

大気再解析データと分布型水循環モデルを用いた 多数年におよぶ河川流量データの擬似作成に関する研究

京都大学大学院工学研究科 正会員 ○萬 和明
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 黒崎直哉
 京都大学大学院工学研究科 正会員 市川 温
 京都大学大学院工学研究科 正会員 立川康人

1 はじめに 近年、地球温暖化の影響による自然災害の激甚化への懸念が強まっている。旧来から、ハード面での洪水対策として、長期確率雨量や河川流量に基づいたダムの施工や河川堤防の整備などが進められてきた。確度の高い長期確率雨量・流量を求めるためには、長期間にわたる雨量や流量の観測値の収集が必要であるが、十分に長期間の雨量・流量の観測知見が蓄積されている例は多くない。また、気候変動を想定した大気場の推計は、その計算負荷の制約のために十分な年数の計算を実施することは困難である。そこで本研究では、限られた年数しか存在しない気象データから、多数年におよぶ河川流量データを擬似的に作成する手法の開発に取り組む。

2 河川流量データの擬似作成手法

2.1 大気場の組み換え まず、連続時系列データである大気場に対して、時間相関を調べる。そして、ある時点の前後で大気場に時間相関がないと判断できるような特定の時点とその時間スケールを求める。その時点以前の大気場はそれ以降の大気場に影響しないと考えることができるため、ある年のある時点以降の大気場を異なる年の大気場で組み換えることができる、と本研究では考えることにする。この考えに基づけば、その時点を境にあらゆる年の大気場を組み合わせた、多数年におよぶ大気場を擬似作成できる。本研究では大気場として、大気再解析データを使用する。

2.2 河川流量への変換 大気場を入力条件として、物理法則で表現される分布型水循環モデルを用いて河川流量に変換する。本研究では、陸面過程モデル SiBUC (Simple Biosphere including Urban Canopy)¹⁾ と河道追跡モデル 1K-FRM-event²⁾ から構成される分布型水循環モデル³⁾ を用いる。

3 多数年におよぶ河川流量データの擬似作成 本研究では、タイ国チャオプラヤ川上流のプミポンダム上

流域を対象に多数年におよぶ河川流量データを擬似的に作成する。

3.1 大気再解析の時間相関分析 大気再解析データとして、気象庁 55 年長期再解析 JRA-55 を用いる。河川流量の推定に大きな影響を与える降水量と気温について、2003 年から 2012 年の月単位の値を対象に時間相関を分析する。

まず、月ごとの大気場の偏差の自己相関を調べた。降水量と気温はどちらも 1ヶ月のラグで対象地域全域で相関が小さくなることがわかった。次に、連続する 2ヶ月の大気場の偏差の相関を調べた。洪水が発生する雨季においては、8月と9月および9月と10月の間で連続する2ヶ月の降水量と気温の偏差の相関が小さいことが分かった。

さらに、降水量と気温の現地観測値を入手し同様に時間相関を分析した。その結果、降水量と気温の偏差の相関は8月と9月の間が最も小さかった。

以上より、大気再解析データの時間相関の分析結果に観測値の分析結果を加味し、本研究では8月と9月の間で大気場を組み換え、多数年におよぶ大気場を擬似作成した。

3.2 河川流量計算 JRA-55 の 2003 年から 2012 年までの大気再解析データを入力とし、分布型水循環モデルを用いて河川流量計算を行う。通常は 2003 年から 2012 年までの連続 10 年分の河川流量計算が行われる。以降、この計算によって得られた河川流量を連続流量とよぶことにする。一方で本研究では、8月と9月の間で大気場を組み換え、1月から8月までが10年分、9月から12月までが10年分の合計100年分の大気場が作成されている。よって、作成した大気場を入力として分布型水循環モデルによる河川流量計算を行い、100年におよぶ河川流量データを擬似作成した。以降この河川流量を擬似流量とよぶ。

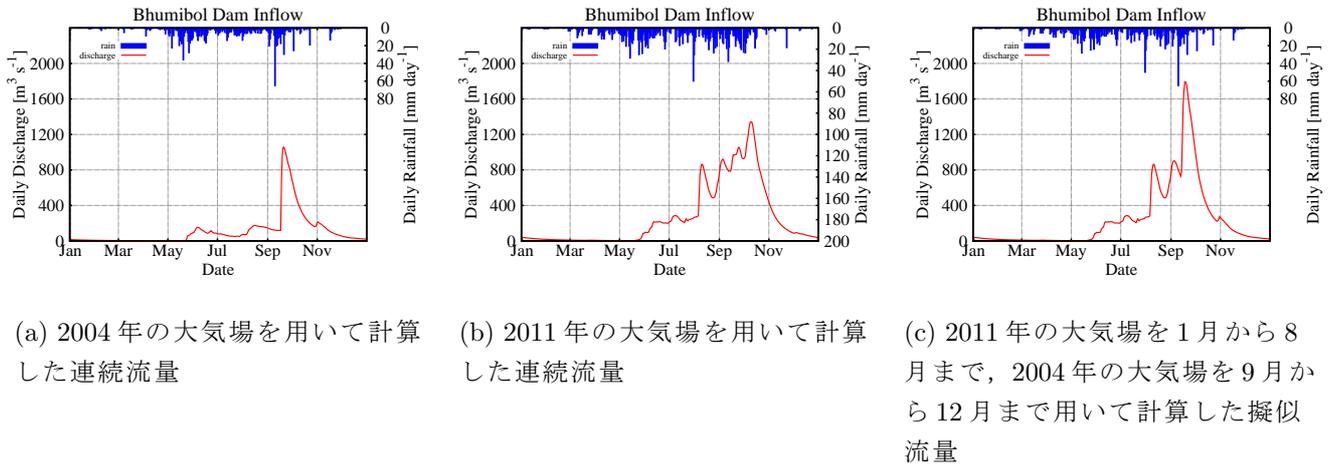


図1 2004年と2011年の大気場を用いて計算した河川流量の比較. 赤線が計算日流量, 青線が日雨量.

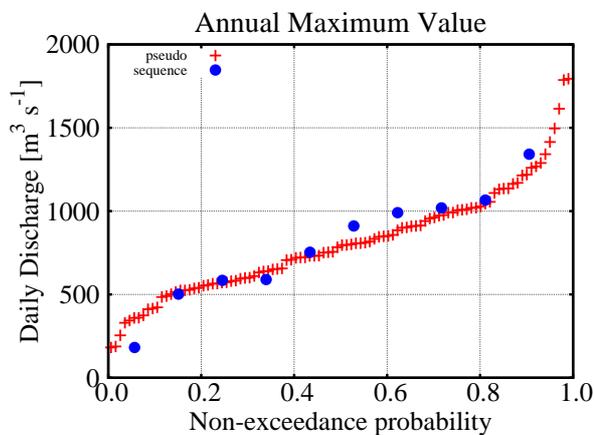


図2 年最大日流量と非超過確率の関係. 擬似流量データが赤印, 連続流量データが青印.

4 擬似作成された河川流量データの考察 本研究によって擬似作成された河川流量データは, 大気場の組み換えに用いた両年のハイドログラフの特徴を合わせ持つ傾向にあった. しかし, 特筆すべきハイドログラフを持つ流量データがいくつか作成されている. その一例として, 1月から8月までを2011年の大気場, 9月から12月までを2004年の大気場を用いて擬似作成した流量データを図1に示す. 同図には, 大気場を組み換えずに作成した流量の計算結果も示している. 同図によると, 2004年の年最大日流量は約 $1100 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ であり, タイの大洪水が発生した2011年の年最大日流量は約 $1400 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ と計算されている. しかし, 2004年と2011年の大気場を組み換えた大気場から作成した擬似流量データでは, 年最大日流量は約 $1800 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ であり2011年の年最大日流量を超える値となっている. これは, 2004年の大気場で計算した8月末時点で

の土壌の飽和度が, 2011年の大気場で計算した場合よりも大きくなっているためだと考えられる.

擬似作成した流量データから求めた年最大日流量と, カナン公式から求めた非超過確率の関係を図2に示す. 同図では, 100年分の擬似流量データでの関係を赤印で, 大気場を組み換えずに実時系列の大気場に基づいて計算した10年分の流量データから求めた関係を青印で示している. 同図から, 100年分の擬似流量データが10年分の実時系列流量データを補完している様子がみとれる. また, 実時系列流量データよりも大きな年最大日流量を擬似流量データでは計算していることがわかる.

5 おわりに 本研究では大気場の時間相関を分析し, ある年のある時点以降の大気場を異なる年の大気場で組み換えることで擬似的に多数年の大気場を作成した. この大気場を用いて分布型水循環モデルを駆動して, 多数年におよぶ河川流量データを擬似的に作成した. 作成した擬似流量データから求めた年最大日流量は, 実時系列の大気場を基に計算した年最大日流量よりも大きな値をとりうるということがわかった.

参考文献

- 1) Tanaka, K.: Development of the new land surface scheme SiBUC commonly applicable to basin water management and numerical weather prediction model, *doctoral dissertation*, Kyoto University, 2005.
- 2) 1K-FRM/DHM: <http://hywr.kuciv.kyoto-u.ac.jp/products/1K-DHM/>, 2016/04/04 参照.
- 3) Yorozu, K. and Tachikawa, Y.: The effect on river discharge estimation by considering an interaction between land surface process and river routing process, *Proc. of the International Association of Hydrological Sciences*, 369, 81-86, 2015.