

第II部門 気象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流量データの擬似作成に関する研究

京都大学工学部 学生会員 ○黒崎直哉  
 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 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り大雨や台風の異常発生などに起因する自然災害が懸念されている。このような状況下で、長期的な洪水対策として長期確率雨量や流量に基づいたダムの施工や河川堤防の整備などが有効である。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・流量観測が実施されている例は多くない。そこで本研究では、限られた気象データから多数年におよぶ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 流量データの擬似作成手法

**2.1 気象場の組み換え** まず、連続時系列データである気象場に対して、時間相関を調べる。そして、ある時点の前後で気象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。その時点以前の気象場はそれ以降の気象場に影響しないと考えられるため、ある年のある時点以降の気象場を異なる年の気象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気象場を組み合わせた、多数年におよぶ気象場を擬似作成できる。なお気象場には、気象再解析データを使用する。

**2.2 流量への変換** 気象データは物理法則で表現される分布型水循環モデルに入力し、流量に変換する。本研究で用いる分布型水循環モデルは、供給源の水資源量を考慮した灌漑取水量や、それに応じた作物の成長、河川流量の推定を可能とするモデルである<sup>1)</sup>。分布型水循環モデルは、陸面過程モデル SiBUC (Simple Biosphere including Urban Canopy)<sup>2)</sup> と河道追跡モデル 1K-FRM-event<sup>3)</sup> から構成されている。

**3 多数年におよぶ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ボンダム上流域を対象に多数年におよぶ流量データを擬似的に作成

する。

**3.1 気象再解析の時間相関分析** 気象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。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、月ごとの気象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ヶ月の気象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、気象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月の間で気象場を組み換え、多数年におよぶ気象場を作成した。

**3.2 流量計算** JRA-55の2003年から2012年までの気象再解析データを入力とし、分布型水循環モデルを用いて流量計算を行う。JRA-55は連続時系列データであるので、通常は2003年から2012年までの10年分の計算が行われる。しかし本研究では、8月と9月の間で気象場を組み換え、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年分の気象場が作成されている。よって、作成した気象場を入力として分布型水循環モデルによる流量計算を行い、100年におよぶ流量データを擬似作成した。

**4 擬似作成された流量データの考察** 本研究によって擬似作成された流量データは、気象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

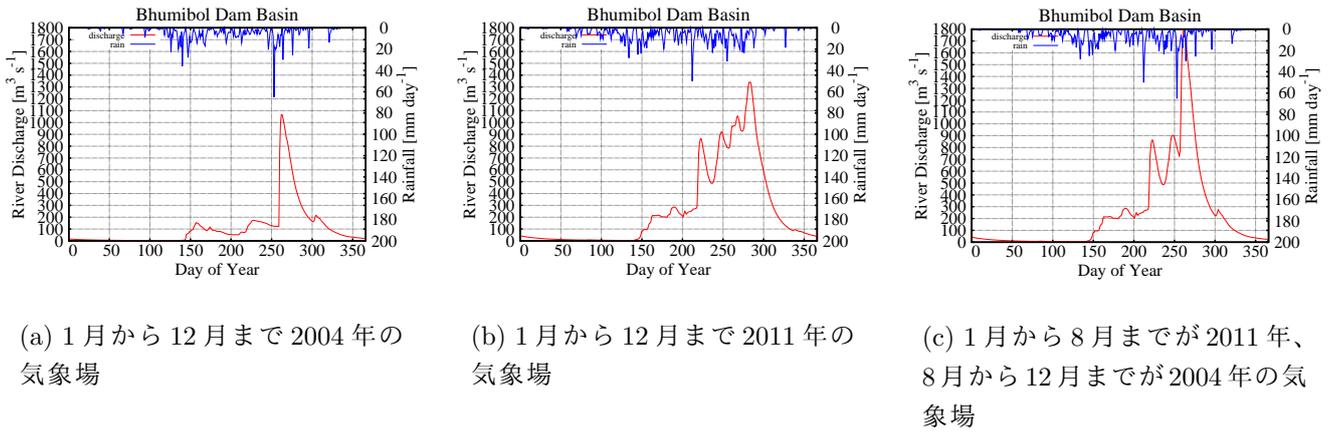


図1 2004年と2011年の気象場を組み換えて計算した流量の比較

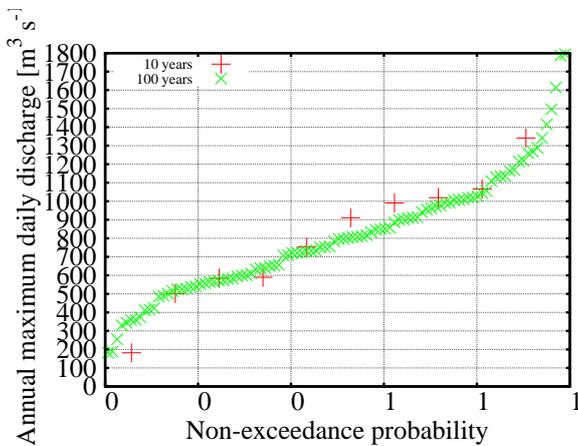


図2 年最大日流量と非超過確率の関係。擬似流量データが赤印、実時系列の流量データが緑印。

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年の気象場を、9月から12月までを2004年の気象場を用いて疑似作成した流量データを図1に示す。同図には、気象データ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  $500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  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年の気象場を組み換えた気象場から作成した疑似流量データでは、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年の気象条件で計算した8月末時点での土壌の飽和度が、2011年の気象条件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。

疑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、気象場を組み換えずに実時系列の気象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緑印で示している。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てとれる。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 本研究では気象場の時間相関を分析し、ある年のある時点以降の気象場を異なる年の気象場で組み換えることで擬似的に多数年の気象場を作成した。作成した多数年の気象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、実時系列の気象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) 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.
- 2) 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
- 3) 1K-FRM: <http://hywr.kuciv.kyoto-u.ac.jp/products/1K-DHM/> 2016/02/03 参照.