

大規模アンサンブル実験を用いた過去 60 年間の洪水への地球温暖化の影響の評価

芝浦工業大学 学生会員 ○塚本 篤輝
芝浦工業大学 正会員 平林 由希子

1. 背景と目的

IPCC の 1.5℃特別報告書（2018）によると、現在地球温暖化が進み、既に強い降水量が増加傾向にあることが示されている。従って、豪雨と関係の強い河川洪水に関しても、過去に既に生じている地球温暖化の影響により、その頻度や強度が強化されている可能性が考えられる。

これまでに、過去の極端現象に対して地球温暖化の寄与度を定量的に測ることを目的とした Event Attribution (EA) という手法¹を用いて、特定の洪水に対して温暖化の影響を定量化した実験^{1,2}や 2010 年～2013 年の洪水を対象に温暖化が洪水の発生に与えた寄与を定量化する研究(沢田ら, 2019)が行われてきた。しかし、既往研究では対象期間が短いため、洪水の影響が年代により異なっているのかが明らかにされていない。そこで、本研究では沢田ら(2019)の研究を発展させ、全球を対象に過去 60 年間に解析期間を増やした洪水に対する EA 実験を行い、地球温暖化の影響と地域、気候帯や年代による関連について考察をする。

2. 手法

2.1. 洪水の選定

まず、災害データベース EM-DAT を用いることで、EA 実験の期間（1951 年～2010 年）に発生した洪水のうち、被災者数が多い洪水と被害額が大きい洪水を選定した。次にニュースなど別のデータも参照しながら、洪水の発生地点を取得し、その近くに流量データベース GRDC の観測点があるか調査し、河川流量データが存在する地点のみを選出した。次に、選出された観測点において EA 実験を行い、HPB 実験が長期実験（HPB-LNG）より洪水の発生確率が高い場合を選出した。最終的には、76 件の洪水を選定し解析を行った。（図 1）

また、選定地点が属する気候帯をケッペンの気候

区分より定めた。76 件の洪水および温暖化の寄与については、地域・気候帯・発生した年代ごとにまとめ、関連性を調べた。

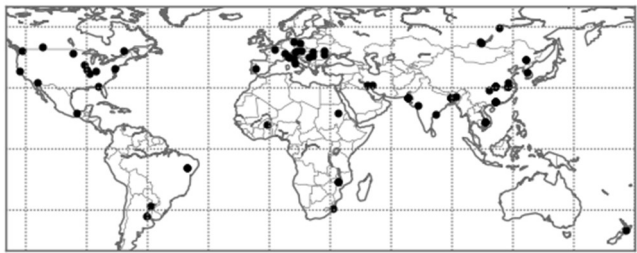


図 1 解析を行った洪水の発生地点

2.2. EA 実験

EA 実験とは、海面水温や海氷分布、温室効果ガスなどの人為起源由来の外部強制力や火山活動などの自然由来の外部強制力を境界条件としたアンサンブル気候実験である。多数の気候実験をすることで、過去の極端現象の発生確率を算定することができる手法である。本研究では、人為起源を含む過去と同じ境界条件を全球大気モデル MRI-AGCM3.2 に与えた再現実験（HPB と HPB-LNG）と地球温暖化の影響を含まない過去再現実験（NAT）を行い地球温暖化の影響を解析する。

表 1 EA 実験の概要

実験の種類	HPB	NAT	HPB_LNG
期間	1951-2011	1951-2010	1958-2011
外部強制力	すべて	産業革命前の条件に固定	すべて
海面水温 海氷分布	観測値	観測値から トレンドを除いた値	観測値
メンバー数	100	100	100

2.3. FAR 検定

対象とする河川洪水の発生地点において、これらの流量データに FAR 検定式(1)を適用し、地球温暖化の寄与度を計算する。

$$FAR = \frac{P_H - P_N}{P_H} \dots (1)$$

キーワード EA 実験、地球温暖化、河川洪水

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 TEL 03-5859-8353

ここで、 $P_H(P_N)$ は HPB 実験 (NAT 実験) における洪水の発生確率である。FAR が正 (負) の場合、地球温暖化により洪水が強化 (抑制)、すなわち発生確率を上げる (下げる) こととなる。ただし、FAR の値が-0.05 から 0.05 の場合は、温暖化の影響よりも自然変動や不確実性が大きいとみなした。

3. 結果

解析した 76 件の洪水のうち地球温暖化により抑制された洪水が 18 件 (23.7%)、強化された洪水が 54 件 (71.0%)、自然変動や不確実性が大きい洪水が 4 件 (5.3%) となった。

地域別にみると、アフリカ、南米、オセアニアでは、EM-DAT やニュース、GRDC のデータが少ないため洪水の選択数が少なくなっている。アフリカ以外は、洪水が強化された割合が高くなっており、特にアジアが高いことが分かる。

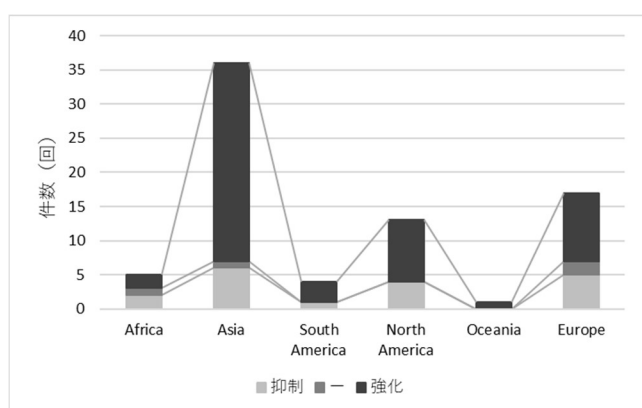


図2 地域別の洪水分布

気候帯別にみると、熱帯、乾燥帯、温帯、亜寒帯のすべてにおいて、洪水が強化された割合が高いことが分かる。

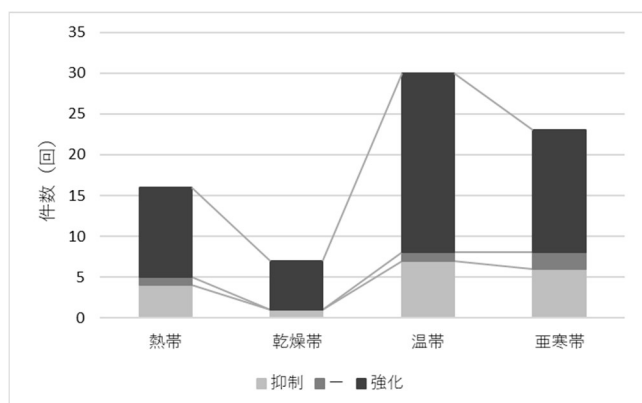


図3 気候帯別の洪水分布

年代別にみると、どちらも洪水が強化された割合が高くなっているが、1966 年から 1997 年までの

方が 1998 年から 2010 年よりも高いことが分かる。

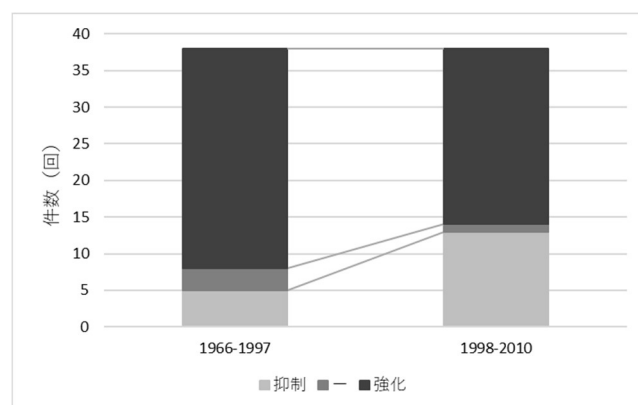


図4 年代別の洪水分布

4. 考察とまとめ

洪水を解析した結果、強化された割合が 7 割を超え、割合が高いことが分かった。IPCC の 1.5°C 特別報告書 (2018) に記載されているように、既に人間活動により気温が約 1°C 上昇している。これによって、飽和水蒸気量が大きくなり、水循環が強化され、降水量が増加することにより、洪水が強化された割合が高くなったと考えられる。

アジアは、将来の温暖化予測において洪水の発生頻度が特に増えることが予想されている³。他の地域と比べ、アジアにおいて過去の地球温暖化の影響により洪水の発生確率が上昇する傾向が大きかったことは、地球温暖化の影響が既に過去に発生した洪水に反映されていることを示唆している。

年代別では、地球温暖化が進行しているため、現在に近い方が強化された割合が高くなると考えたが、逆の結果になった。これは、気候実験・河川流量解析の不確実性、自然変動の影響や土壌水分量など本研究では考慮しなかった要素の影響があると考えられる。

参考文献

- 1 Pall, P et al. (2011) Anthropogenic greenhouse gas contribution to flood risk in England and Wales in autumn 2000. *Nature*, 470, 382-385,
- 2 木村雄貴ら(2016) Event Attribution 実験を用いた 2012 年アマゾン川洪水の要因分析. 土木学会論文集 G(環境), 巻 72, 号 5
- 3 Hirabayashi, Y et al. (2013) Global flood risk under climate change. *Nature Climate Change*, 3(9), 816-821