

平成 30 年 7 月豪雨における洪水の潜在性評価 に向けた広域アンサンブル流出解析

佐山 敬洋¹・本間 基寛²・竹之内 健介³・大西 正光⁴・矢守 克也⁵

¹ 京都大学准教授 防災研究所 社会防災研究部門 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: sayama.takahiro.3u@kyoto-u.ac.jp

² 京都大学特任助教 防災研究所 気象・水象災害研究部門 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: honmam@jwa.or.jp

³ 京都大学特定准教授 防災研究所 気象・水象災害研究部門 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: takenouchi.kensuke.3x@kyoto-u.ac.jp

⁴ 京都大学准教授 防災研究所 巨大災害研究センター (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: onishi.masamitsu.7e@kyoto-u.ac.jp

⁵ 京都大学教授 防災研究所 巨大災害研究センター (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

E-mail: yamori@drs.dpri.kyoto-u.ac.jp

平成 30 年 7 月豪雨時の近畿地方は、7 月 5 日から断続的に大雨が降ったものの、一部の地域を除いては大規模な浸水被害を免れた。ただし、もし雨域がずれていたり、降雨が継続していれば、近畿地方でも大災害に至った可能性がある。本報は、このような状況を豪雨災害の潜在的な事例と位置付けたうえで、アンサンブル雨量予測情報と広域の分布型水文モデルを用いて、洪水流出の潜在性について議論した。流出解析の結果、由良川支川など今回災害が発生した中小河川では 51 アンサンブルのうち 1~2 位に相当する程度の流量に達していた。一方、京都市を流れる桂川や鴨川ではその順位が 12~13 位に留まっていた。またその順位が仮に由良川支川と同程度になった場合には、実績の推定ピーク流量よりも 2 倍程度大きくなることが示唆された。

Key Words: ensemble flood forecasting, RRI Model, flood potential, FACP model

1. 洪水の潜在性について

平成 30 年 7 月豪雨では、停滞した梅雨前線の影響で、長時間にわたって広域で豪雨が継続し、西日本各地で洪水災害が発生した。岡山県小田川や愛媛県肱川のように大規模な浸水被害が発生し、報道等でも大きく取り上げられた地域がある一方、京都府由良川支川のように中小河川の洪水によって周辺地区に深刻な被害をもたらした事例も数多く発生した。さらに、今回、辛うじて被害に遭わなかったものの、雨域が少しずれていたり、もう数時間雨が降り続いていれば洪水災害になった地域も数多く存在したはずである。

今次の豪雨災害のように、広域かつ長時間にわたって豪雨が降り続いた場合、とどめの集中豪雨が降った地域では浸水被害が発生し、そうでなかった地域では浸水が発生しないことが多い。災害現象が顕在化せずに人的被害も発生しなかった場合、一部の行政担当者や専門家を除いて、災害の危険性があったことすら認識する機会が

ほとんど無い。災害になってから対策を講じるのではなく、被害を免れた地域でも、どういった状況になり得たのかを検証し、次の災害に備えることが防災・減災の基本となる。矢守ら²⁾は、このような事例を豪雨災害の潜在的 (Potential) 事例として、その他、致命的 (Fatal)、偶発的 (Accidental)、死活的 (Critical) を含む FACP モデルを提唱し、潜在的な事例にも目を向けるべきであること、それらを定量化することの重要性を訴えている。

顕在化していない洪水現象を客観的に評価するアプローチとして、実際に起こり得た降雨場を多数生成し、アンサンブルの洪水流出解析を実行する方法が考えられる。本間ら³⁾は、ECMWF (欧州中期予報センター) によるアンサンブル雨量予測情報をもとに、各予報メッシュで既往最大を上回る確率を計算することによって、今回の豪雨災害の潜在性を評価している。本報は、本間らが統計的にダウンスケールした雨量予測情報を広域の分布型流出モデルに入力し、中小河川を含めて、実績流量の推定結果⁴⁾と予測結果とを比較する。そのうえで 51 の予

測メンバーに対して、実績流量が概ね何位に相当していたかに着目して、より順位の高い洪水も生じ得たという観点から、洪水の潜在性について議論する。

2. 広域アンサンブル流出解析

本報で用いたアンサンブル雨量予測は、毎日 21 時 (JST) に更新され、空間解像度 25 km, 3 時間単位で、最大 15 日のリードタイムを有する。本間ら³⁾はこれを 1 km 空間解像度にダウンスケールしている。以下では 2018 年 7 月 5 日 21 時に予報された結果をもとに解析を行う。

流出解析は、近畿地方全域を対象とし、空間解像度 5 秒 (約 150 m) で構築した RRI モデル⁴⁾を用いる。図-1 は京都府の日吉ダムの実績推定流量 (解析雨量を入力した推定流量) と予測流量を比較している。この結果、No. 32 のメンバーが実績に近いことが分かる。7 月 6 日 0 時のピーク流量が低減した同日 16 時以降のピーク流量に着目すると、実績流量はアンサンブル予測の 4～5 位に相当していたことが分かる。一方、図-2 に示す鴨川 (深草地点) では、実績のピーク流量は 600 m³/s 程度に留まり、その順位も 12～13 位であった。1～2 位の予測では 1,200 m³/s を超えるようなピーク流量が推定され、その場合は鴨川の洪水被害も懸念される。

図-3 は横軸にアンサンブル順位を、縦軸にピーク流量を示して、主要な地点における予測流量 (実線: 左軸, 点線: 右軸) と実績 (マーカー) の関係を示している。図の軸の関係で由良川支川の蓼原川の流量変化は識別できないが、今回近畿地方で被害を受けた蓼原川では 2～3 位と相対的に順位が高くなっている。そのことは図-4 に示すアンサンブル順位の空間分布でも確認できる。この図から、日吉ダム流域は周囲に比べると順位が高いこと、由良川下流部の支川でそれより順位が高いこと、桂川下流や鴨川で順位が周辺地域に比べて相対的に低いことなどが分かる。

図-5 はアンサンブル順位 5 位のピーク比流量 (流量を集水面積で除した値) の分布を示す。この結果、兵庫県から京都府にかけて概ね一様にピーク比流量が大きく、近畿地方南部で相対的に比流量が小さくなっている。アンサンブル順位の生起確率は、今後データを蓄積して検証が必要である。今回の事例でいえば、特に中小河川で 1～2 位の順位に相当する場所も多く、図-1 や図-2 に示したアンサンブル順位の高い推定流量も生じ得たと考えることができる。

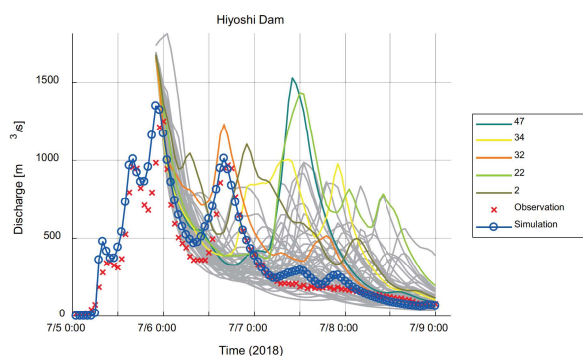


図-1 日吉ダムにおけるアンサンブル流出解析結果

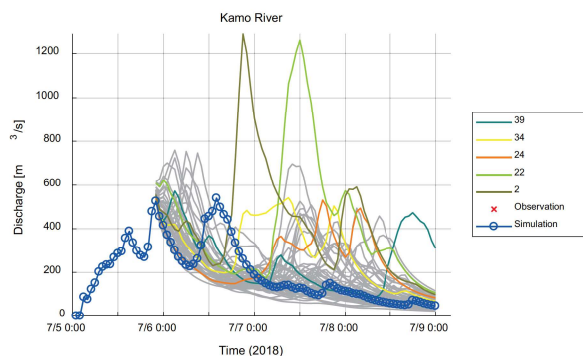


図-2 鴨川 (深草地点) におけるアンサンブル流出解析結果

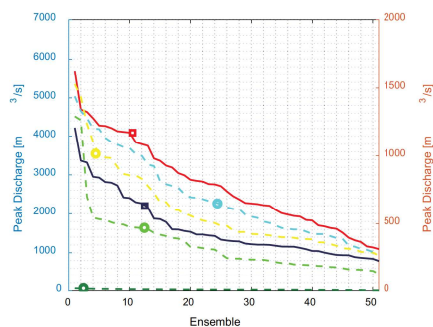


図-3 アンサンブル解析の順位とピーク流量との関係



図-4 実績流量に対するアンサンブル順位の空間分布: 実績のピーク比流量に応じて 1 位から 51 位までで色分けしている。

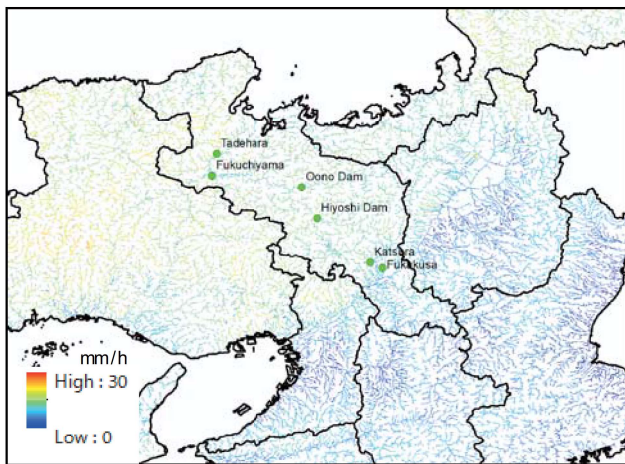


図-5 アンサンブル順位 5 位のピーク比流量分布

4 まとめ

本報は、平成 30 年 7 月豪雨における洪水の潜在性を評価することを目的として、近畿地方全域に適用した分布型流出モデルに 51 メンバーのアンサンブル予測雨量を入力して流出解析を行った。その結果、由良川支川のように今回被害が発生した地域では、アンサンブル予測の 1～2 位の順位に実績流量が相当していることが分かった。一方、京都市を流れる鴨川のように、周囲に比べると相対的にその順位が低いものの、降雨の状況によってはピーク流量が倍増しえる事例も確認された。

本報で示したアプローチは、既に起こった事象を振り返り、実績の推定流量と予測を比較しているという点を除いては、アンサンブルの洪水予測と本質的に同じ解析手順である。ただし、現行のアンサンブル洪水予測は、

予測の平均値とばらつきを推定することに主眼があるのに対し、今回の考え方は、各メンバーの予測はそれぞれ実際に生じ得る現象とみなして議論している。そのため、異なる予測情報を用いれば、推定される洪水の潜在性も変化するという根本的な課題がある。その背景には、自然現象のゆらぎにともなう本質的な不確実性と、モデリングによる不確実性とが不可分であることが原因にある。本来、洪水の潜在性を評価する目的では、前者のみを対象にすることが望ましい。その観点からは、本検討に用いるべき雨量情報は必ずしも予測モードである必要は無く、再解析データの力学的ダウンスケール情報なども活用できる可能性がある。

参考文献

- 1) 竹之内健介，大西正光，佐山敬洋，本間基寛，矢守克也：京都市伏見区下鳥羽地区における水害ポテンシャルに対する意識調査，京都大学防災研究所平成 30 年 7 月豪雨調査研究報告書，2019。
- 2) 矢守克也，竹之内健介，大西正光，佐山敬洋，本間基寛：豪雨災害について考えるための FACP モデル，京都大学防災研究所平成 30 年 7 月豪雨調査研究報告書，2019。
- 3) 本間基寛，佐山敬洋，竹之内健介，大西正光，矢守克也：アンサンブル予測を利用した平成 30 年 7 月豪雨のポテンシャル評価，京都大学防災研究所平成 30 年 7 月豪雨調査研究報告書，2019。
- 4) 佐山敬洋：西日本全体を対象とした降雨流出解析，京都大学防災研究所平成 30 年 7 月豪雨調査研究報告書，2019。

EVALUATION OF FLOOD POTENTIAL DURING HEAVY RAINFALL IN JULY 2018 BASED ON ENSEMBLE FLOOD ANALYSIS

Takahiro SAYAMA, Motohiro HONMA, Kensuke TAKENOCHI,
Masamitsu OHNISHI and Katsuya YAMORI

Heavy rainfall in July 2018 caused severe flood damages in many parts of western Japan. Except for some areas, crucial flooding did not occur in Kinki region. However, the disaster could be realized if rainfall areas were slightly shifted or the it continued some more time. Such a situation is recognized as a flood potential and evaluated based on ensemble rainfall forecasting with a distributed rainfall-runoff model applied to the entire Kinki region. As a result, the tributaries of the Yura River reached to 1-2 ranking among 51 ensemble members in terms of their peak discharges. On the other hand, the Katsura and the Kamo rivers in Kyoto stayed around 12-13 ranking. If these rivers also experienced the 1-2 ranking, the flood discharges could be more than doubled compared to the actual situations in these rivers.