。

3. ソロ川流域の結果

インドネシア、ジャワ島のソロ川は、インドネシア国内で最も長く (長さ 600km 流域面積 16100km^2)、広大な穀倉地帯を抱えることから、当国の農業生産にとって重要な地域となっている。

図 2 は対象流域周辺の降水量の時系列である。上は、MRI-AGCM3.2S をダウンスケーリング結果、下は d4PDF のダウンスケーリング結果である。この地域は南半球であり、12月から2月の雨季には雨が多く、6月から10月の乾季に雨が少ないことが表現されている。ただし、MRI-AGCM3.2S ダウンスケーリングでは乾季においても弱い雨が再現されているが、d4PDF では 8月~10月には雨が全く再現されなかった。これは、MRI-AGCM3.2S では 6 時間毎に変動する海水面温度が下部境界条件として与えられたのに対して、d4PDF では月平均値が与えられたため、海水面温度が低い場合には対流の発生が抑えられたものと推測される。

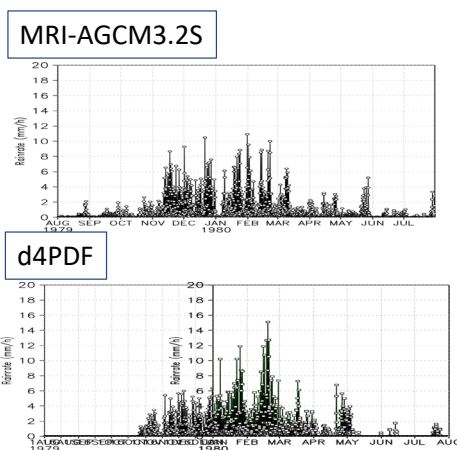


図2. ソロ川流域周辺の降水量変化、(上)MRI-AGCM3.2Sのダウンスケーリング、(下) d4PDFのダウンスケーリング。

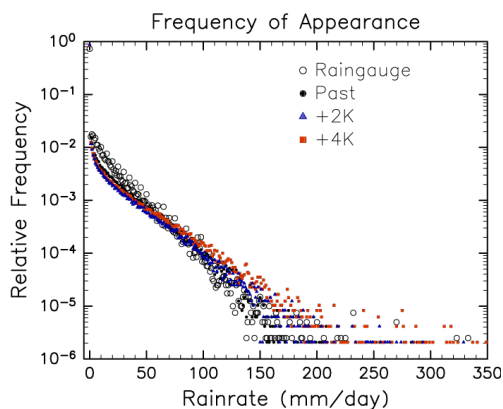


図3. ソロ川流域周辺の降水の出現頻度。横軸が降水強度、縦軸は相対的な出現率。値はそれぞれ30年間のデータから求めた。

図3に降水の出現頻度を示す。黒丸、青三角で示したダウンスケーリング後の値は、100mm/日以上範囲では白丸で示した雨量計と概ね一致した範囲に現れていたが、50mm/日以下の弱い雨については雨量計の出現分布を下回っている。これは、図2に示した弱い雨が再現されにくい傾向が現れているものと考えられる。

続いて、図4に月雨量の値を示す。ダウンスケーリングの値は雨量計に比べて若干小さめの値を示した。しかし、季節変化の特徴をよく表しているものと考えられる。

4. ダバオ川流域の結果

次に、ダバオ川流域の結果を紹介する。ダバオ川は、フィリピン南部のミンダナオ島の最大都市であるダバオ市に流れ込む、長さ170km、流域面積1700km²の比較的小さな河川である。ダバオ市はフィリピン第3の都市であり、この川の洪水は都市域の住民にとって重要である。

図5に月降水量の季節変化を示す。この地域では、雨季と乾季はあるもの、その差は小さく、特にダウンスケーリング結果にはほとんど差が見られなかった。ただし、月降

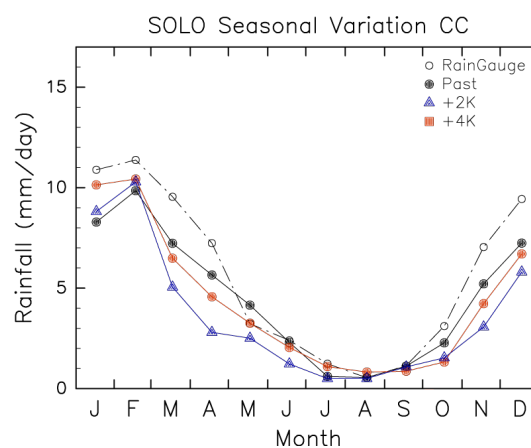


図4. ソロ川流域の月降水量。各線は30年平均値である。

水量の値としては観測値の月変動に収まっており、現地 の状況をよく再現しているものと考えている。

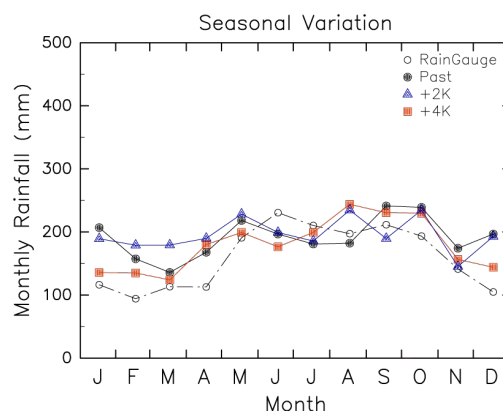


図5. ダバオ川流域の月降水量。

5. まとめ

今回、インドネシアおよびフィリピンの対象流域における力学的ダウンスケーリングの試験計算において、気候変動影響研究に耐えうるデータセットが計算可能であることを検証できた。今後、令和5年度以降も計算を継続し、将来気候における全6種類の海面温度条件の計算を完了し、温暖化影響研究に役立てる予定である。

なお、計算時間は、ダバオ川流域の場合1年間の計算に41リソース時間、ソロ川流域の場合25リソース時間を要した。

謝辞

本研究の遂行にあたっては文部科学省気候変動予測先端研究プログラム JPMXD0722680734 の支援を受けました。また、創生及び統合プログラムのもとで作成された「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測データベース (d4PDF)」を使用しました。