

Examination of “Yamase” events using d4PDF climate ensemble simulations.

*Sho Kawazoe¹, Shiori Sugimoto¹, Mikiko Fujita¹, Yasuko Okada¹, Shingo Watanabe¹

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC)

“Yamase”, are defined as cold, northeasterly winds periodically observed in Hokkaido and Tohoku region of northern Japan. Because Yamase conditions are most pronounced during the summer, prolonged events can and have resulted in substantial damages to rice crops, especially during the ripening phase (late-July to mid-August). During the strong Yamase year of 1993, the eastern Tohoku region experienced nearly a 70% deficit in rice yield. In 2003, the same region experienced a 35% deficit, despite the expanded use of cultivators such as “Hitomebore”, which were implemented to withstand lower temperatures. With projected average temperature increases in northeastern Japan ranging anywhere from 2.8 –5.0 °C at the end of the 21st century, agricultural practices will need to adapt in order to mitigate the impacts of a warmer climate. However, it is equally important that events such as Yamase be taken into consideration when climate change information is provided to stakeholders and policy makers.

This study aims to evaluate the ability climate models have in replicating Yamase events seen in observations, their changes in the future climate, and how regionally downscaled models provide important physical characteristics not captured at coarser resolutions. To accomplish this, we use large member ensemble of global (GCMs) and regional climate models (RCMs) from the Meteorological Research Institute (MRI), as part of the “database for Policy Decision-making for Future climate change (d4PDF)”. GCM results come from MRI-AGCM3.2, resolved at 60km horizontal resolutions, while RCM results come from the NHRCM, which is regionally downscaled to a horizontal resolution of 20km. For scenario climates, global mean surface air temperature is prescribed to be either 2K or 4K warmer than the pre-industrial climate, equivalent to emission scenarios from the Representative Concentration Pathways, RCP4.5 and RCP8.5, respectively. The performance of these models is evaluated using observational data from AMeDAS, and from the JRA55 and ERA-interim reanalysis datasets.

d4PDF models general reproduce well the environmental characteristics of Yamase events seen in observations. This consists of an enhancement of Okhotsk high and the weakening of the western Pacific high, easterly/northeasterly surface winds near the eastern Tohoku region, and negative temperature anomalies across eastern Japan, especially near the coastline. These characteristics remain relatively unchanged in future climates, as well as the frequency of Yamase events. The lack of substantial differences between current and future Yamase events highlights the importance not to neglect such events and will be the focus of this talk.

Keywords: Yamase, d4PDF, Climate change

気候変動の観点からの高知平野鏡川流域における高潮・地震などの複合的水害リスクの評価と対策について

Risk evaluation and prevention of complex flood disaster with earthquake subsidence and storm surge in Kagami river of Kochi plain.

*吉村 耕平¹、那須 清吾¹

*kouhei yoshimura¹, Seigo Nasu¹

1. 高知工科大学

1. Kochi University of Technology

気候変動によって災害リスクの増大が懸念される一方で、東日本大震災以降、単体での災害だけではなく複合災害のリスクについても関心が高まっている。また東日本大震災や近年の水害多発に対して、水防法が改正されて想定しうる最大の降雨について被害想定を行うことが求められるようになった。従来の防災では、単一の災害について一定の想定を行い、その想定に基づいた計画を作って、対策や訓練を行ってきたが、「単一」と「想定」について大きく方針が転換されたということになる。

また人口減少や財政難で、社会資本整備についても新規の施設の建設には困難を伴い、また気候変動を筆頭に変化するリスクに対しては、施設の整備などの対策は、たとえ着工が可能であったとしてもリスクの増大に追従できない可能性が高い。またリスクが激化するという一方向の流れであれば施設は手戻りにはならないが、リスクが変化する場合には過剰投資・手戻りになる可能性も否定できない。そのため、時間軸での分析も重要となる。

特に本研究では、その中でも「単一」の想定を越え、複合災害のリスクについての分析を行い、既存のストックを活用した対策を提案する。

対象エリアは高知市を中心とした高知平野を流れる鏡川流域とし、南海トラフ地震による地盤沈下と、台風による高潮・洪水の複合リスクについてをあつかう。高知平野で最大の河川である鏡川は、山間部から始まり市街地を貫流して浦戸湾に注ぐ、幹川流路長32 km、集水域は170 km²の二級河川である。流域には多目的ダムである鏡ダムが建設されている。また土佐湾ならびに浦戸湾は高潮のリスクが大きい。

また日本に多い都市部低平地河川と同様に、上流部からの洪水流の流下、河口からの潮汐の影響、市街地からの下水の放流などによる水位の上昇などの様々な要素がありリスクの評価が難しい。そのため筆者らが鶴見川で開発を進めているシームレスモデルを導入し、降雨と潮汐から河道の水位を予測できるモデルを構築した。

また、南海トラフ地震では最大2mの地盤沈下が発生した。その複合リスクを評価するために、河道モデルにおいて地盤高を変化させて、その影響を評価した。地盤沈下によって潮汐の影響は広範囲に広がること、また潮汐のピークと洪水のピークが重なった場合、潮汐の影響による流下能力の低下が地盤沈下によって顕著になるということが明らかになった。

これらのリスクに対応するために実際に行う事の出来る対策は限られている。地震による堤防などの河川施設の損壊を防止するために耐震補強を行うことは重要であるが、地盤沈下と高潮と洪水という複合災害についてはそれだけでは対応できない。流下能力の低下に対しては、上流のダムによる洪水調節が重要な手段となるが、新規のダムの建設は困難であり、また洪水調節容量を変更することも難しい。このため、従来通りの洪水調節容量のまま、ダムの運用ルールをこれまでの定率カットに変えて、高潮のピークに対して“鍋底カット”を行うことに変更した場合の効果を検証を行った。

同じ洪水調節容量のままであっても、2mの高潮のピークに対して流量を絞るという運用にすると安全に流下させられることがわかった。

時間的な観点から見ると、地震による地盤沈下の影響は数年単位で一時的な場合も多く、一定の時間の後には地盤高は回復することも多い。そのため、地盤沈下を対象とした恒常的な施設整備よりも有利であり、発生が懸念される地震への対応としては、新規のダム建設とは違ってすぐに利用出来る手段が必要であるが、ダム

の操作ルールの変更は地震との複合リスクに対して望ましいといえる。

また時間の観点からは気候変動の影響がこの複合リスクにどう影響するか、という点が重要となる。高知平野の鏡川を対象にした先行研究では、井芹らや左藤らは、気候変動によって最大流量に変化はないか減少するが、年最大流量の平年値の増大や、既往最大クラスの洪水の頻度の増大を予測している。単体での気候変動のリスクを考えると、最大流量が増大しない、というのは、適切に施設整備が成されていれば安全に流下できるということでもあるので、災害リスクが増大したとはいえない。これは既往最大クラスの洪水の頻度が増加する、あるいは年最大流量の平年値の増大という点も、やはり災害リスクは増大しない、と考えられる。

しかし、地震による短期間の施設の損壊や、地震後の一定期間の地盤沈下といったリスクを勘案すると、「既往最大クラスの洪水の頻度が増加」「年最大流量の平年値の増大」は別の意味を持つようになる。地震によって一定期間は災害対応力が弱まる、という想定に立つと、頻度の増大であったとしても、複合災害のリスクをもたらすと考えられる。気候変動における災害リスクの増大に関する議論においては新たに議論すべき論点であると考えられる。

キーワード：気候変動、水文モデル、地震、複合災害、地盤沈下、ダム管理

Keywords: climate change, hydrological model, earthquake, complex disaster, Ground subsidence, dam management

近未来気候変動予測データベースシステムの開発

Development of a database system for near-future climate change predictions

*中川 友進¹、川原 慎太郎¹、荒木 文明¹、松岡 大祐¹、石川 洋一¹、渡邊 真吾¹

*Yujin Nakagawa¹, Shintaro Kawahara¹, Fumiaki Araki¹, Daisuke Matsuoka¹, Yoichi Ishikawa¹, Shingo Watanabe¹

1. 国立研究開発法人海洋研究開発機構

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

気候変動リスク情報創生プログラムの成果物である「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」(database for Policy Decision making for Future climate change; d4PDF)は総データ量が約2ペタバイトにもなる大規模シミュレーションデータである。d4PDFは「データ統合・解析システム」(Data Integration and Analysis System Program; DIAS)から公開されている。気候変動の確率的な影響予測を創出するためには、d4PDFの多数のアンサンブル実験の解析が必要である。しかし、ユーザーが手元にダウンロードして解析するにはデータ量が大きいため、必要なデータを絞り込んでダウンロードする機能が必要である。

「気候変動適応技術社会実装プログラム」(Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology; SI-CAT)では、d4PDFのデータから高速かつ効率的に必要なデータを見付けるための「近未来気候変動予測データベースシステム」を開発している。近未来気候変動予測データベースシステムは、おおまかには、リレーショナルデータベース、データ提供機能、ユーザーインターフェースで構成される。近未来気候変動予測データベースシステムの核となるPostgreSQLを用いたリレーショナルデータベースは、d4PDFのデータを時間と空間で圧縮した情報が登録される予定である。これによりユーザーは必要とするデータがある時間と空間を絞り込むことができる。最初の段階として、SI-CATのメンバーからのニーズが多い降水量、気温、台風トラックデータについてリレーショナルデータベースの開発を進めている。Open-source Project for a Network Data Access Protocol (OPeNDAP)を用いたデータ提供機能は、絞り込んだ結果に基づき、時間と空間でDIASのデータを切り出してダウンロードするための機能である。これらの機能を簡易に使用するために、Webベースのユーザーインターフェースの開発も進めている。近未来気候変動予測データベースシステムは2017年度にDIASから公開する予定である。近未来気候変動予測データベースシステムで開発する技術は、シミュレーションや観測を問わず、他の分野の大規模データにおいても有用であると考えている。

キーワード：気候変動、リレーショナルデータベース

Keywords: Climate Change, Relational Database

Development of the North Pacific Ocean Model for Near-Future Projection of Ocean State

若松 剛¹、*西川 史朗¹、五十嵐 弘道¹、石崎 廣¹、石川 洋一¹

Tsuyoshi Wakamatsu¹, *Shiro Nishikawa¹, Hiromichi Igarashi¹, Hiroshi Ishizaki¹, Yoichi Ishikawa¹

1. 海洋研究開発機構

1. Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Near-future projection of ocean state is one of the key products in the MEXT sponsored project, Social Implementation Program on Climate Change Adaptation Technology (SI-CAT). In this project, we are aiming at producing projected ocean state around Japan coast under near-future climate change using the North Pacific Ocean circulation model. During the first one year of SI-CAT, we have conducted extensive survey with our project partner from local governments, Ibaraki, Tottori and Saga, and other research institutes. Based on the feedback from our partners, we identified key variables to be assessed under near-future condition. The most desired variable is sea level along Japan coast and we have implemented tools to diagnose impact of atmospheric change on coastal sea level change from atmospheric external forcing based on Sverdrup theory. Using the tools we have selected a subset of atmospheric forcing models based on d4PDF and CMIP5 data. In this presentation, we will make a report on preliminary results from our near-future ocean state projection experiments.

キーワード：海洋近未来予測、北太平洋モデル、海面水位、CMIP5

Keywords: Near-future ocean prediction, North Pacific ocean model, Sea level, CMIP5

大規模アンサンブル気候予測実験d4PDFに基づく韓国の東南沿岸における高潮偏差の長期評価

Long-term impact assessment of storm surges around the southeastern Korean Peninsula based on a large-ensemble of climate projection of d4PDF

*梁 靖雅¹、金 洙列²、森 信人³

*Jung-A Yang¹, Sooyoul Kim², Nobuhito Mori³

1. 京都大学大学院、2. 鳥取大学大学院、3. 京都大学防災研究所

1. Graduate School of Engineering, Kyoto University, 2. Graduate School of Engineering, Tottori University, 3. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University

【緒論】

韓国は1904年から2013年まで年間約3個の台風によって直接的・間接的に台風の影響を受けており、過去台風による高潮災害で沿岸域にて大きな被害が何度もあった。現在、地球温暖化による気候変動に伴って台風強度の増大が予想されており(Knutsonら, 2010; Moriら, 2010)、その影響で韓国の沿岸部における高潮による長期的な変化と災害の発生が懸念される。

気候変動リスク情報創生プログラムにより、水平解像度約60kmの全球大気モデル(MRI-AGCM3.2)を用い、これまでにない最大100メンバのアンサンブル実験を行い「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、database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF)」が作成された。この実験は過去実験(1951~2011)、非温暖化実験(1951~2010)、4℃上昇実験(2050~2111)の3種類に構成され、今まで評価の難しかった数十年に一度以下の極低頻度の台風や高潮の長期評価が可能になった。

本研究ではd4PDFの結果から得られた台風データから、韓国に影響を及ぼす台風の再現性と将来変化を検討した。さらに、その台風データを駆動力として、気候変動に伴う高潮偏差の長期評価を行った。

【研究方法】

本研究では韓国に影響を及ぼす台風として、32°~40°N、122°~132°Eの領域を通過した台風を研究対象とした。d4PDFの台風データにおける韓国に影響を及ぼす台風の再現性と将来変化を評価するため、d4PDFの台風データのうち、研究対象となる台風を抽出した。研究対象となる台風数とそれらの台風の強度特性について再現性を評価するため、過去実験の台風データ(d4PDF-past)と該当期間のIBTrACSの観測データ(IBTrACS)を比較した。台風の将来変化の把握にはd4PDF-pastと4℃上昇実験の台風データ(d4PDF-future)を用いた。これらの台風をもとに、非線形長は方程式を用いた高潮のネスティング計算を行い、高潮の長期変化を検討した。ネスティングは4ドメインで行い、最小解像度は760mである。その後、台風ごとの最大高潮偏差の計算結果を極大値資料として極値統計解析を行い、再現期間R年の高潮偏差、気候変動による再現確率値の変化量を検討した。極値分布関数としてGumbel分布を当てはめ、プロットング・ポジション公式にはGringorten公式を適用した。再現期間は、25年、50年および100年とした。

【結果】

韓国に影響を及ぼす台風数については、d4PDF-pastで6,475個(メンバ平均65個)、d4PDF-futureでは3,642個(メンバ平均41個)と約半分となる将来変化が見られる。一方、IBTrACSの台風数は182個である。d4PDFのアンサンブルメンバの多さから十分な台風サンプルを確保することができた。

台風の中心気圧については、d4PDF-pastの最低中心気圧の平均値は971.4hPa、d4PDF-futureの平均値は963.2hPaであり、将来には今までより強い台風が通過する可能性が高く予想される。しかし、IBTrACSの平均値は981.7hPaで、d4PDF-pastはIBTrACSより約10hPa過小評価されており、そのバイアスを補正してか

ら、高潮計算に用いた。韓国の東南沿岸部における気候変動による将来の高潮偏差は、台風の強大化につれ一様に増加するのではなく、地域依存性があることが分かった。

キーワード：高潮、気候変動、大規模アンサンブル気候予測実験、d4PDF

Keywords: storm surge, climate change, large-ensemble climate projection, d4PDF

Does a RCM add value to its driving parent GCM simulated extreme precipitations linked to temperature over Japan?

*Sridhara Nayak¹, KOJI DAIRAKU¹, Noriko N. Ishizaki¹

1. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

The frequency of extreme precipitation events are now of serious concern which are expected to increase in a warmer climate (IPCC 2012), because atmosphere can hold more water vapor in warmer air temperature according to the principle of Clausius-Clapeyron (CC) relationship (~7% per degree rise in temperature). As a consequence, more extreme precipitation events may occur under warmer climate and may impact on agriculture, the economy, the human health and also animal habitats. Simulations by Regional Climate Models (RCMs) are often used for impact assessments because they are presumed to simulate the regional climate, especially extreme events, better than their driving General Circulation Models (GCMs). Thus there is a growing debate on the added value by RCMs to their driving GCMs over various regions. Our study explores whether a RCM reproduces the extreme precipitation linked to temperature over Japan better than its driving parent GCM by analyzing 330 ensemble experiments [140 experiments with NHRCM at 20km (50 experiments for current climate: 1951-2010 & 90 experiments for future climate with 4°C warming: 2051-2110) and 190 experiments with the MRI-AGCM at 60km (100 experiments for current climate & 90 experiments for future climate)]. We find that the extreme precipitations linked to temperature basically follow the CC relationship over Japan for a certain temperature (for instance ~24°C) and a further increase of temperature decreases the precipitation intensity. These results are consistent with AMEDAS station observations and the past research conducted over various regions. All the individual ensemble experiment results of RCM and GCM show a similar qualitative behavior. Further we find that RCM ensemble experiments overestimated the extreme precipitation intensities for the temperatures above 24°C, while GCM underestimated the same particularly at the peaks (18-26°C). However, for the temperatures between 20-24°C RCM added ~35% to the extreme precipitations linked to temperature over Japan compared to GCM ensemble experiments. The overestimation of precipitation intensity at higher temperatures simulated by RCM is associated with strong vertical velocity (i.e. upward motion of air) and much availability of water vapor, while the underestimation of the same by the GCM is associated with weak vertical velocity and less availability of water vapor compared to the RCM. This may lead to contribute the added value by RCM over GCM. Additions to this, the zonal and meridional winds in RCM are noticed stronger compared to that in GCM at higher temperatures. This may bring more moisture from the ocean towards Japan land and cause more precipitation in RCM. Furthermore, all ensemble experiment results in RCM and GCM show a significant increase of precipitation intensities (~30mm/d in RCM and ~15mm/d in GCM) for the temperatures roughly above 24-26°C under future climate scenario over Japan and RCM added ~15mm/d amount of precipitation intensity to this future change. This increase of extreme precipitation intensities at higher temperature may be due to the increase in temperature under future climate (4°C warming). The added value of RCM will be further discussed through the column-averaged total kinetic energy and column integrated moisture flux convergence by spectral analysis.

Keywords: Extreme precipitations, Clausius-Clapeyron relationship, Ensemble experiments, Added value, Spectral analysis

Numerical Simulation of Urban Heat Island in Sendai City with Land Use of the Potential Natural Vegetation, 1850s and 2000s

*Lidia Lazarova Vitanova¹, Hiroyuki Kusaka²

1. Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Japan, 2. Center for Computational Sciences, University of Tsukuba, Japan

This study examines the impact of urbanization over the past 150 years in Sendai City for three different land use cases: potential natural vegetation (PNV), 1850s, and 2000s. The Weather Research and Forecasting (WRF) model with 1 km horizontal resolution was used and the following results were obtained. Firstly, results of the control simulation were verified against observations. The WRF model reproduced well the observed temperatures in Sendai City and five additional locations in Miyagi prefecture. The bias is from -0.55 °C to -1.30 °C in August and from -0.02 °C to -1.37 °C in February. Secondly, impacts of urbanization were evaluated. The effect of urban heat island (UHI) in 1850s was almost not found even the existence of the small urban area of Sendai city. The sensitivity experiment, where the land use was replaced to PNV, was conducted and showed there was a slight temperature difference between 1850s and PNV. Thirdly, the simulated monthly mean temperature was compared between 1850s and 2000s land-use experimental cases. The results indicate that the monthly mean temperature in August (February) in 2000s is 1.4 °C (1.5 °C) higher than that in 1850s. Moreover, the considerable nocturnal temperature increase of 2.0 °C (2.1 °C) during the past 150 years was found in August (February).

Keywords: Urban heat island, urbanization, potential natural vegetation, land-use change

Uchimizu: A cool(ing) tradition to locally mitigate the urban heat island

*Anna Solcerova¹, Tim van Emmerik¹, Koen Hilgersom¹, Frans van de Ven^{1,2}, Nick van de Giesen¹

1. Delft University of Technology, Water Resources Management, Stevinweg 1, 2628CN Delft, The Netherlands, 2. Deltares, P.O. Box 177, 2600 MH Delft, The Netherlands

Urban heat island was first described 200 years ago but ways to mitigate heat in urban areas reach much further into the past. Uchimizu is a 17th century Japanese tradition, in which water is sprinkled around houses to cool the ground surface and the air by evaporation. Unfortunately, the number of published studies that have quantified the cooling effects of uchimizu is limited, and only use measurements of the surface temperature, or air temperature at a single height, as a measure of the cooling effect. In this research, a dense three-dimensional Distributed Temperature Sensing (DTS) setup was used to measure air temperature with high spatial and temporal resolution within once cubic meter of air above an urban surface. Six experiments were performed to systematically study the effect of (1) applied water amount, (2) initial surface temperature, and (3) shading on the cooling effect of uchimizu. The measurements showed a decrease in air temperature up to 1.5 K at 2 m height, and up to 6 K for near-ground temperature. Strongest cooling was measured for the experiment performed in the shade. For an amount of water applied of 1 mm and 2 mm, there was no clear difference in cooling effect, but after application of a large amount of water (>5 mm), the strong near-ground cooling effect was approximately twice as high as when only 1 mm of water was applied. The dense measurement grid used in this research also enabled us to detect the rising turbulent eddies created by the heated surface.

Representation of Southern African Monsoon In A High-Resolution AGCM and Its Future Projections

*Jerry Raj¹, Georgiy Stenchikov¹

1. King Abdullah University of Science and Technology

A monsoon circulation exists over the southern part of the African continent during the austral summer with precipitation maximum stretching from Angola on the west coast of southern Africa to Madagascar. In some locations, southern African monsoon lasts up to six months. Studies about this monsoonal circulation are surprisingly sparse. To understand the mechanism involved in the development of Southern African Monsoon and its controls, the present study uses a high-resolution AGCM, High-resolution Atmospheric Model (HiRAM) which is developed at GFDL. Accurate simulation of the migration of ITCZ is crucial in the simulation of rainfall over Southern Africa. HiRAM simulations, which are conducted at ~25 km horizontal resolution, can simulate the structure and migration of ITCZ with sufficient accuracy. The seasonal cycle, spatial structure, and the associated dynamic features are examined. The study incorporates observations, gridded datasets, reanalysis products, and GCM simulations for this purpose. Additionally, the future projections using representative concentration pathways RCP 4.5 and RCP 8.5 are also conducted and analyzed.

Keywords: Regional Climate , Africa, Southern Indian Ocean