

平成 25 年 6 月 6 日

記者発表

「地球温暖化による世界の洪水リスクの見通し」

発表者：平林 由希子（東京大学大学院工学系研究科附属総合研究機構 准教授）
鼎 信次郎（東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻 教授）

1. 発表のポイント：

- ◆ 11 の最新気候モデル出力(*)と最先端の河川・氾濫モデル(*)を用いることによって、最新の4つの気候変化シナリオ(*)に基づいた2100年までの世界の洪水リスクの変化を推計した。（全球洪水リスク研究においては、*が科学面での新規性である。）
- ◆ 地球温暖化が進んだ場合、アジア・アフリカの湿潤地域での洪水リスク増大が顕著である。
- ◆ 温室効果ガス排出削減目標策定に洪水リスクを組み入れるための第一歩となる情報を、世界で初めて提示した。それを通して、適応策の重要性も示唆された。

2. 発表の概要：

東京大学大学院工学系研究科の平林由希子准教授と東京工業大学大学院理工学研究科の鼎信次郎教授の研究グループは、東京大学生産技術研究所、英国ブリストル大学の研究者らと共同で、11の最新気候モデル出力（注1）と最先端の河川・氾濫モデルを用いることによって、2100年までの世界の洪水リスクの変化を推計した。

地球温暖化の進展に伴う洪水リスクの増大は、アジア・アフリカの湿潤地域において顕著であった。一方、ヨーロッパの多くの地域では洪水リスクは減少しそうである。利用した11の気候モデル間のばらつきが大きな地域もある。また、温室効果ガス排出削減目標の検討の際に洪水リスクに関する情報を組み入れるための第一歩として、全球平均気温上昇と世界全体の洪水リスク増加との関係性の提示を試みた。その結果として、気温上昇に伴う洪水リスクの増加トレンドだけが懸案事項ということではなく、洪水リスクは年々の変動が大きく、増加トレンドが顕著になる前に適切な適応策を推進する必要があることも示唆された。

本研究は内閣府の最先端・次世代研究開発支援育成プロジェクト、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業 および環境省の環境研究総合推進費(S10)の補助を受けて実施された。

3. 発表内容：

①研究の背景

洪水は気候に関連した、最も主要な災害の1つである。毎年の洪水による損失は数十億ドル、死傷者数は数千人と言われており、洪水による経済的損失及び死傷者の数は、地

球温暖化などの気候変化によって将来増加する可能性がある。このように、洪水のリスクの将来予測は社会的な関心の高い研究課題であるにも関わらず、地球温暖化時の洪水の変化とそのリスクを世界全体で解析した研究はごくわずかであり、複数の研究機関による気候モデルを用いて温暖化の将来見通し結果の不確実性を評価した研究は、これまで存在しなかった。

②研究内容

以上の背景をもとに、東京大学大学院工学系研究科の平林由希子准教授と東京工業大学大学院理工学研究科の鼎信次郎教授の研究グループは、世界の洪水リスクの将来見通しを計算するとともに、11の異なる研究機関の気候モデルによる将来の洪水の変化の見通しの一致・不一致の評価を行った。用いたデータは2013-2014年に発行予定の、気候変動に関する政府間パネル第5次評価報告書に準拠した、第5次結合モデル相互比較プロジェクトによる将来見通し計算の結果である。これを最先端の河川・氾濫モデルに入力した数値シミュレーションを行い、将来の洪水の変化と、洪水リスクの推計を行った。

ここで、洪水は「現在気候において、100年に1度の超過確率(注2)を持つ河川流量(以降、「現在気候の1/100洪水」と呼ぶ)」と定義する。将来の洪水頻度の変化は、現在気候の1/100洪水が将来気候では何年に1度生じるか、という超過確率の変化として計算される。

図1は、現在気候の1/100洪水が将来何年に1度生じるかを示し(注3)、11の研究機関による気候モデルを入力として用いた将来見通し結果の中間値を示す。将来の温暖化の見通し計算に用いられたシナリオは、RCP(Representative Concentration Pathway)というものである。RCPには4つのシナリオがあり、RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0、RCP8.5と呼ばれる。各々の数字は工業化以前と比較した2100年頃の放射強制力(注4)を表す。図1はRCP8.5、すなわち将来シナリオの中では最も温暖化が進行するシナリオの結果である。この図より、洪水の発生頻度は南アジア、日本と中国を含む東南アジア、北東ユーラシア、アフリカの東地域と低緯度地域、南アメリカの多くの地域で増加することがわかる。その逆に、ヨーロッパの北部と東部、アナトリア、中央アジア、北アメリカの中部、南アメリカの南部の多くの地域では、洪水の頻度は減少する。陸上の26%にあたる乾燥地域と各研究機関の将来見通しのばらつきが大きい陸上の14%を除くと、世界全体では陸上の42%で洪水の頻度が増加し、18%で減少する。なお、将来の温暖化の程度が低い他の3つのシナリオにおいても、変化の大きさは異なるものの似たような傾向が見られた。

また、洪水の頻度が将来増加する地域の多くでは、各研究機関の気候モデル間の見通し結果が良く一致していた。洪水頻度が増加する陸上の42%のうち、半分以上の23%において、11の研究機関の9以上が増加傾向を示していた。このように複数の研究機関による将来見通し結果を比較することにより、洪水変化の見通しの不確実性を同時に示すことに成功した。

次に、このような将来の洪水の変化が人間社会へ与える影響を、洪水リスクのポテンシャルが高い人の数を示す、洪水暴露人口というインデックスを用いて調べた。洪水暴露人口は、ある年に河川流量が現在気候の1/100洪水の流量を超えた場合に、同じ場所のその年の最大の洪水の氾濫域に住む人の数を合計することで算出する。世界最先端の河川・氾濫モデルを用いることによって初めて、このような世界全体の洪水暴露人口の計算が可能

となった。ただし温暖化によるリスクの変化に着目するため、人口は2005年の値に固定した。その結果、年あたりの平均の洪水暴露人口は現在気候では世界人口の約0.1%であったのに対し、将来気候では0.4~1.2%になることが判明した。世界全体の洪水暴露人口の増加は、人口の多い低緯度地域、特にアフリカとアジアにおける洪水頻度の増加が原因である。また、洪水リスクは毎年の変化が非常に大きいことから、洪水の被害を軽減するためには、洪水リスクの平均値のみならず最大値にも着目して、洪水の増加トレンドが顕著になる前に適切な対策を推進する必要があることが示唆された。

最後に、気温上昇量と洪水暴露人口の関係を散布図にした結果、温暖化の程度に違いはあるものの、異なる研究機関による気候モデルの全てにおいて気温が上昇すると世界の洪水のリスクが増加する傾向が見出された(図2)。現在気候における世界の洪水暴露人口は平均して560万人程度であるのに対し、陸上の気温が2℃上昇すると平均で約3千万人、4℃上昇すると約6千万人になる。このような気温と洪水リスクとの関係から、温室効果ガスの削減目標を設定する際には洪水のリスクも考慮する必要があることが判明した。

③社会的意義

地球の気候が温暖化した場合には、ヨーロッパ地域などでは洪水リスクが減少する一方で、アフリカやアジアの多くの地域で洪水リスクが増加する見通しであり、世界全体では洪水リスクが増加する。この傾向は大多数の気候モデルで一致しており、温室効果ガスの排出目標を設定する際には、洪水リスクについても考慮する必要があることが判明した。

また、洪水リスクの年々変動が大きいことから、洪水の増加トレンドが顕著になる前に適切な適応策を推進することが必要であることが示唆された。

4. 発表雑誌：

雑誌名：「Nature Climate Change」6月9日オンライン版

論文タイトル：Global flood risk under climate change

著者：Yukiko Hirabayashi*, Roobavannan Mahendran, Sujan Koirala, Lisako

Konoshima, Dai Yamazaki, Satoshi Watanabe, Hyungjun Kim and Shinjiro

Kanae*

5. 問い合わせ先：

<研究に関すること>

東京大学大学院工学系研究科総合研究機構 准教授

平林由希子 (ひらばやし ゆきこ)

東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻 教授

鼎信次郎 (かなえ しんじろう)

<報道担当>

東京大学大学院工学系研究科 広報室 永合 由美子 (なごう ゆみこ)

6. 用語解説：

注1：世界の異なる11機関が開発した大気海洋大循環モデル(GCM)で算定された河川流出量データを指す。本研究で用いたモデルとシナリオは図2の通りである。

注2：洪水の超過確率とは、洪水の規模を示す場合に用いる指標の1つであり、平均して何年に1度の割合でその値（この場合は河川流量）を超過する洪水が発生するかという確率を示す。

注3：図1の値は1/100洪水の将来の再起年数（return period）であり、「n年に1度（超過確率1/n）」のnを示す。この値が100より小さい場合、将来の洪水頻度が増加することを意味する。たとえば50ならば、1/100規模の洪水が将来は2倍の頻度で生じることを意味する。

注4：放射強制力(単位：W/m²)とは、ある要因（たとえば大気中のCO₂濃度の変化）により気候に変化が生じた場合、その要因による放射エネルギーの収支の変化量として定義される。RCPシナリオの場合は、一般的にこの数字が大きいほど地球の温暖化が進行することがわかっている。

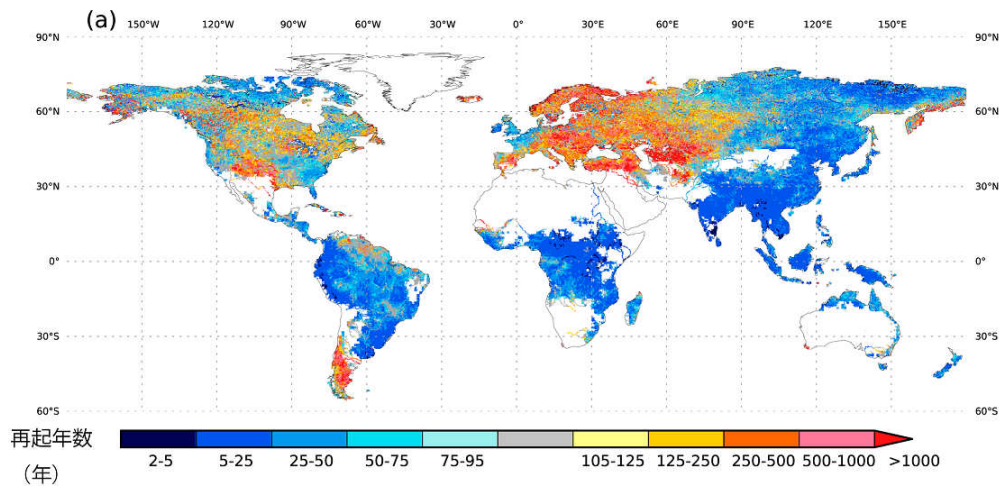


図1：将来における「現在気候の1/100年洪水」の再起年数(注3)。海上と乾燥地域（過去再現実験における1979-2010の平均年流量が0.01mm/日未満）は白抜きされている。

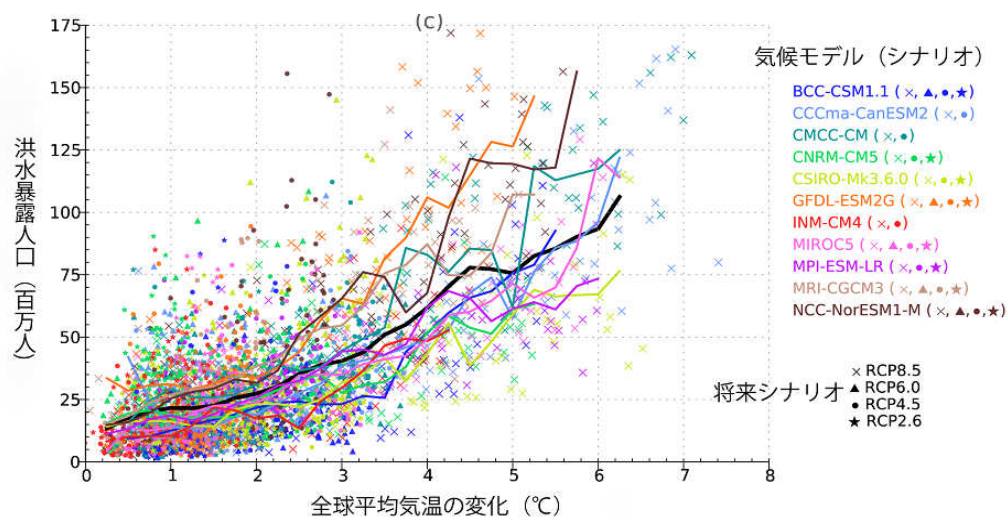


図2：洪水曝露人口と全球平均気温の1980-1999平均からの偏差。細線は各気候モデル・シナリオの毎年の値（記号）を気候モデルごとに集計したもの。太線（黒）はその平均を示す。