

1.1 不確実性を考慮した地球温暖化が洪水・渇水特性に与える影響に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：水災害研究グループ

研究担当者：岩見洋一、上野山智也、長谷川聡
牛山朋来

【要旨】

地球温暖化が洪水および渇水に与える影響については、河川計画・洪水管理に直接影響を与えるため国内外で高い注目を集めており、降水量の変化および河川流況の変化に与える影響を評価することは大変重要な意義を持っている。温暖化による気候変化は不確実性をともなうが、現在まで不確実性を含めて影響評価を行っている事例は数少なく、国内だけにとどまらず外国の河川流域についても不確実性を含めて河川流況の変化を評価することは非常に重要である。そこで、国内外の河川流域を対象として、地球温暖化が洪水・渇水流出特性に与える影響について不確実性を含めて評価する手法を開発することを目的として研究を実施している。平成 24 年度までに、著しく再現性の低い全球気候モデルを除外するために、観測と全球気候モデルによる現在気候実験で降水量の 10 年規模の変化傾向を比較した。また空間的補間手法を双線形補間法に変えることで、統計的ダウンスケーリング結果を改善した。さらに、MRI-AGCM3.2H のアンサンブル気候実験を用いて統計的ダウンスケーリングを行って、不確実性を考慮した降雨量変化についての検討を開始した。一方、比較的規模の小さい流域を対象にした降水量の力学的ダウンスケーリング手法については、客観解析データを入力に用いた WRF による力学的ダウンスケーリング手法の検証を行い、データ変換などのプログラム開発を行い、WRF の計算領域を、フィリピンルソン島南部のパンパンガ川流域を含む領域を設定した。平成 25 年度は、CMIP5（第 5 期結合モデル相互比較計画）として世界各国の研究機関から公開されている大気と海洋を結合した全球気候モデルの実験データに対して統計的ダウンスケーリングを行い、気候変動に伴う降水量変化について解析を進めた。また、力学的ダウンスケーリング手法については、パンパンガ川流域における降水現象の再現性の高い客観解析データの検証、および客観解析データと MRI-AGCM3.2S のダウンスケーリングを開始した。

キーワード：気候変動、降雨量、統計的ダウンスケーリング、力学的ダウンスケーリング

1. はじめに

気候変動に伴う降水特性の変化により、洪水災害リスクが増加することが指摘されている。このようなリスク変化に関する研究の社会的重要性は非常に高い。そこで、本課題では全球気候モデルによる各種の気候実験をもとに、気候変動に伴う洪水リスク変動について、不確実性を考慮した手法の検討を行う。

降水量の統計的ダウンスケーリングについては、昨年度までに気象研究所によって開発された水平解像度が約 20 km の大気全球気候モデル MRI-AGCM3.1S および同 3.2S に加えて、水平解像度が約 60km の MRI-AGCM3.2H を用いて気候変動に伴う影響評価を行った。この MRI-AGCM3.2H の結果を解析することで、積雲対流パラメタリゼーションという気候モデルの物理過程の違いや、同じ温室効果ガス排出シナリオにおいても異なる将来予測からもたらされた海面水温・海水分布の違いによる降水量変化の不確実性についてある程度の議論ができた。しかしながら、不確実性を考慮した議論

をさらに深めるには、異なる研究機関によって開発された気候モデルによる複数の気候変動シナリオに基づいた実験結果をより多く扱う必要がある。そこで、平成 25 年度は、今後入手可能となる予定の気象研究所の新しい全球大気気候モデル実験との比較も視野に入れながら、CMIP5 として世界各国の研究機関から公開されている大気と海洋を結合した全球気候モデルの実験データに対して統計的ダウンスケーリングの解析方法（従来の補正手法）の課題を抽出し、新たな補正手法について検討を行った。

一方、比較的規模の小さい流域を対象にした降水量の力学的ダウンスケーリング手法については、昨年度までに客観解析データを入力に用いた WRF による力学的ダウンスケーリング手法の検証を行い、データ変換などのプログラム開発を行い、WRF の計算領域を、フィリピンルソン島南部のパンパンガ川流域を含む領域を設定した。平成 25 年度は、パンパンガ川流域における降水現象の再現性の高い客観解析データの検証、および客観解

析データと MRI-AGCM3.2S のダウンスケーリングを開始した。また、台風の経路別に力学的ダウンスケーリング結果について分析した。

2. 全球気候モデルの降水量の検討

2.1 概要

昨年度まで気象研究所によって開発された水平解像度が約 20 km の大気全球気候モデル MRI-AGCM3.1S および同 3.2S に加えて、水平解像度が約 60km の MRI-AGCM3.2H を用いて気候変動に伴う影響評価を行ってきた。MRI-AGCM3.2H は水平解像度を下げることによって一つの実験に要する計算機資源を抑制する一方で、3 種類の積雲対流パラメタリゼーションと 4 種類の将来気候の海面水温・海水分布を用いることで、3 種類の現在気候実験と 12 種類の将来気候実験が揃っている。この MRI-AGCM3.2H の結果を解析することで、積雲対流パラメタリゼーションという気候モデルの物理過程の違いや、同じ温室効果ガス排出シナリオにおいても異なる将来予測からもたらされた海面水温・海水分布の違いによる降水量変化の不確実性についてある程度の議論することができた。気象研究所では MRI-AGCM3.2S および 3.2H を用いたさらなる気候実験が現在も続けられている。

しかし不確実性を考慮した議論をさらに進めるには、実際に異なる研究機関によって開発された気候モデルによる複数の気候変動シナリオに基づいた実験結果をより多く扱う必要がある。気象研究所で行われている数々の気候実験が、世界中の気候モデルで予測される将来像と同等の広がりをもって表現できているのか調べる必要がある。また現時点で入手済みの気象研究所の大気気候モデルデータの実験条件は、IPCC 第四次報告書時点の CMIP3¹⁾ で用いられた SRES A1B シナリオの実験結果を元にしており、最新の IPCC 第五次報告書向けの CMIP5²⁾ の複数の気候変動シナリオに則した実験の計算が進行中である。

今年度は、今後入手可能となる予定の気象研究所の新しい全球大気気候モデル実験との比較も視野に入れながら、CMIP5 として世界各国の研究機関から公開されている大気と海洋を結合した全球気候モデルの実験データに対して統計的ダウンスケーリングを行い、気候変動に伴う降水量変化について解析を進めた。CMIP5 では現時点で 28 グループから 60 以上の気候モデルが名を連ねており、全ての気候モデルのデータを扱うのは非常に困難である。本研究で用いる統計的ダウンスケーリングの

性質から、CMIP5 の中でも水平解像度が比較的高く、多くの将来シナリオ実験を公開している 13 の気候モデルを選んで研究を進めている。また、現在気候における参照データとして用いる日降水量の観測データとしては、アジアの島嶼部をはじめユーラシア大陸の多くを対象領域とした APHRO_PR V1101³⁾ 相当の約 20km の空間解像度のデータを気象研究所からの提供によって用いることができた。以下、現在気候の期間を 1979 から 2003 年、将来気候の期間を 2075 から 2099 年のそれぞれ 25 年間として解析を進めた。

2.2 年々変動の表現の向上を目指した統計的ダウンスケーリング手法の改良

CMIP5 の高解像度な 13 の気候モデルの現在気候実験データに対して、昨年度開発した統計的ダウンスケーリング手法を適用した際に、年降水量などの平均値のバイアスはよく補正されているものの、年降水量の標準偏差は地域によって過大・過小のバイアスが残っていることがわかった。図 1a は統計的ダウンスケーリング前の現在気候実験の年降水量の標準偏差を 13 気候モデルで平均して、観測の年降水量の標準偏差を引いたものである。図 1b は従来の統計的ダウンスケーリング適用後に同様の計算を行った結果である。つまり従来手法では年々変動の再現性が不十分な地域が残っていると云える。これは CMIP5 として公開されるモデルは大気と海洋を結合した気候モデルであり、現在気候条件であっても海面水温などの分布に何らかのバイアスが存在する。一方、これまで用いてきた気象研究所の全球気候モデルは、海面水温などの境界条件で自由度が抑制される大気モデルであり、さらに CMIP5 の多くの気候モデルよりも比較的高解像度なこともあってか、従来の手法の限界がこれまでは目立たなかったと考えられる。

従来手法の問題は、本研究で取り扱う簡易的な統計的ダウンスケーリング手法のうち、粗い水平解像度の気候モデルデータを細かい水平解像度の観測データの格子上に空間補間の部分ではなく、それに続くバイアス補正⁴⁾の部分にあると考えられた。従来のバイアス補正手法では、参照となる観測データと対象となる気候モデルの現在気候実験それぞれについて、個々の格子点の 25 年間の日降水量データを月別に分けた後に、例えば 7 月ならば 31 日×25 年=775 日分のデータを大小に並べ替えるという具合に非超過確率分布を求め、観測と現在気候実験の対応する確率での日降水量の値の比を取ることでバイアス補正係数を求める部分が大部分を占める。この手法では、降水量の多い年の 7 月も少ない年の 7 月も考慮せ

ず、25年分の7月をひとまとめに扱っているので、補正後の年々変動の大きさは元の気候モデルの年々変動の傾

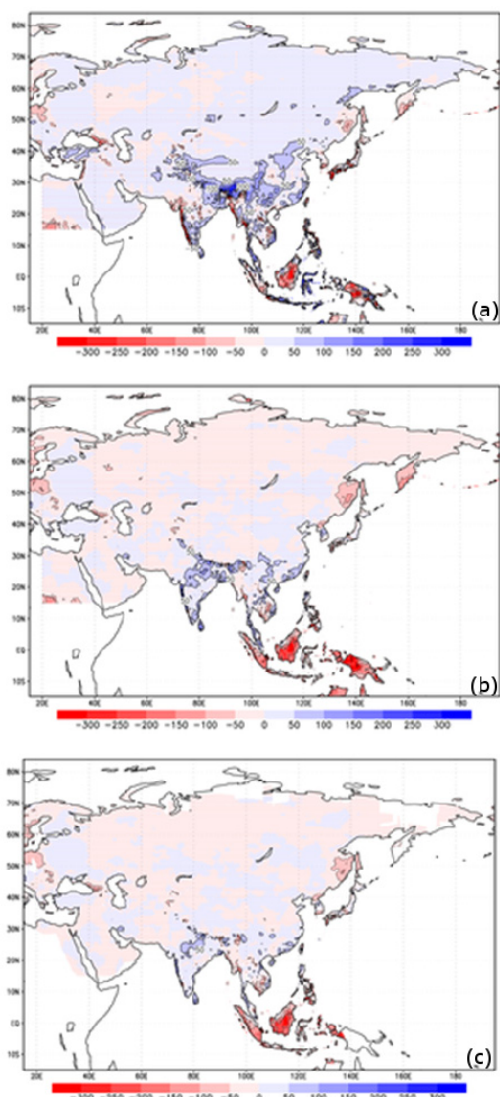


図1. 年降水量の標準偏差(年々変動)のCMIP5 現在気候(historical)実験の13モデルアンサンブル平均と観測の差。(a)は統計的ダウンスケーリング前、(b)は従来手法の適用後、(c)は新手法の適用後を示す。(a,b)の白抜きは欠測地点を、(c)はさらに未計算地点を含む。単位はmm/年。

向の影響が残ることが想像される。そこで、月降水量の多い年や少ない年同士で気候モデルと観測を対比させてバイアス補正係数を得るように手法の改良を試みた。25年間をどう分割するかという点で任意性があるが、四分位数と標準偏差を対応させることが多いこともあって、全年数を、上位1/4と下位1/4と残る中間の3グループ

に分類した後に、従来手法と同様に補正係数を求めた。例えば、観測と現在気候実験のそれぞれについて、7月25年分の775日分のデータを、7月降水量の多い年上位1/4と下位1/4のそれぞれ6年ずつの各186日分と中間の13年分の403日分の3グループに分類し、非超過確率分布を作成して比を取ることでバイアス補正係数を計算する。この改良によって、降水の多い年・少ない年同士で補正係数が計算されることになり、ひいては年々変動の表現の向上が期待される。その結果が図1cである。年降水量の年々変動は、インド・ヒマラヤ・中国などを中心にバイアスの低減が見られる一方で、インドネシアなどの赤道付近の島嶼部では過小バイアスが大きく残っている。さらに分割数を増やせば年々変動の表現が改善されると考えられるが、逆に個々のグループのサンプル数の減少による非超過確率分布の信頼性に問題が生じることも考えられる。そのバランスをどこに取るかを調べることは今後の課題としたい。

2.3 CMIP5の高解像度気候モデルによるRCP8.5シナリオ実験の統計的ダウンスケーリング

IPCC 第五次報告書に向けて、2100年時点での放射強制力の大きさから四種類の気候変動シナリオ RCP2.6, 4.5, 6.0, 8.5 が準備された。この中で最も温暖化の程度が大きなRCP8.5シナリオに則したCMIP5の高解像度の気候モデル実験と現在気候実験について個々の気候モデルで年降水量の平均値の差を取り、13気候モデルでマルチモデルアンサンブル平均した。その際に、気候変動に伴う降水量変化が5%の危険率で有意性を検定し、有意でない地点も白抜きで示した(図2)。

バイアスの補正がなくても、CMIP5のより多くの気候モデルのより多くのアンサンブル実験を用いれば有意な変化傾向が見られる地点はより広く分布するのかもしれないが、高解像度とはいえ13の気候モデルを平均しただけでは図2aのようにユーラシア大陸の北部に限られた地域でしか有意な年降水量変化は見られない。より変化の小さいと期待される他の気候変動シナリオ実験では、その変化幅も小さく、有意な変化を示す地域がより狭くなることが予想される。

しかし、統計的ダウンスケーリングを適用すると、同じ地点でも変化量が補正されるだけでなく、限られたモデル数でも有意な変化を示す地域は格段に広がることになる(図2b)。また、従来の統計的ダウンスケーリング手法の結果(図2b)と年々変動の表現の向上を目指した新手法の結果(図2c)では、年降水量の平均値の気候変動に伴う変化傾向に大きな差が生じないことも示された。

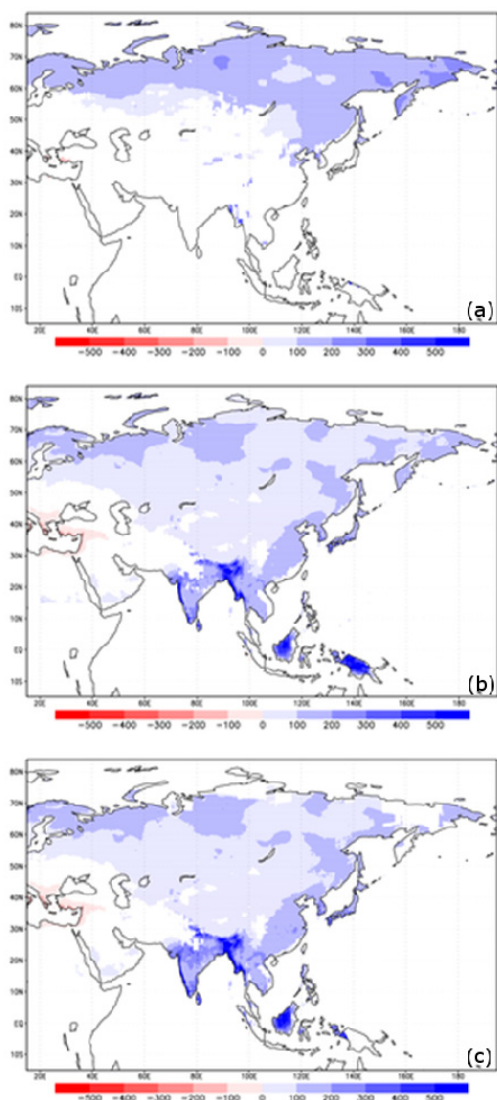


図2. CMIP5 の RCP8.5 実験と現在気候 (historical) 実験の年降水量平均の差の 13 モデルアンサンブル平均。(a)は統計的ダウンスケーリング前、(b)は従来手法の適用後、(c)は新手法の適用後を示す。(a,b)の白抜きは危険率5%で有意でない地点と欠測地点を、(c)はさらに未計算地点を含む。単位は mm/年。

3. 力学的ダウンスケーリングを用いた洪水リスク評価

3.1 概要

本研究では全球気候モデルによる現在気候実験および温室効果ガス排出のシナリオを元にした将来気候実験から対象地域の豪雨イベントを抽出して力学的ダウンスケーリングをした後に統計解析により洪水リスク評価を行う。流域面積が小さく洪水到達時間が短い河川では、洪水流出解析において高い時空間解像度が要求されるため、領域天気予報モデルを用いた力学的ダウンスケーリングが一般に必要となる。本研究で用いる領域天気予報モデ

ル WRF は米国 NCAR (National Center for Atmospheric Research)を中心として開発されている領域気候モデルである。

昨年度は、客観解析データを入力に用いた WRF による力学的ダウンスケーリング手法の検証を行い、データ変換などのプログラム開発を行った。WRF の計算領域は、図3のように、フィリピンルソン島南部のパンパンガ川流域を含む領域を設定した。今年度はそれを踏まえ、パンパンガ川流域における降水現象の再現性の高い客観解析データの検証、および客観解析データと MRI-AGCM3.2S のダウンスケーリングを開始した。

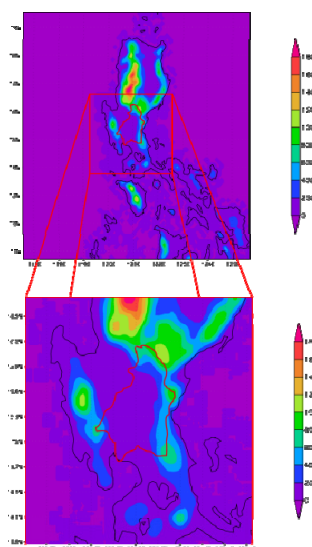


図3. WRF 計算領域の地形分布。赤い閉曲線はパンパンガ流域。格子間隔は、(1) 外側領域 10 km 間隔、内側領域 2 km 間隔、および (2) 外側領域 15 km 間隔、内側領域 5 km 間隔の 2 種類の設定を用いた。

3.2 客観解析データの検証

本研究では、温暖化影響による洪水リスク変動を調査するため、温暖化予測モデルの出力を力学的にダウンスケーリングする。しかしながら、あらかじめ再解析データのダウンスケーリングを行い、温暖化予測モデルのダウンスケーリング結果と比較することにより、温暖化予測モデルのバイアス特性を把握することができる。まず再解析データの選定を行う。

今回は、(1) NCEP FNL (National Centers for environmental Prediction, Final Analysis), (2) JRA-25 (Japanese 25-year Reanalysis), (3) ERA-interim (ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) interim reanalysis)の3種類の再解析データの力学的ダウンスケーリングにより、2009年～

2012年の4つの洪水イベントの降雨の再現実験を行った。その結果、(3)のERA-interimが最も降水の再現性が良いことがわかった(図は省略)。ERA-interimをダウンスケーリングした結果は、地上雨量計の観測値をほぼ再現できることを確認した(図4)。

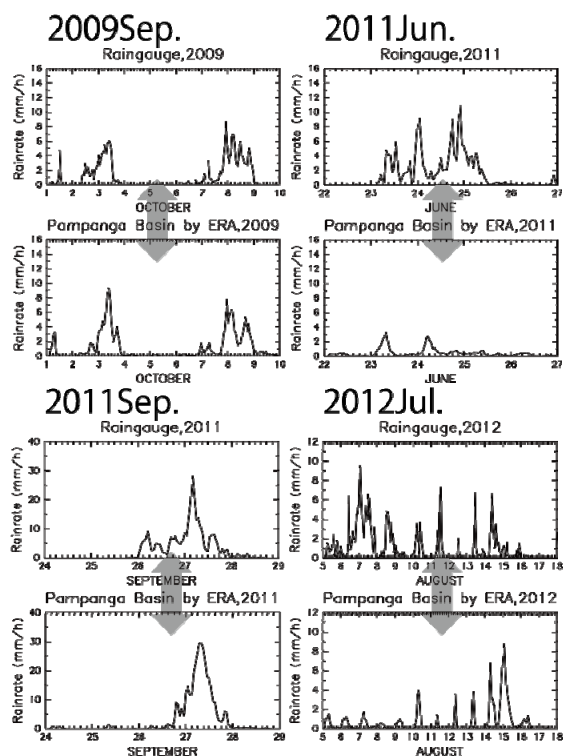


図4. 地上雨量計とERA-interimのダウンスケーリングによるパンパンガ川流域平均雨量の時系列。矢印で結ばれた上図が雨量計、下図格子間隔2kmのダウンスケーリング結果。

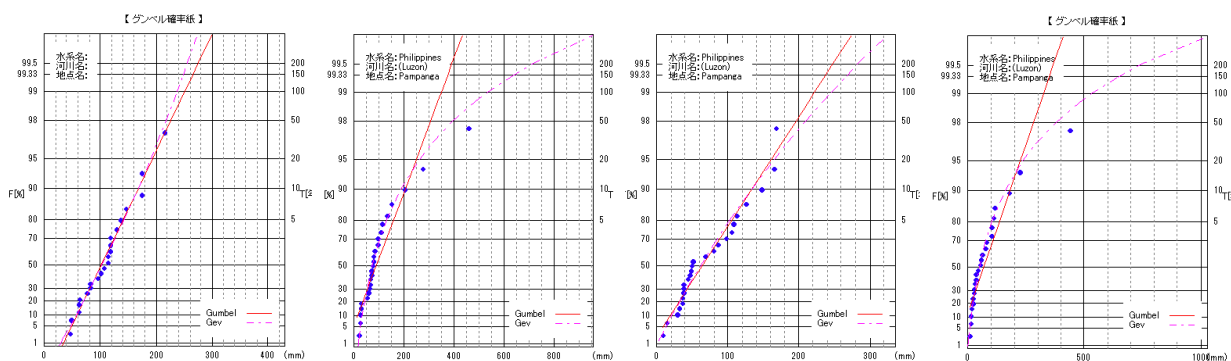
3.3 ERA-interim, MRI-AGCM3.2Sの力学的ダウンスケーリング

MRI-AGCM3.2Sは、創生プログラムにおいて気象研究所で計算された格子間隔20kmの、現時点で最も格子間隔の細かい気候モデルである⁶⁾。ERA-interimの1979年～2003年、MRI-AGCM3.2Sの1979年～2003年(現在気候実験)および2075年～2099年(RCP8.5温暖化シナリオ実験)のそれぞれ25年間を用いて力学的ダウンスケーリングを行い、パンパンガ川流域の洪水に直結する年最大24時間雨量を求める。なお、温暖化シナリオ実験については、2099年のデータが未入手であるため、2098年までの24年間について議論する。

力学的ダウンスケーリングは、格子間隔2kmと5kmの2種類の設定を用いた。格子間隔2kmの場合は、計算時間の都合上、年最大雨量をもたらす豪雨イベントを含む1週間を対象に計算を行い、格子間隔5kmの場合は5月～10月の雨季6ヶ月間を対象に計算した。なお、雨季以外にも台風による豪雨があることが予想される年は、それ以外の月に対しても計算した。

1) 格子間隔2kmのダウンスケーリング

ERA-interim, MRI-AGCM3.2S 現在気候, RCP8.5シナリオ実験のそれぞれについて、各年の年最大24時間雨量を格子間隔2kmの力学的ダウンスケーリングを用いて求めた。その24時間雨量を用いて水文統計解析を行い、出現頻度分布を求めた(図5)。出現頻度分布の図は、MRI-AGCM3.2S 現在気候実験は、地上雨量計と同



地上雨量計 (22年)	ERA-interim	MRI-AGCM3.2S 現在気候	MRI-AGCM3.2S RCP8.5
20年確率雨量	2km downscaling(25年)	2km downscaling (25年)	2km downscaling (24年)
190~193mm	20年確率雨量	20年確率雨量	20年確率雨量
	245~257mm	161~165mm	225~235mm

図5. 水文統計解析の結果

様、Gumbel 分布直線に乗っていた。しかしながら、再解析および RCP8.5 シナリオ実験についてはそれぞれ 1～2 例の豪雨イベントが非常に大きな値を示し、Gumbel 分布直線に乗らない例があった。その結果として、この 2 者については、20 年確率雨量も大きなものになり、現在気候実験に比べて 60～80mm も大きかった。これらの 20 年確率雨量は、互いに比較が困難な結果となった。豪雨イベントの雨量がまれに非常に大きな値を示す原因を調べた結果、台風経路が影響している可能性が考えられた。つまり、台風が流域の直近を通る時に、ダウンスケーリングの雨量が地上雨量計に比べて過大となることがわかった(図 6)。一方、台風が現れない大雨イベントでは、ダウンスケーリングの結果が過小となることがわかった。このメカニズムの詳細は明らかではないが、格子間隔 2 km の力学的ダウンスケーリングの結果を議論する場合、以上の点に注意を要することが明らかになった。

2) 格子間隔 5 km のダウンスケーリング

力学的ダウンスケーリングを格子間隔 5 km で計算した結果(図 7)、3 種類のデータを元にダウンスケーリングした結果の全ての 20 年確率雨量が 150～170mm 前後に分布した。これらの 3 つは、地上雨量計に比べていずれも過小評価となったことから、WRF によるダウンスケーリングの過小評価バイアスが考えられる。

ERA-interim と現在気候実験の Gumbel 分布直線を比較すると、出現頻度の小さい領域では良く一致した。このことから、出現頻度の小さい領域では MRI-AGCM3.2S のモデルバイアスは小さいことがわかった。しかしながら、出現頻度の大きい領域では、

MRI-AGCM3.2S のダウンスケーリング雨量は ERA-interim のものに比べて小さく、少雨年の雨量を過小評価するバイアスが示唆された。

MRI-AGCM3.2S の現在気候実験と RCP8.5 シナリオ実験を比較すると、20 年確率雨量が 16mm (Gumbel 分布)～21mm (Gev 分布)程度大きくなっており、温暖化により雨量が増加することを示した。また、頻度分布曲線は、RCP8.5 シナリオ実験の方が出現頻度の大きい領域で雨量が小さく、少雨年の年最大 24 時間雨量が温暖化により減少することが示唆された。

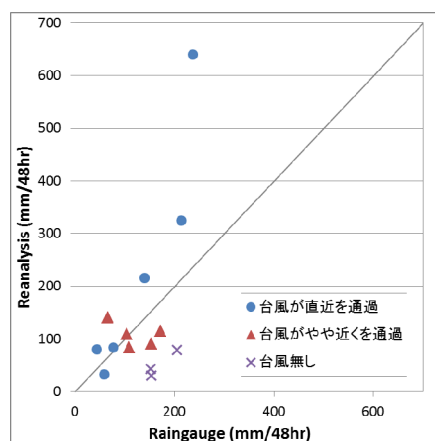
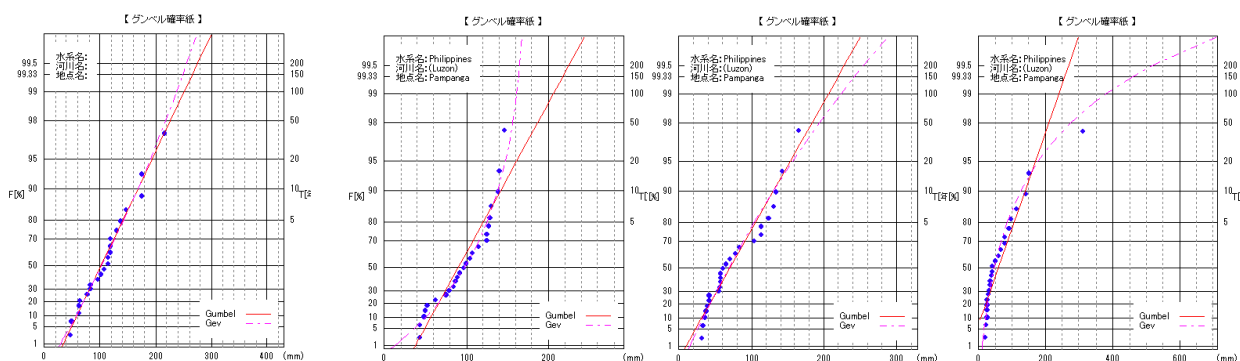


図 6. 台風の経路別の地上雨量計と再解析データの降水量の比較 (この図では 48 時間降水量)



地上雨量計 (22 年)	ERA-interim 5km downscaling(25 年)	MRI-AGCM3.2S 現在気候 5km downscaling (25 年)	MRI-AGCM3.2S RCP8.5 5km downscaling (24 年)
20 年確率雨量	20 年確率雨量	20 年確率雨量	20 年確率雨量
190～193mm	147～161mm	153～156mm	169～177mm

図 7. 格子間隔 5 km のダウンスケーリングによる水文統計解析の結果

5. まとめ

簡易な統計的ダウンスケーリング手法を形成するバイアス補正手法の改良に着手した。降雨量の多い年、通常の年、少ない年の3種類に分類し、降雨量に応じて補正係数を使い分ける、簡易な統計的バイアス補正手法を考案し検討した。その結果、その手法の適用可能性が確認された。今後、より大きな効果が得られるか、引き続き研究する必要がある。また、CMIP5のRCP8.5以外の気候変動シナリオ実験についても同様の解析を行う必要がある。RCP8.5と同様にCMIP5で強く実験が求められたRCP4.5が気候モデルの数も多く、有力な次の評価対象と考える。RCP2.6は四種の気候変動シナリオで緩和策を最大限に実行したシナリオであり非常に興味深い。RCP2.6の実験結果を公開している気候モデルはまだ少ないものの、その評価にも着手する必要がある。平成26度には、気象研究所によるMRI-AGCM3.2Sおよび3.2HによるRCPシナリオを基にした実験結果も徐々に公開されることが予想される。CMIP5の対応するRCPシナリオ実験との比較も視野に入れて、気象研究所による全球大気気候モデルのデータを逐次入手して統計的ダウンスケーリングを適用し、気候モデルの違いや気候シナリオの違いなどによる不確実性の大きさについても議論を深めたい。

力学的ダウンスケール手法では、温暖化影響の評価を行う準備として、GCMの出力データをもとに領域天気予報モデルWRFを用いた力学的ダウンスケーリングを行った。再解析データ(ERA-interim)のダウンスケーリングは、地上雨量計の値をほぼ再現し、WRFを用いた力学的ダウンスケーリングの信頼性を確認した。

ERA-interim, MRI-AGCM3.2Sの現在気候実験、RCP8.5温暖化シナリオ実験の3種類について、それぞれ25年間(RCP8.5シナリオ実験については24年間)の力学的ダウンスケーリングを行い、年最大24時間雨量の頻度分布を作成した。格子間隔2kmのダウンスケーリング実験では、一部の過大な降雨イベントの影響で全体の頻度分布が歪んだため、それぞれの結果を対比することができなかった。しかしながら、格子間隔5kmのダウンスケーリング実験では、それぞれの年最大雨量が一定の範囲にまとまって分布した。現在得られた格子間隔5kmダウンスケーリングの結果から示唆されることは、次のとおりである。

- (1) パンパンガ川流域の雨量に関するMRI-AGCM3.2Sの再現性は、出現頻度の小さい領域ではバイアスは小さいが、出現頻度の大きい領域では

過小評価バイアスを持つ。

- (2) 温暖化によってパンパンガ川流域の20年確率年最大24時間雨量は16~21mm程度増加する。
- (3) 温暖化によってパンパンガ川流域の少雨年の年最大雨量は減少する。

これらの結果は中間結果であり、結果が示す意義について、今後議論を深めて行く必要がある。また、結果の不確実性を考慮するためには、MRI-AGCM3.2S以外の気候モデルの出力をダウンスケーリングして、結果を合わせて議論する必要がある。このため、他の気候モデルのダウンスケーリングに着手する。これらから得られた雨量を水文モデルに導入し、流出量の温暖化影響について議論を行う予定である。

参考文献

- 1) Meehl, G. A., C. Covey, T. Delworth, M. Latif, B. McAvaney, J. F. B. Mitchell, R. J. Stouffer, K. E. Taylor : The WCRP CMIP3 multi-model dataset: A new era in climate change research, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 88, pp.1383-1394, 2007.
- 2) Taylor, K. E., R. J. Stouffer, G. A. Meehl : An overview of CMIP5 and the experiment design, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 90, pp.1467-1485, 2009.
- 3) Yatagai, A., K. Kamiguchi, O. Arakawa, A. Hamada, N. Yasutomi, A. Kitoh : APHRODITE: Constructing a long-term daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, pp.1401-1415, 2012.
- 4) Inomata, H., K. Takeuchi, K. Fukami : Development of a statistical bias correction method for daily precipitation data of GCM20, *Ann. J. of Hydraulic Engineering, JSCE*, 55, S_247-252, 2011.
- 5) Michalakes, J., J. Dudhia, D. Gill, T. Henderson, J. Klemp, W. Skamarock, and W. Wang, 2004: The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance, proceedings of the 11th ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing In Meteorology, 25-29 October 2004, Reading U.K. Ed. George Mozdzynski.
- 6) Mizuta, R., H. Yoshimura, H. Murakami, M. Matsueda, H. Endo, T. Ose, K. Kamiguchi, M. Hosaka, M. Sugi, S. Yukimoto, S. Kusunoki and A. Kitoh : Climate simulations using MRI-AGCM3.2S with 20-km grid, *J. Meteor. Soc. Japan*, Vol.90A, pp.232-258, 2012.

1.1 不確実性を考慮した地球温暖化が洪水・渇水特性に与える影響に関する研究

- 7) Taylor, K. E., R. J. Stouffer, G. A. Meehl : An overview of American Meteorological Society, 90, pp.1467-1485, 2009.
CMIP5 and the experiment design, Bulletin of the

CLIMATE CHANGE IMPACT ASSESSMENT ON RIVER FLOW FROM FLOOD TO DROUGHT UNDER UNCERTAINTY OF PROJECTION

Budgeted : Grants for operating expenses

General account

Research Period : FY 2011-2015

Research Team : Water related disaster research group
Author : IWAMI Yoichi

UENOYAMA Toshiya

HASEGAWA Akira

USHIYAMA Tomoki

Abstract : We compared decadal-scale trend of annual precipitation in present climate condition between an observational data and global climate models (GCMs) in order to exclude inadequate GCM with very low reproducibility for each region. A statistical downscaling method based on the bias correction was improved using the bilinear interpolation instead of the nearest-neighbor method.

In this fiscal year, for development of methods to assess climate change impacts on flood and drought, we improved our statistical downscaling method by using bias correction coefficient based on annual rainfall. We also verified our dynamic downscaling method using WRF model for relatively small scale basins to compare between the output of dynamic downscaling of rainfall reanalysis data and ground observation rainfall data. Furthermore, we analyzed the tendency of future rainfall change to study the result of dynamic downscaling using MRI-MGSM3.2s.

Key words : climate change, precipitation, statistical downscaling, dynamic downscaling