

特集：国際社会における水災害リスク軽減の取組み

アジアにおける水災害リスク評価と適応策の研究 ～「気候変動リスク情報創生プログラム」におけるICHARMの取組み～

上野山智也・岩見洋一・岡積敏雄・安田成夫

1. はじめに

「アジアにおける水災害リスク評価の適応策情報の創生」は、文部科学省から委託を受けて行われている「気候変動リスク情報創生プログラム」の研究課題の一つである。

「気候変動リスク情報創生プログラム」は、「21世紀気候変動予測革新プログラム（革新プロ）」（2007～2011年度）の成果を継承し、極端な気象現象を引き起こし得る気候変動が起きる確率、シナリオ、災害や被害などをリスクとして評価し、リスクマネジメントに役立てる情報を創出することを目的にしたプログラムである。

このプログラムは2012年度に始まり、5年間続けられ、「A.直面する地球環境変動の予測と診断」、「B.安定化目標値設定に資する気候変動予測」、「C.気候変動リスク情報の基盤技術開発」、「D.課題対応型の精密な影響評価」、「E.気候変動研究の推進・連携体制の構築」の5つの研究領域テーマに分かれており、互いが連携するかたちで進められている。当該研究課題は、Dの研究領域のテーマに属しており、京都大学防災研究所、東京大学生産技術研究所、東北大学、名古屋大学、北海道大学等とも連携を取りながらICHARM(水災害・リスクマネジメント国際センター)が研究を行っているものである。今回はその2013年までの途中段階の成果を中心に紹介する。

2. ICHARMにおける研究概要

この研究課題は、ICHARMが革新プロなどでこれまで開発してきたGCM(Global Climate Model; 全球気候モデル)*の降水バイアス補正手法、降雨流出・氾濫モデル等に関するハザード研究を、アジアの気象災害が懸念される複数の特定脆弱地域に当てはめ、災害リスクの社会経済影響評価を行い、当該地域が直面する気候変化適応のための、主要課題解

決に向けた計画立案、意思決定等に必要な情報を創出することが目的である。

アジア地域は、近年急速な経済的発展、社会変化があり、気候変動による影響も考慮すると災害リスクの増加が懸念されている。しかもその影響は、多様性の大きなアジアでは地域により大きく異なる。この研究課題では、ハザードと社会経済影響両面から、対象地域を定め、その特性に応じた、影響評価を行うことになる。

対象とする特定脆弱地域として、最近大きな水災害を経験した地域で、表-1の属性、流域面積、流域内人口を考慮して、図-1で示される、パキスタンのインダス川、タイ国のチャオプラヤ川、カンボジアのメコン川、インドネシアのソロ川、並びにフィリピン国パンパンガ川としている。

表-1 特定脆弱地域の諸元

河川名	属性	流域面積	流域内人口
インダス	大陸、半乾燥、雪氷	117万km ²	23,700万
メコン	大陸、モンスーン	80万km ²	6,000万
チャオプラヤ	大陸、モンスーン、既存ダム	16万km ²	2,800万
ソロ	島嶼、火山、台風なし	1.6万km ²	1,700万
パンパンガ	島嶼、火山、台風あり	1.1万km ²	580万

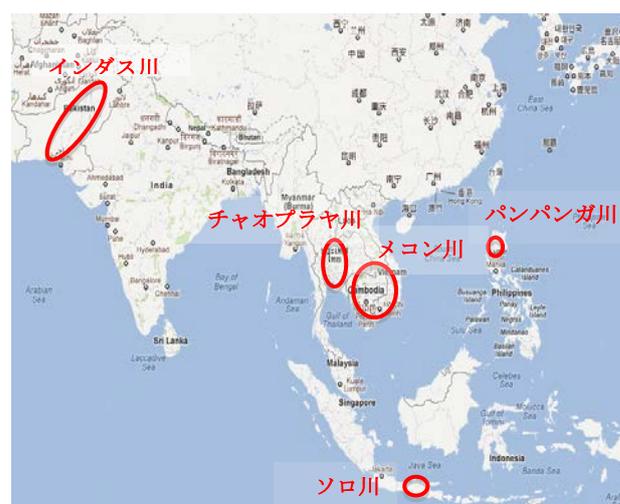


図-1 対象とする特定脆弱地域

3. GCMの気候実験データ取得から水災害リスクの評価の基本技術について

図-2は、GCMの気候実験データ取得から社会経

*“Creating information about risk assessment and adaptive management against water-related disasters in Asia” on climate change

*土木用語解説：全球気候モデル（GCM）

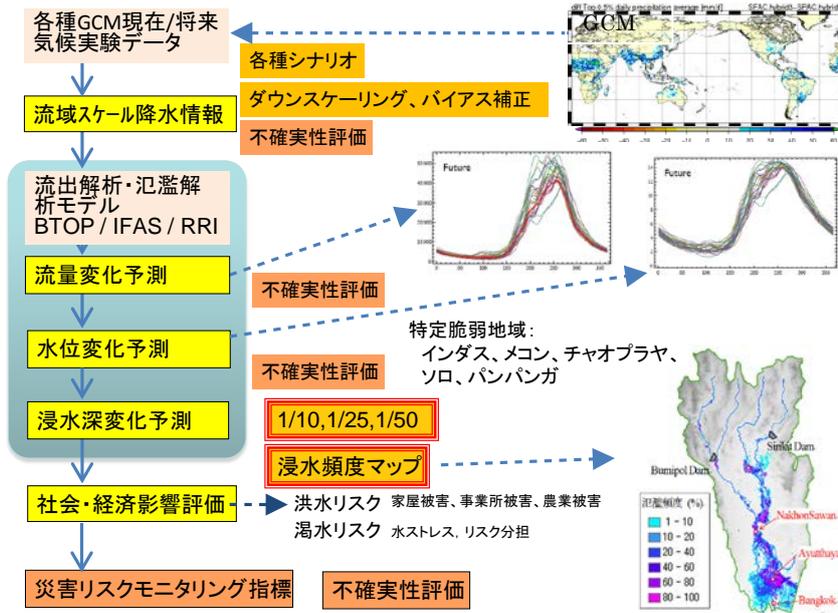


図-2 GCMの気候実験データ取得から水災害リスク評価に関する基本技術およびフローチャート

济評価に関する基本技術と情報の流れを示した図である。GCMとは、流体力学や熱力学などの方程式を用いて大気・海洋の状態、つまり地球の気候を再現し、大気中の温室効果ガス濃度等の外力に応じた気候の変化を表現する数理モデルである。GCMの気候実験のデータとして、CMIP5 (5th Phase of the Coupled Model Intercomparison Project; 第5期結合モデル相互比較実験) と呼ばれる温室効果ガス濃度シナリオに基づく各種GCMの相互比較プロジェクトのデータを利用する。

このデータの解像度は、主に空間的に20km～300km、時間的に6時間から1日程度で、流出解析による詳細な検討には粗く、解像度を上げる必要がある。これをダウンスケーリングと言う。これには、統計的と力学的なものがある。前者は、空間詳細な過去の観測データを利用して、気候実験データの空間解像度を上げるものである。気候実験データにはバイアスがあるためそれを補正することも同時に行う。力学的ダウンスケーリングは、空間解像度を高めた気象モデルを用いて、GCMデータを初期値と境界条件として与えることにより計算を行う方法である。

ダウンスケーリングで得られた降水量から、流出解析・氾濫解析モデルを用いて、流量変化予測、水位変化予測、浸水深変化予測を行う。その結果と特定脆弱地域の社会・経済状況の調査により具体的な被害額を検討し、洪水と渇水のリスク評価を行う。

4. フィリピンのパンパンガ川の事例紹介

4.1 パンパンガ川の概要、基本情報

特定脆弱地域の一つであるフィリピンのパンパンガ川に関する研究を事例として紹介する。この河川流域の年降水量は2,144mm、流域面積10,434km²で河道長260kmである。

4.2 力学的ダウンスケーリング

先ほど述べたようにGCMの気候実験データの解像度は一般的に粗いため、WRF (Weather Research and Forecasting model)で力学的なダウンスケーリングを行う。WRFとは、領域気象モデルで、有限差分法を用いて、風向・風速・気温・気圧・水蒸気量を境界条件として、大気支配方程式を時間積分し、GCMよりも高解像度で対流の発達衰退を再現し、降水量などを計算するモデルである。現研究段階では、GCMの気候実験データとほぼ同じ構造を持つ再解析データを用いて対象地域でWRFのパラメータ調整を行い、過去に起こった気象現象の再現を行っている。

再解析データとは、過去の、大気や海洋の循環場・気温場などを、当時の観測データと最新の数値予報モデルを使って、コンピュータで再現したデータである。図-3は、再解析データを用いて、水平解像度を100kmから2km(図-3(中)の中央部分が2km、周辺が10km)へダウンスケーリングを行い地上雨量と比較した事例である。図-3の上図と中図を比較し

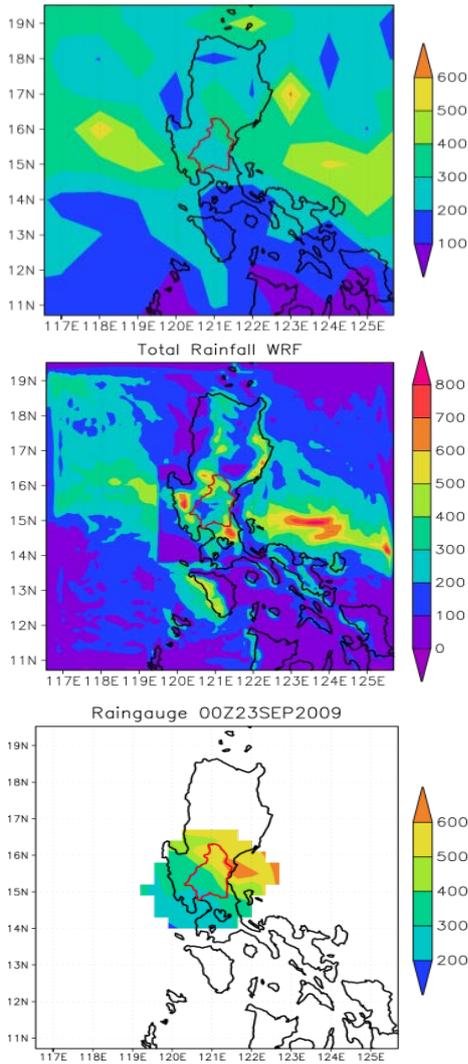


図-3 WRFの事例(再解析データ(上図)、ダウンスケーリング後の降水量(中図)、地上雨量(下図)、中央の赤い線で囲まれた部分が対象流域)

て、解像度が上がったことが分かる。

ダウンスケーリング後の降雨分布と観測地上雨量と比較することにより、その精度や特徴を検証しているところである。

4.3 流出氾濫解析モデル(IFAS・RRI)による氾濫解析検討

2011年9月に発生した台風17号による洪水を対象とした。対象とした洪水は降雨量(48時間雨量)、流量ともにこれまでの記録で既往最大の洪水イベントであり、地上観測降雨量を用いて総合洪水解析システムIFAS(Integrated Flood Analysis System)と降雨・流出・氾濫モデルRRI(Rainfall-Runoff-Inundation) modelをパンパンガ川流域に適用し洪水流量の再現性を検証した。図-4は、Mayapyap地点におけるハイドログラフであり、ハイドログラフ全体を概ね再現することができている。図-5はパン

パンガ川流域を対象に降雨流出氾濫解析モデルであるRRIモデルを適用し既往の洪水の流量や氾濫域の推定をしたものである。パンパンガ川流域には、Candaba Swamp、San Antonio Swampの2つの広大な湿地帯があり、洪水時には遊水機能を発揮することも示されている。

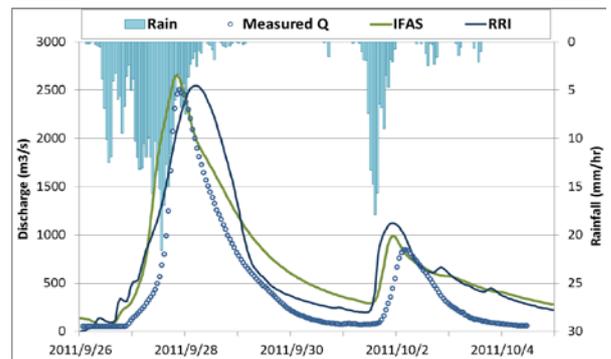


図-4 Mayapyap地点におけるハイドログラフ

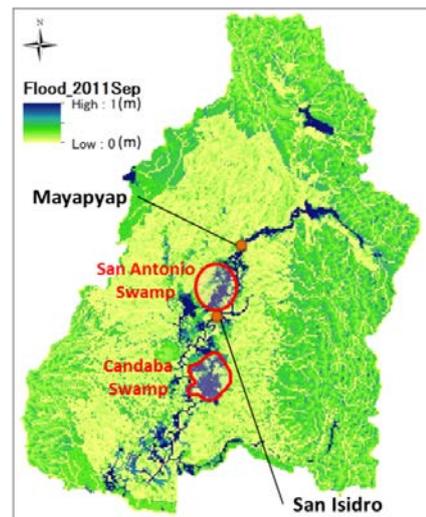


図-5 RRIモデルによる氾濫解析結果

今後は、再解析データをダウンスケーリングした結果をRRIモデルに適用しこの地上観測降雨の結果との比較検証を行うことになる。また、GCM将来気候実験データの力学的ダウンスケーリングした結果を雨量データとして適用し、気候変動の将来影響評価を行う予定である。

4.4 洪水被害による被害額の推定について

パンパンガ川流域の主たる産業は農業であり、主産物は米である。そこで、本研究課題では、まず米の被害額の推定に取り組んだ。図-6は、フィリピンの農業統計局が被害を試算するために使用している被害曲線で、横軸が浸水時間、縦軸が農作物の生産

ロスのパーセンテージで幅を持って表されている。今回は第1次試算としてこの被害曲線を用いて、米被害額の推定に取り組んだ。

図-7は、RRIの氾濫域、水深、被害日数を用いて、稲の成長段階の分類ごとの図-6の被害曲線を用いて推定した被害額について最大と最小を求めて、その平均値を示した図である。今後さらに、その社会経済調査を充実させていくとともに、GCM最新結果をもとに一連の検討を進めていくこととしている。

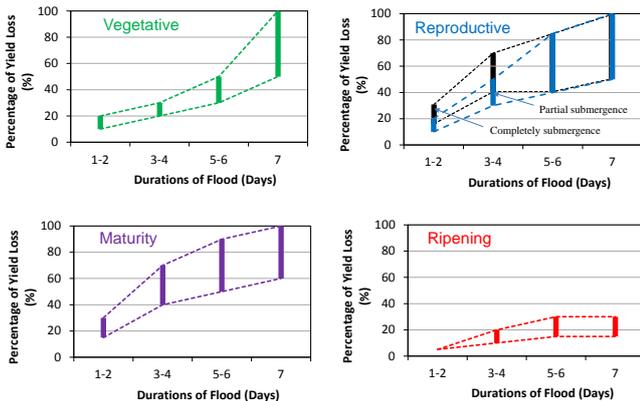


図-6 農業統計局が被害額を試算するために使用している被害曲線

5. まとめ

再解析による降雨データをダウンスケーリングし、洪水流出・氾濫計算を行い、洪水による被害の算出を行い、洪水リスクについて議論する手法をパンパンガ川に適用した結果を報告した。インドネシア・ソロ川、カンボジア・メコン川においても、すでに同様の調査・検討が進められている。

現時点では、過去の降雨を利用して4.2から4.3までの手法で被害額の推定を行っているが、今後、気候変動実験のデータを利用して、将来の気候変動に

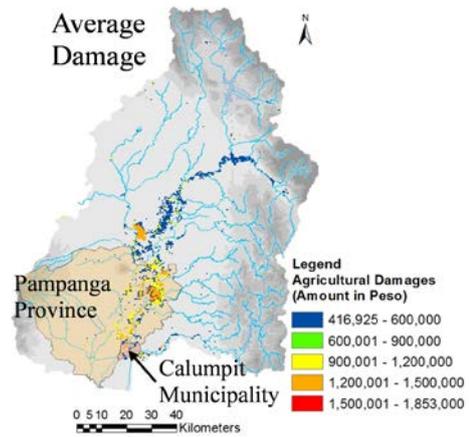


図-7 米の被害推定額の分布図

よる影響を評価することになる。この結果を、特定脆弱地域を持つ国に、気候変動適応のための、主要課題解決に向けた計画立案、意思決定等に必要情報を提供する予定である。

本研究は、シュレスタ研究員、宮本研究員、牛山専門研究員、長谷川専門研究員等、多くの土研 ICHARMのスタッフによって実施された。

参考文献

- 1) Lead authors1: Karl E. Taylor,2 Ronald J. Stouffer,3 and Gerald A. Meehl4:A Summary of the CMIP5 Experiment Design <http://cmip-pcmdi.llnl.gov/index.html>
- 2) 甲斐憲次：二つの温暖化 -地球温暖化とヒートアイランド- 成山堂書店
- 3) 文部科学省研究開発局：平成25年度 研究成果報告書 気候変動リスク情報創生プログラム 課題対応型の精密な影響評価

上野山智也



香川県土木部次長(前)土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター水災害研究グループ主任研究員
Toshiya UENOYAMA

岩見洋一



(独)土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター水災害グループ 首席研究員
Yoichi IWAMI

岡積敏雄



国土交通省総合政策局国際建設管理官(前)土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター水災害研究グループ 首席研究員、工博
Dr.Toshio OKAZUMI

安田成夫



前(独)土木研究所水災害・リスクマネジメント国際センター水災害研究グループ 長、工博
Dr.Nario YASUDA